

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА



«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор РХТУ им. Д.И. Менделеева

А.Г. Мажуга

07 2020 г.

**ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ – ПРОГРАММА МАГИСТРАТУРЫ**

по направлению подготовки  
**28.04.03 Наноматериалы**

Магистерская программа:  
**Химическая технология наноматериалов**

форма обучения:  
**очная**

Квалификация: **Магистр**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
«30» июня 2020 г.,  
Протокол № 25

Председатель

Н.А. Макаров

Москва 2020

Разработчики основной образовательной программы (ООП) магистратуры:

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

Е.В. Юртов

  
(подпись)

доцент, к.х.н.

Н.М. Мурашова

  
(подпись)

старший преподаватель

А.И. Шарапаев

  
(подпись)

ООП магистратуры рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Наноматериалов и нанотехнологии» протокол № 11 от «22» июня 2020 г.

Заведующий кафедрой наноматериалов и нанотехнологии

член-корр. РАН д.х.н., проф.

  
(подпись)

Е.В. Юртов

Согласовано:

начальник Учебного управления

  
(подпись)

Н.А. Макаров

ООП магистратуры рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Института материалов современной энергетики и нанотехнологии ИМЭН-ИФХ, протокол № 7 от «25» июня 2020 г.

Согласовано:

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

«26» июня 2020 г.



  
подпись

А.Н. Тимофеев

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

**1.1 Основная профессиональная образовательная программа высшего образования – программа подготовки магистров (далее – программа магистратуры, 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 **28.04.03 Наноматериалы**, профиль **«Химическая технология наноматериалов»**, представляет собой комплекс основных характеристик образования, организационно-педагогических условий, форм аттестации, который представлен в виде общей характеристики программы магистратуры, учебного плана, календарного учебного графика, рабочих программ дисциплин, программ практик, оценочных средств, методических материалов.

**1.2 Нормативные документы для разработки программы магистратуры по направлению подготовки** составляют:

– Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

– Приказ Минобрнауки России от «22» сентября 2017 г. № 966 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки **28.04.03 «Наноматериалы»** (уровень высшего образования – магистратура)» (далее – ФГОС ВО по направлению подготовки **28.04.03 «Наноматериалы»** (уровень высшего образования – магистратура));

– Приказ Минобрнауки России от 05.04.2017 № 301 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры».

– Профессиональный стандарт «26.006 Специалист по разработке наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «8» сентября 2015 г. № 604н;

– Профессиональный стандарт «40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «4» марта 2014 г. № 121н.

### **1.3 Общая характеристика программы магистратуры**

**Целью программы магистратуры** 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.

Срок получения образования по программе магистратуры:

- в очной форме обучения, включая каникулы, предоставляемые после прохождения государственной итоговой аттестации, составляет 2 года;
- в очно-заочной форме обучения увеличивается не менее чем на 3 месяца и не более чем на полгода по сравнению со сроком получения образования в очной форме обучения;
- при обучении по индивидуальному учебному плану инвалидов и лиц с ОВЗ может быть увеличен по их заявлению не более чем на полгода по сравнению со сроком получения образования, установленным для соответствующей формы обучения.

При реализации программы магистратуры Организация вправе применять электронное обучение, дистанционные образовательные технологии.

Электронное обучение, дистанционные образовательные технологии, применяемые при обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (далее - инвалиды и лица с ОВЗ), должны предусматривать возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Реализация программы магистратуры осуществляется Организацией как самостоятельно, так и посредством 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 следующие блоки:

Блок 1 «Дисциплины (модули)»;

Блок 2 «Практика»;

Блок 3 «Государственная итоговая аттестация».

В рамках программы магистратуры выделяются обязательная часть и часть, формируемая участниками образовательных отношений.

### **Структура программы магистратуры**

Структура программы магистратуры		Объем программы магистратуры в зачетных единицах
<b>Блок 1</b>	Дисциплины (модули)	не менее 80
<b>Блок 2</b>	Практика	не менее 21
<b>Блок 3</b>	Государственная итоговая аттестация	не менее 6
Объем программы магистратуры		120

В Блок 2 «Практика» входят учебная и производственная практики (далее вместе - практики).

Типы учебной практики: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков; технологическая (проектно-технологическая) практика; эксплуатационная практика; научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы).

Типы производственной практики: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности; технологическая (проектно-технологическая) практика; эксплуатационная практика; преддипломная практика; педагогическая практика; научно-исследовательская работа.

Цели и задачи, программы и формы отчетности определены стандартом вуза по каждому виду практики. Практики могут проводиться в сторонних организациях или на кафедрах и в лабораториях вуза (учебная практика), обладающих необходимым кадровым и научно-техническим потенциалом.

Аттестация по итогам практики выполняется на основании представления обучающимся отчета о результатах прохождения практики с защитой отчета перед аттестационной комиссией. По результатам аттестации выставляется дифференцированная оценка.

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

В Блок 3 «Государственная итоговая аттестация» входит выполнение и защита выпускной квалификационной работы.

При разработке программы магистратуры обучающимся обеспечивается возможность освоения элективных дисциплин (модулей) и факультативных дисциплин (модулей).

Факультативные дисциплины (модули) не включаются в объем программы магистратуры.

В рамках программы магистратуры выделяются обязательная часть и часть, формируемая участниками образовательных отношений.

К обязательной части программы магистратуры относятся дисциплины (модули) и практики, обеспечивающие формирование общепрофессиональных компетенций, а также профессиональных компетенций, установленных ПООП в качестве обязательных (при наличии).

Дисциплины (модули) и практики, обеспечивающие формирование универсальных компетенций, могут включаться в обязательную часть программы магистратуры и в часть, формируемую участниками образовательных отношений.

Объем обязательной части, без учета объема государственной итоговой аттестации, должен составлять не менее 15 процентов общего объема программы магистратуры.

Организация должна предоставлять инвалидам и лицам с ОВЗ (по их заявлению) возможность обучения по программе магистратуры, учитывающей особенности их психофизического развития, индивидуальных возможностей и при необходимости обеспечивающей коррекцию нарушений развития и социальную адаптацию указанных лиц.

#### **1.4 Требования к поступающему**

Требования к поступающему определяются федеральным законодательством в области образования, в том числе Порядком приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам магистратуры на соответствующий учебный год.

## **2 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫПУСКНИКОВ, ОСВОИВШИХ ПРОГРАММУ МАГИСТРАТУРЫ**

2.1 Область профессиональной деятельности и сфера профессиональной деятельности выпускников, освоивших ООП магистратуры, включает:

- 01 Образование и наука (в сфере профессионального обучения, профессионального образования, дополнительного образования; в сфере научных исследований;
- 26 Химическое, химико-технологическое производство
- 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере технологического обеспечения и управления производством наноматериалов и изделий, содержащих наноматериалы).

Выпускники могут осуществлять профессиональную деятельность в других областях профессиональной деятельности и (или) сферах профессиональной деятельности при условии соответствия уровня их образования и полученных компетенций требованиям к квалификации работника.

2.2 Типы задач и задачи профессиональной деятельности, к которым готовятся выпускники в рамках освоения ООП магистратуры:

- научно-исследовательский тип:

- 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;
- 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.

2.3 Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших ООП магистратуры, или областью (областями) знания являются:

- основные типы наноматериалов: различной размерности (0, 1, 2, 3-мерные, фрактальные кластеры), природы (неорганические, органические, смешанные); агрегатного состояния (жидкие, твердые, смешанного типа (гели, суспензии и пр.));
- все виды исследовательского, контрольного, аналитического и испытательного оборудования для изучения структуры и свойств наноматериалов;
- компьютерное программное обеспечение для обработки экспериментальных данных по исследованию наноматериалов и наносистем;
- отчеты по научной работе, научные публикации в российских и зарубежных изданиях;
- аналитические обзоры в области производства и исследования наноматериалов.

### **3 СТРУКТУРА ПРОГРАММЫ МАГИСТРАТУРЫ**

В соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки **28.04.03 Наноматериалы** (уровень высшего образования – магистратура) содержание и организация образовательного процесса при реализации ООП регламентируется:

- учебным планом;
- календарным учебным графиком;
- паспортами формирования компетенций;
- рабочими программами дисциплин (модулей);
- программами практик;

- программой государственной итоговой аттестации;
- фондами оценочных средств;
- методическими указаниями по соответствующей ООП.

### **3.1 Учебный план**

Учебный план ООП магистратуры включает перечень дисциплин (модулей), практик, аттестационных испытаний промежуточной и государственной итоговой аттестации обучающихся, других видов учебной деятельности с указанием их объема в зачетных единицах, последовательности и распределения по периодам обучения; выделяется объем контактной работы обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и самостоятельной работы обучающихся в академических (астрономических) часах. Для каждой дисциплины (модуля) и практики указывается форма промежуточной аттестации обучающихся.

Учебный план представлен в приложении.

### **3.2 Календарный учебный график**

Последовательность реализации программы магистратуры по годам и семестрам (включая теоретическое обучение, практики, промежуточные и государственную итоговую аттестации, каникулы) приводится в календарном учебном графике.

Календарный учебный график представлен в приложении.

### **3.3 Паспорта компетенций**

Паспорт компетенции включают формулировку содержания компетенции в соответствии с ООП магистратуры, карту компетенции, планируемые уровни сформированности компетенции у выпускников университета, основные условия, необходимые для успешного формирования у обучающихся компетенции при освоении ООП магистратуры.

Паспорта компетенций представлены в приложении.

### **3.4 Рабочие программы дисциплин (модулей)**

В ООП магистратуры в приложении представлены все рабочие программы дисциплин (модулей).

### **3.5 Программы практик**

ООП магистратуры предусматривает достаточный для формирования, закрепления и развития практических навыков и компетенций объем практики. Практика представляет собой вид учебных занятий, непосредственно ориентированных на профессионально-практическую подготовку обучающихся. Практика закрепляет знания и умения, приобретаемые обучающимися в результате освоения теоретических курсов, вырабатывает практические навыки и способствует комплексному формированию универсальных, общепрофессиональных, профессиональных компетенций обучающихся. Программы практик приведены в приложении.

При реализации ООП магистратуры предусматриваются следующие виды практик:

- учебная практика: Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков;
- производственная практика: Научно-исследовательская работа;
- производственная практика: Преддипломная практика.

#### **3.5.1 Учебная практика: Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков**

Тип практики: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков. Задачей практики является формирование умений в постановке целей и задач

научного исследования; приобретение обучающимися навыков работы с научно-технической литературой, в том числе и патентной, включая подбор, анализ и формулировку выводов, по теме исследования; получение знаний и навыков по методике постановке эксперимента в области материаловедения; формирование умений в области представления, обработки и оформления полученных в ходе эксперимента результатов.

Практика осуществляется в ФГБОУ ВО «РХТУ им. Д.И. Менделеева», и в других организациях и предприятиях, с которыми заключены договоры о проведении практик.

### **3.5.2 Производственная практика: научно-исследовательская работа**

#### ***Например:***

Тип практики: научно-исследовательская работа.

Задачей практики является систематизация результатов и составление отчета о результатах научно-исследовательской работы; публичная защита результатов научно-исследовательской работы и публикация результатов в научных изданиях.

Практика осуществляется в ФГБОУ ВО «РХТУ им. Д.И. Менделеева», и в других организациях и предприятиях, с которыми заключены договоры о проведении практик.

### **3.5.3 Производственная практика: преддипломная практика**

Тип практики: преддипломная практика

Задачей практики является получение профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности путем самостоятельного творческого выполнения задач, поставленных программой практики.

Преддипломная практика включает этапы ознакомления с принципами организации научных исследований (разделы 1, 2) и этап практического освоения деятельности ученого-исследователя (раздел 3).

Раздел 1. Введение – цели и задачи преддипломной практики. Организационно-методические мероприятия. Технологические инструктажи.

Раздел 2. Знакомство с организацией научно-исследовательской деятельности, системой управления научными исследованиями. Принципы, технологии, формы и методы организации научно-исследовательской деятельности на примере организации научной работы кафедры (проблемной лаборатории, научной группы). Планирование научной деятельности организации.

Раздел 3. Выполнение индивидуального задания. Сбор, обработка и систематизация информационного материала. Оформление отчета. Личное участие обучающегося в выполнении научно-исследовательских работ кафедры.

Практика осуществляется в ФГБОУ ВО «РХТУ им. Д.И. Менделеева» и в других организациях и предприятиях, с которыми заключены договоры о проведении практик.

### **3.6 Программа государственной итоговой аттестации (ГИА)**

Программа государственной итоговой аттестации является приложением к ООП магистратуры.

В государственную итоговую аттестацию входит выполнение и защита выпускной квалификационной работы.

### **3.7 Фонд оценочных средств (ФОС)**

ФОС создается в соответствии с требованиями ФГОС ВО для аттестации обучающихся на соответствие их учебных достижений поэтапным требованиям соответствующей ООП магистратуры для проведения текущего оценивания, а также промежуточной аттестации обучающихся. ФОС является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения обучающимися ООП, входит в состав ООП магистратуры.

ФОС – комплект методических материалов, нормирующих процедуры оценивания результатов обучения, т.е. установления соответствия учебных достижений запланированным результатам обучения и требованиям ООП магистратуры, рабочих программ дисциплин (модулей) и практик.

ФОС сформирован на основе ключевых принципов оценивания:

– валидности: объекты оценки должны соответствовать поставленным целям обучения;

– надежности: использование единообразных стандартов и критериев для оценивания достижений;

– объективности: разные обучающиеся должны иметь равные возможности добиться успеха.

ФОС по дисциплинам, практикам, ГИА приведены в приложении.

Инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья (по их заявлению) предоставляется возможность обучения по ООП магистратуры, учитывающей особенности их психофизического развития, индивидуальных возможностей и, при необходимости, обеспечивающей коррекцию нарушений развития и социальную адаптацию.

#### 4 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ МАГИСТРАТУРЫ

Совокупный ожидаемый результат образования по завершении освоения ООП магистратуры определяется приобретаемыми выпускником компетенциями, т.е. его способностями применять знания, умения, навыки и личные качества в соответствии с задачами профессиональной деятельности.

В результате освоения ООП магистратуры у выпускника должны быть сформированы универсальные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции.

Выпускник, освоивший ООП, должен обладать следующими компетенциями.

##### 4.1 Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Системное и критическое мышление	<b>УК-1.</b> Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	<b>УК-1.1.</b> Составляет аннотации по результатам поиска информации из документальных источников и исследовательской литературы; <b>УК-1.2.</b> Создает аналитический обзор по заданной теме, сопоставляя данные различных источников с использованием критериального подхода; <b>УК-1.3.</b> Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними; <b>УК-1.4.</b> Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению; <b>УК-1.5.</b> Разрабатывает и содержательно аргументирует

		<p>стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарных подходов;</p> <p><b>УК-1.6.</b> Использует логико-методологический инструментарий для критической оценки современных концепций философского и социального характера в своей предметной области</p>
Разработка и реализация проектов	<b>УК-2.</b> Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	<p><b>УК-2.1.</b> Формулирует на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ ее решения через реализацию проектного управления</p> <p><b>УК-2.2.</b> Выявляет резервы и разрабатывает меры по обеспечению режима ресурсоэффективности на предприятии;</p> <p><b>УК-2.3.</b> Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы: формулирует цель, задачи, обосновывает актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения;</p> <p><b>УК-2.4.</b> Осуществляет мониторинг хода реализации проекта, корректирует отклонения, вносит дополнительные изменения в план реализации проекта, уточняет зоны ответственности участников проекта.</p>
Командная работа и лидерство	<b>УК-3.</b> Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	<p><b>УК-3.1.</b> Участвует в выполнении проектов группового характера на различных стадиях их подготовки и реализации: «планирование – проектирование – применение – производство»;</p> <p><b>УК-3.2.</b> Вырабатывает стратегию сотрудничества и на ее основе организует отбор членов команды для достижения поставленной цели;</p> <p><b>УК-3.3.</b> Планирует командную работу, распределяет поручения и делегирует полномочия членам команды с учетом интересов, особенностей поведения и мнений ее членов</p>
Коммуникация	<b>УК-4.</b> Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и	<b>УК-4.1.</b> Представляет результаты академической и профессиональной деятельности на различных публичных мероприятиях, включая международные, выбирая наиболее подходящий формат;

	<p>профессионального взаимодействия</p>	<p><b>УК-4.2.</b> Аргументированно и конструктивно отстаивает свои позиции и идеи в академических и профессиональных дискуссиях на государственном языке РФ и иностранном языке;</p> <p><b>УК-4.3.</b> Владеет навыками ведения деловой переписки на русском и иностранном языке;</p> <p><b>УК-4.4.</b> Составляет, переводит и редактирует различные академические тексты (рефераты, эссе, обзоры, статьи и т.д.), в том числе на иностранном языке.</p>
<p>Межкультурное взаимодействие</p>	<p><b>УК-5.</b> Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия</p>	<p><b>УК-5.1.</b> Анализирует важнейшие идеологические и ценностные системы, сформировавшиеся в ходе исторического развития; обосновывает актуальность их использования при социальном и профессиональном взаимодействии;</p> <p><b>УК-5.2.</b> Обеспечивает создание недискриминационной среды взаимодействия при выполнении профессиональных задач;</p> <p><b>УК-5.3.</b> Выстраивает социальное профессиональное взаимодействие с учетом особенностей основных форм научного и религиозного сознания, деловой и общей культуры представителей других этносов и конфессий, различных социальных групп.</p>
<p>Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)</p>	<p><b>УК-6.</b> Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки</p>	<p><b>УК-6.1.</b> Оценивает свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные), оптимально их использует для успешного выполнения порученного задания;</p> <p><b>УК-6.2.</b> Определяет приоритеты профессионального роста и способы совершенствования собственной деятельности на основе самооценки по выбранным критериям;</p> <p><b>УК-6.3.</b> Выстраивает гибкую профессиональную траекторию, используя инструменты непрерывного образования, с учетом накопленного опыта профессиональной деятельности и динамично изменяющихся требований рынка труда.</p>

#### 4.2 Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
<p>Применение фундаментальных знаний в профессиональной деятельности</p>	<p><b>ОПК-1.</b> Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области получения и исследования наноматериалов и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных и математических моделей</p>	<p><b>ОПК-1.1.</b> Владеет математическим аппаратом для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования процессов синтеза и исследования наноматериалов;  <b>ОПК-1.2.</b> Использует научный инструментарий физики твердого тела для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования процессов синтеза и исследования наноматериалов;  <b>ОПК-1.3.</b> Использует физико-химический подход для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования процессов синтеза и исследования наноматериалов;  <b>ОПК-1.4.</b> Использует прикладные программы и средства автоматизированного проектирования при решении инженерных задач.</p>
<p>Проектный и финансовый менеджмент</p>	<p><b>ОПК-2.</b> Способен управлять профессиональной и иной деятельностью на основе применения знаний проектного и финансового менеджмента</p>	<p><b>ОПК-2.1.</b> Планирует работу малого предприятия, специализирующегося на производстве высокотехнологичной продукции;  <b>ОПК-2.2</b> Владеет опытом производственного менеджмента: расчета экономической и ресурсоэффективной составляющей при выполнении исследовательской работы.</p>
<p>Ответственность в профессиональной деятельности</p>	<p><b>ОПК-3.</b> Способен управлять жизненным циклом создания инженерных продуктов в области нанотехнологий и наноматериалов с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений</p>	<p><b>ОПК-3.1.</b> владеет современными методами анализа эффективности производственного процесса и оценки производственных потерь и подходами к разработке комплекса мероприятий по их устранению;  <b>ОПК-3.2.</b> Проводит технико-экономическое обоснование и экономическую оценку проектных решений и инженерных задач;  <b>ОПК-3.3.</b> Анализирует и оценивает затраты предприятия (проекта) с учетом инженерных рисков;</p>

		<b>ОПК-3.4.</b> Проводит экологическую оценку проектных решений и инженерных задач.
Исследовательская деятельность	<b>ОПК-4.</b> Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов	<b>ОПК-4.1.</b> Составляет план научно-исследовательской деятельности, включая литературный поиск, сроки и последовательность экспериментальной работы, обсуждения и анализа результатов; <b>ОПК-4.2.</b> Формирует демонстрационный материал и представляет результаты своей исследовательской деятельности на научных конференциях, во время промежуточных и итоговых аттестаций.
Использование информационных технологий	<b>ОПК-5.</b> Способен использовать инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов	<b>ОПК-5.1.</b> Проводит патентный поиск в профессиональной области; <b>ОПК-5.2.</b> Определяет перечень ресурсов и программного обеспечения для использования в профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности; <b>ОПК-5.3.</b> Использует прикладные программы и средства автоматизированного проектирования при решении инженерных задач.
Правовая ответственность	<b>ОПК-6.</b> Способен демонстрировать социальную ответственность за принимаемые решения, учитывать правовые и культурные аспекты, обеспечивать устойчивое развитие при ведении профессиональной и иной деятельности	<b>ОПК-6.1.</b> Рассчитывает длительность выполнения технологических операций с использованием нормативных справочников; <b>ОПК-6.2.</b> Оценивает по критериям технологии синтеза наноматериалов с точки зрения безопасности для сотрудников и окружающей среды; <b>ОПК-6.3.</b> Использует методики организации работы персонала, соблюдения технологической и трудовой дисциплины.
Разработка нормативной документации	<b>ОПК-7.</b> Способен разрабатывать и актуализировать научно-техническую документацию в области получения наноматериалов	<b>ОПК-7.1.</b> Использует техническую и справочную литературу, нормативные документы при выполнении исследовательской работы в области технологии и методов диагностики наноматериалов; <b>ОПК-7.2.</b> Составляет отчеты по экспериментальным и теоретическим исследованиям, практической деятельности в соответствии с устанавливаемыми требованиями

### 4.3 Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
<b>Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский</b>				
<p>– проведение самостоятельных научно-исследовательских работ в области нанотехнологий, требующих широкой фундаментальной междисциплинарной подготовки и владения навыками современных экспериментальных методов;</p> <p>– исследование свойств наносистем и наноматериалов с помощью современных методов анализа;</p> <p>– самостоятельная эксплуатация современного аналитического и синтетического оборудования и приборов в соответствии</p>	<p>– основные типы наноматериалов: различной размерности (0, 1, 2, 3-мерные, фрактальные кластеры), природы (неорганические, органические, смешанные); агрегатного состояния (жидкие, твердые, смешанного типа (гели, суспензии и пр.));</p> <p>– все виды исследовательского, контрольного, аналитического и испытательного оборудования для изучения структуры и свойств наноматериалов;</p> <p>– компьютерное</p>	<p><b>ПК-1</b> Способен диагностировать структуру материала на микро и наноуровне</p>	<p><b>ПК-1.1.</b> Владеет опытом определения структуры материала с использованием сканирующей электронной микроскопии;</p> <p><b>ПК-1.2</b> Владеет опытом определения структуры материала с использованием просвечивающей электронной микроскопии;</p> <p><b>ПК-1.3.</b> Владеет опытом определения структуры материала с использованием дифракционных и спектральных методов;</p> <p><b>ПК-1.4.</b> Владеет опытом определения структуры наноматериалов и наноструктурированных сред с использованием сканирующей зондовой микроскопии;</p> <p><b>ПК-1.5.</b> Владеет опытом использования термических методов анализа для определения структуры</p>	<p>– Профессиональный стандарт «26.006 Специалист по разработке наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «8» сентября 2015 г. № 604н Д Управление методами и средствами проведения исследований и разработок наноструктурированных композиционных материалов (уровень квалификации – 7)</p>

с квалификацией.	программное обеспечение для обработки экспериментальных данных по исследованию наноматериалов и наносистем.		материалов на микро- и наноуровне	
– 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;	– основные типы наноматериалов: различной размерности (0, 1, 2, 3-мерные, фрактальные кластеры), природы (неорганические, органические, смешанные); агрегатного состояния (жидкие, твердые, смешанного типа (гели, суспензии и пр.)); – все виды исследовательского, контрольного, аналитического и испытательного оборудования для изучения структуры и свойств наноматериалов; – компьютерное	<b>ПК-2</b> Способен самостоятельно проводить научно-исследовательские работы по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов	<b>ПК-2.1.</b> Формирует требования к экспериментальным образцам наноматериалов и наносистем и результатам научно-исследовательских работ по их разработке; <b>ПК-2.2.</b> Выбирает методы и средства проведения исследований и разработок; <b>ПК-2.3.</b> Определяет пути решения научных и технических задач в области работ по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов	– Профессиональный стандарт «26.006 Специалист по разработке наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «8» сентября 2015 г. № 604н D Управление методами и средствами проведения исследований и разработок наноструктурированных композиционных материалов (уровень квалификации – 7) – Профессиональный стандарт «40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и

<p>– способность к составлению методических документов при проведении научно-исследовательских и лабораторных работ; участие в экспериментальной и технико-проектной оптимизации существующих наукоемких методик создания наносистем и наноматериалов для успешной конкуренции на рынке идей и технологий.</p>	<p>программное обеспечение для обработки экспериментальных данных по исследованию наноматериалов и наносистем; – отчеты по научной работе, научные публикации в российских и зарубежных изданиях; – аналитические обзоры в области производства и исследования наноматериалов.</p>			<p>социальной защиты Российской Федерации от «4» марта 2014 г. № 121н. D Осуществление научного руководства в соответствующей области знаний (уровень квалификации – 7)</p>
<p>– анализ и обобщение результатов научно-исследовательских работ, поиск и анализ научной и технической информации в области нанотехнологий и смежных дисциплин для научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых фундаментальных исследований и технологических</p>	<p>– основные типы наноматериалов: различной размерности (0, 1, 2, 3-мерные, фрактальные кластеры), природы (неорганические, органические, смешанные) агрегатного состояния (жидкие, твердые, смешанного типа (гели, суспензии и пр.);</p>	<p><b>ПК-3</b> Способен к анализу и обобщению результатов научно-исследовательских работ, поиску и анализу научной и технической информации в области нанотехнологии и смежных дисциплин для научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых исследований, к самостоятельной подготовке публикаций</p>	<p><b>ПК-3.1.</b> Имеет опыт сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации в области нанотехнологии и смежных дисциплин; <b>ПК-3.2.</b> Оценивает уровень исследований, обоснованность предлагаемых решений и рекомендаций по реализации и использованию результатов научных-исследований; <b>ПК-3.3</b> Производит статистическую обработку результатов экспериментальных</p>	<p>– Профессиональный стандарт «26.006 Специалист по разработке наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «8» сентября 2015 г. № 604н D Управление методами и средствами проведения исследований и разработок наноструктурированных композиционных</p>

<p>разработок, – составление аналитических обзоров, самостоятельная подготовка публикаций в отечественных и зарубежных изданиях; – способность к составлению методических документов при проведении научно-исследовательских и лабораторных работ; участие в экспериментальной и технико-проектной оптимизации существующих наукоемких методик создания наносистем и наноматериалов для успешной конкуренции на рынке идей и технологий.</p>	<p>– компьютерное программное обеспечение для обработки экспериментальных данных по исследованию наноматериалов и наносистем; – отчеты по научной работе, научные публикации в российских и зарубежных изданиях; – аналитические обзоры в области производства и исследования наноматериалов.</p>	<p>в отечественных и зарубежных изданиях</p>	<p>исследований наноструктурированных материалов; <b>ПК-3.4</b> Имеет опыт подготовки результатов научно-исследовательских работ для публикации в периодической печати.</p>	<p>материалов (уровень квалификации – 7) – Профессиональный стандарт «40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «4» марта 2014 г. № 121н. D Осуществление научного руководства в соответствующей области знаний (уровень квалификации – 7)</p>
<p>– анализ и обобщение результатов научно-исследовательских работ, поиск и анализ научной и технической информации в области нанотехнологий и</p>	<p>– основные типы наноматериалов: различной размерности (0, 1, 2, 3-мерные, фрактальные кластеры), природы (неорганические,</p>	<p><b>ПК-4</b> Способен представлять исторические этапы развития нанотехнологии, важнейшие открытия отечественных ученых, наиболее актуальные</p>	<p><b>ПК-4.1.</b> Анализирует современное состояние и исторический путь развития нанотехнологии в Российской Федерации и в мире; <b>ПК-4.2.</b> Формулирует наиболее актуальные проблемы, связанные с созданием и</p>	<p>– Профессиональный стандарт «26.006 Специалист по разработке наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты</p>

<p>смежных дисциплин для научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых фундаментальных исследований и технологических разработок;</p> <p>– составление аналитических обзоров, самостоятельная подготовка публикаций в отечественных и зарубежных изданиях;</p> <p>– 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,</p>	<p>органические, смешанные); агрегатного состояния (жидкие, твердые, смешанного типа (гели, суспензии и пр.));</p> <p>– отчеты по научной работе, научные публикации в российских и зарубежных изданиях;</p> <p>– аналитические обзоры в области производства и исследования наноматериалов.</p>	<p>проблемы, связанные с созданием и применением наносистем и наноматериалов в Российской Федерации и в мире</p>	<p>применением наносистем и наноматериалов в Российской Федерации и в мире</p>	<p>Российской Федерации от «8» сентября 2015 г. № 604н D Управление методами и средствами проведения исследований и разработок наноструктурированных композиционных материалов (уровень квалификации – 7)</p> <p>– Профессиональный стандарт «40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «4» марта 2014 г. № 121н. D Осуществление научного руководства в соответствующей области знаний (уровень квалификации – 7) Анализ опыта</p>
--	--	--	--	---

<p>осуществляющих образовательную деятельность, а также организаций, осуществляющих научную и (или) научно-техническую деятельность;</p> <p>– способность к составлению методических документов при проведении научно-исследовательских и лабораторных работ; участие в экспериментальной и технико-проектной оптимизации существующих наукоемких методик создания наносистем и наноматериалов для успешной конкуренции на рынке идей и технологий.</p>				
---	--	--	--	--

## 5 АННОТАЦИИ РАБОЧИХ ПРОГРАММ ДИСЦИПЛИН, ПРАКТИК И ГИА

### 5.1 Дисциплины обязательной части

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Философские проблемы науки и техники» (Б1.О.01)

**1. Цель дисциплины** «Философские проблемы науки и техники» создать представление об актуальных философских и методологических проблемах науки и техники.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен обладать** следующими универсальными компетенциями с учетом индикаторов достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Системное и критическое мышление	<b>УК-1</b> Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	<b>УК-1.3.</b> Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними <b>УК-1.4.</b> Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению <b>УК-1.5.</b> Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подхода <b>УК-1.6.</b> Использует логико-методологический инструментарий для критической оценки современных концепций философского и социального характера в своей предметной области
Межкультурное взаимодействие	<b>УК-5.</b> Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	<b>УК-5.1.</b> Анализирует важнейшие идеологические и ценностные системы, сформировавшиеся в ходе исторического развития; обосновывает актуальность их использования при социальном и профессиональном взаимодействии <b>УК-5.2.</b> Обеспечивает создание недискриминационной среды взаимодействия при выполнении профессиональных задач <b>УК-5.3.</b> Выстраивает социальное профессиональное взаимодействие с учетом особенностей основных форм научного и религиозного сознания, деловой и общей культуры представителей других этносов и конфессий, различных социальных групп

	<p><b>УК-6.</b> Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки</p>	<p><b>УК-6.1.</b> Оценивает свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные), оптимально их использует для успешного выполнения порученного задания</p> <p><b>УК-6.2.</b> Определяет приоритеты профессионального роста и способы совершенствования собственной деятельности на основе самооценки по выбранным критериям</p> <p><b>УК-6.3.</b> Выстраивает гибкую профессиональную траекторию, используя инструменты непрерывного образования, с учетом накопленного опыта профессиональной деятельности и динамично изменяющихся требований рынка труда</p>
--	---	--

В результате изучения дисциплины «Философские проблемы науки и техники» обучающийся должен:

**знать:**

- основные научные школы, направления, парадигмы, концепции в философии науки, 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 научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах категории философии науки и техники;
- анализировать приоритетные направления науки, техники и химических технологий;
- понимать и использовать достижения научно-технического прогресса, 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 науки и техники;
- навыками анализа философских проблем научно-технического знания и инженерной деятельности;
- приемами публичных выступлений в полемике, дискуссии по философским проблемам науки и научного знания.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ.

Виды учебной работы	ЗЕ	Акад. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,96</b>	<b>34,4</b>
Лекции (Лек)	0,48	17
Практические занятия (ПЗ)	0,48	17
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,04</b>	<b>74</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,04	74

<b>Вид контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4
Подготовка к экзамену		35,6

Виды учебной работы	ЗЕ	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,96</b>	<b>25,8</b>
Лекции (Лек)	0,48	12,9
Практические занятия (ПЗ)	0,48	12,9
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,04</b>	<b>55,5</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,04	55,5
<b>Вид контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,3
Подготовка к экзамену		26,7

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### **Раздел 1. Место техники и технических наук в культуре техногенной цивилизации**

Техногенная цивилизация, цивилизационный подход и его концепции. Философия техники, ее предмет и проблемное поле. Философия техники в современном обществе, ее функции.

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.

##### **Раздел 2. Техника и наука в их взаимоотношении**

Техника и наука как способы самореализации сущностных сил и возможностей человека. Соотношение науки и техники: линейная и эволюционная модели. Три стадии развития взаимоотношений науки и техники. 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.

##### **Раздел 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.

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.

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Физические и химические свойства наноматериалов и наносистем»  
(Б1.О.02)**

**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 компетенциями:

<b>Формируемые компетенции</b>	<b>Индикаторы достижения компетенций</b>
УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	УК-3.1 Участвует в выполнении проектов группового характера на различных стадиях их подготовки и реализации: «планирование – проектирование – применение – производство» УК-3.2 Вырабатывает стратегию сотрудничества и на ее основе организует отбор членов команды для достижения поставленной цели УК-3.3 Планирует командную работу, распределяет поручения и делегирует полномочия членам команды с учетом интересов, особенностей поведения и мнений ее членов
ОПК-4 Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов	ОПК-4.1 Составляет план научно-исследовательской деятельности, включая литературный поиск, сроки и последовательность экспериментальной работы, обсуждения и анализа результатов ОПК-4.2 Формирует демонстрационный материал и представляет результаты своей исследовательской деятельности на научных конференциях, во время промежуточных и итоговых аттестаций
ОПК-5 Способен использовать инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов	ОПК-5.1 Проводит патентный поиск в профессиональной области ОПК-5.2 Определяет перечень ресурсов и программного обеспечения для использования в профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности

*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;
- 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 разработки и использования нанотехнологии и 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 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.
- 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:**

#### **1 семестр.**

##### **Раздел 1.**

1.1. Введение. 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. Размерный эффект. Зависимость свойств от размера структурных элементов материала (частиц, кластеров, зерен) и проявление размерного эффекта. Особенности диффузионно-кинетических процессов в гетерофазных системах с наноструктурами. Способы стабилизации наночастиц. Размерные эффекты в кинетике.

1.2. Наноматериалы в электронике. Полупроводниковые наноструктуры: квантовые ямы, нити и точки. Особенности поведения электрона в наноструктурах. Получение и применение квантовых точек. Эпитаксия. Механизмы образования квантовых точек. Сверхрешетки. Формирование полупроводниковых интегральных микросхем (ИМС). Литография. Квантовый транзистор. Квантовый лазер. Квантовый компьютер.

##### **Раздел 2.**

2.1. Физико-химические основы получения нанопорошков, наноструктур и консолидированных наноматериалов. Основные методы получения наноматериалов. Получение нанопорошков. Метод Глейтера. Вклад советских ученых в совершенствование методов получения наноматериалов. Стабильность нанопорошков. Методы интенсивной пластической деформации. Технологии 3D-печати (3D-Printing),

2.2. Композиционные наноматериалы. Классификация композиционных материалов. Основные типы структур композиционных материалов. Характеристика наполнителей. Физические и химические свойства неорганических и органических композиционных материалов.

##### **Раздел 3.**

3.1. Механические свойства наноматериалов. Прочность, пластичность 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.

3.2. Адгезия наноматериалов на различных поверхностях. Адгезионная прочность соединения «адгезив-субстрат». Факторы, влияющие на величину адгезионной прочности.

Методы определения адгезии. Определение адгезии наночастиц путём моделирования. Адгезия пленок и наноструктурированных (нанокомпозитных) покрытий. Теории адгезии. Причины повышенной адгезии наночастиц. Влияние избытка поверхностной энергии на адгезионное взаимодействие наночастиц. Зависимость адгезии от морфологии наночастиц.

## **2 семестр.**

### **Раздел 4.**

4.1. Пористые наноматериалы. 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). Нанокомпозиты на основе молекулярных сит. Наноматериалы для суперконденсаторов.

4.2. Мембраны и мембранные процессы. Полимерные, металлические, керамические, композитные мембраны. Трековые фильтры. Наиболее перспективные области применения мембран. Наночастицы. Механизм наночастиц. Особенности переноса веществ через мембраны, имеющие наноразмерные поры. Капиллярно-фильтрационный и диффузионный факторы переноса. Роль электростатического взаимодействия ионов разделяемого раствора с материалом мембраны. Современные типы наночастиц-фильтрационных мембран.

### **Раздел 5.**

5.1. Диффузия в наноматериалах. Особенности механизма диффузии веществ в нанопористых материалах. 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.

5.2. 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 тонкопленочном состоянии. Роль поверхности и размерного фактора в формировании магнитной анизотропии. Магнитные жидкости.

### **Раздел 6.**

6.1. Химия 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.

6.2. Наномашины и нанороботы. 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. Синтез наноробота. Nanocar Race – международные соревнования нанороботов.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>10,0</b>	<b>360</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>3,31</b>	<b>119</b>
Лекции (Лек)	1,41	51
Практические занятия (ПЗ)	1,88	68
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>4,69</b>	<b>169</b>
Контактная самостоятельная работа	<b>4,69</b>	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		<b>169</b>
<b>Вид контроля:</b>		
<b>Экзамен</b>	<b>2,0</b>	<b>72</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	2,0	0,8
Подготовка к экзамену		71,2
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	
<b>В том числе по семестрам:</b>		
<b>1 семестр</b>		
Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>6,0</b>	<b>216</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,82</b>	<b>68</b>
Лекции (Лек)	0,91	34
Практические занятия (ПЗ)	0,91	34
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3,12</b>	<b>112</b>
Контактная самостоятельная работа	<b>3,12</b>	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		<b>169</b>
<b>Вид контроля:</b>	<b>1,0</b>	<b>36</b>
<b>Экзамен</b>	<b>1,0</b>	<b>72</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,4
Подготовка к экзамену		35,6
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	
<b>2 семестр</b>		
Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4,0</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,63</b>	<b>68</b>
Лекции (Лек)	0,72	17
Практические занятия (ПЗ)	0,91	34
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,37</b>	<b>57</b>
Контактная самостоятельная работа	<b>1,37</b>	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		<b>169</b>
<b>Вид контроля:</b>	<b>1,0</b>	<b>36</b>
<b>Экзамен</b>	<b>1,0</b>	<b>72</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,4
Подготовка к экзамену		35,6
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астрон. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>10,0</b>	<b>270,0</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>3,31</b>	<b>89,25</b>
Лекции (Лек)	1,41	38,25
Практические занятия (ПЗ)	1,88	51,00
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>4,69</b>	<b>126,75</b>
Контактная самостоятельная работа	4,69	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		126,75
<b>Вид контроля:</b>		
<b>Экзамен</b>	<b>2,0</b>	<b>54</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	2,0	0,6
Подготовка к экзамену		53,4
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	

**В том числе по семестрам:**

<b>1 семестр</b>		
Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астрон. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>6,0</b>	<b>162</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,82</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,91	25,5
Практические занятия (ПЗ)	0,91	25,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3,12</b>	<b>84</b>
Контактная самостоятельная работа	3,12	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		84
<b>Вид контроля:</b>		
<b>Экзамен</b>	<b>1,0</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,3
Подготовка к экзамену		26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	
<b>2 семестр</b>		
Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астрон. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4,0</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,63</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,72	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,91	25,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,37</b>	<b>42,75</b>
Контактная самостоятельная работа	1,37	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		84
<b>Вид контроля:</b>		
<b>Экзамен</b>	<b>1,0</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,3
Подготовка к экзамену		26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Деловой иностранный язык» (Б1.О.03)**

**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, а также выполнять различные виды профессионально ориентированного перевода в производственной и научной деятельности.

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

**магистратуры должен:**

*Обладать* следующими компетенциями:

<b>Формируемые компетенции</b>	<b>Индикаторы достижения компетенций</b>
<b>УК-4.</b> Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	<b>УК-4.1.</b> Представляет результаты академической и профессиональной деятельности на различных публичных мероприятиях, включая международные, выбирая наиболее подходящий формат; <b>УК-4.2.</b> Аргументированно и конструктивно отстаивает свои позиции и идеи в академических и профессиональных дискуссиях на государственном языке РФ и иностранном языке; <b>УК-4.3.</b> Владеет навыками ведения деловой переписки на русском и иностранном языке; <b>УК-4.4.</b> Составляет, переводит и редактирует различные академические тексты (рефераты, эссе, обзоры, статьи и т.д.), в том числе на иностранном языке.
<b>ОПК-5.</b> Способен использовать инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов	<b>ОПК-5.1.</b> Проводит патентный поиск в профессиональной области.

*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:*

- вести деловую переписку на изучаемом языке;
- работать с оригинальной литературой по специальности;
- работать со словарем;
- вести речевую деятельность применительно к сфере деловой и профессиональной коммуникации.

*Владеть:*

- иностранным языком на уровне делового и профессионального общения, навыками и умениями речевой деятельности применительно к сфере деловой 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**

#### **Раздел 1. Грамматические аспекты делового общения на иностранном языке.**

1.1 Грамматические трудности изучаемого языка: Видовременные формы глагола в действительном залоге. (в письменной и устной речи в сфере делового общения.)

1.2 Особенности употребления страдательного залога в устной речи в ситуациях бизнес общения. Инфинитив. Образование и употребление инфинитивных оборотов в деловой корреспонденции.

1.3 Основы деловой корреспонденции. Деловое письмо. Требования к деловому письму. Способы расположения текста в деловом письме.

1.4 Практика устной речи по теме «Речевой этикет делового общения» (знакомство, представление, установление и поддержание контакта, запрос и сообщение информации, побуждение к действию, выражение просьбы, согласия).

#### **Раздел 2. Чтение, перевод и особенности специальной бизнес литературы.**

2.1 Лексические особенности деловой документации. Терминология бизнес литературы на изучаемом языке.

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

2.3 Грамматические трудности изучаемого языка. Особенности употребления неличных форм глагола в деловой документации на английском языке (причастия, причастные обороты, герундий).

2.4 Изучающее чтение текстов в сфере делового общения.

Организация работы со специальными словарями. Понятие о реферировании текстов по специальности.

#### **Раздел 3. Профессиональная коммуникация в сфере делового общения.**

3.1 Практика устной речи по темам: «Проведение деловой встречи», «Заключение контракта». Устный обмен информацией: Устные контакты в ситуациях делового общения.

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

3.3 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 в процессе делового общения.

3.4 Презентация научного материала и разговорная практика делового общения по темам: «Технологии будущего», «Бизнес проекты в сфере химии и химической технологии».

### **4. Объем учебной дисциплины**

Виды учебной работы	1 семестр		2 семестр		Всего	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>5</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,5</b>	<b>17,2</b>	<b>0,9</b>	<b>34,4</b>	<b>1,4</b>	<b>51,6</b>
Практические занятия	0,5	17	0,9	34	1,4	51
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>1,5</b>	<b>54,8</b>	<b>1,1</b>	<b>38</b>	<b>2,6</b>	<b>92,8</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,5	54,8	1,1	38	2,6	92,8

Контактная самостоятельная работа		-		-		-
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>зачёт</b>		<b>экзамен</b>			
<b>Экзамен</b>	-	-	<b>1</b>	<b>35,6</b>	<b>1</b>	<b>35,6</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	-	<b>0,2</b>	1	0,4	1	0,6
Подготовка к экзамену	-	-		35,6		35,6

Виды учебной работы	1 семестр		2 семестр		Всего	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>2</b>	<b>54</b>	<b>3</b>	<b>81</b>	<b>5</b>	<b>135</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,5</b>	<b>12,9</b>	<b>0,9</b>	<b>25,8</b>	<b>1,4</b>	<b>38,7</b>
Практические занятия	0,5	12,75	0,9	25,5	1,4	38,25
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>1,5</b>	<b>41,1</b>	<b>1,1</b>	<b>28,5</b>	<b>2,6</b>	<b>69,6</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,5	41,1	1,1	28,5	2,6	69,6
Контактная самостоятельная работа		-		-		-
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>зачёт</b>		<b>экзамен</b>			
<b>Экзамен</b>	-	-	<b>1</b>	<b>27,3</b>	<b>1</b>	<b>27,3</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	-	<b>0,15</b>	1	0,3	1	0,45
Подготовка к экзамену	-	-		27,3		27,3

### Аннотация рабочей программы дисциплины

#### «Дополнительные главы математики в наноматериалах» (Б1.О.04)

**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 компетенциями:

Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
<b>УК-1.</b> Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	<b>УК-1.1.</b> Составляет аннотации по результатам поиска информации из документальных источников и исследовательской литературы; <b>УК-1.2.</b> Создает аналитический обзор по заданной теме, сопоставляя данные различных источников с использованием критериального подхода; <b>УК-1.3.</b> Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними; <b>УК-1.4.</b> Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению.
<b>ОПК-5.</b> Способен использовать инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов	<b>ОПК-5.3.</b> Использует прикладные программы и средства автоматизированного проектирования при решении инженерных задач.

*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.  $\chi^2$ -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.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2,00</b>	<b>72</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,47</b>	<b>17</b>
Лекции (Лек)	0,22	8
Практические занятия (ПЗ)	0,25	9
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,53</b>	<b>55</b>
Контактная самостоятельная работа	1,53	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		54,8
<b>Вид контроля:</b>		
<b>Зачет</b>	+	+

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2,00</b>	<b>54,00</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,47</b>	<b>12,75</b>
Лекции (Лек)	0,22	6,00
Практические занятия (ПЗ)	0,25	6,75
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,53</b>	<b>41,25</b>
Контактная самостоятельная работа	1,53	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		41,10
<b>Вид контроля:</b>		
<b>Зачет</b>	+	+

#### Аннотация рабочей программы дисциплины

##### «Оценка рисков и экономической эффективности при внедрении инновационных решений и технологий» (Б1.О.05)

1. **Цель дисциплины** – получение системы научных знаний в области современных проблем науки, техники и технологий, с применением методологии комплексной оценки и анализа основных рисков при внедрении инновационных технологий в системе национальной экономики с использованием инструментов эффективного управления.

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

*Обладать* следующими компетенциями:

Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
<b>УК-2</b> Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	<p><b>УК-2.1</b> Формулирует на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ ее решения через реализацию проектного управления</p> <p><b>УК-2.2</b> Выявляет резервы и разрабатывает меры по обеспечению режима ресурсоэффективности на предприятии</p> <p><b>УК-2.3</b> Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы: формулирует цель, задачи, обосновывает актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения</p> <p><b>УК-2.4</b> Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы: формулирует цель, задачи,</p>

	обосновывает актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения
<b>ОПК-2.</b> Способен управлять профессиональной и иной деятельностью на основе применения знаний проектного и финансового менеджмента	<b>ОПК-2.1.</b> Планирует работу малого предприятия, специализирующегося на производстве высокотехнологичной продукции; <b>ОПК-2.2</b> Владеет опытом производственного менеджмента: расчета экономической и ресурсоэффективной составляющей при выполнении исследовательской работы.
<b>ОПК-3.</b> Способен управлять жизненным циклом создания инженерных продуктов в области нанотехнологий и наноматериалов с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений	<b>ОПК-3.1.</b> владеет современными методами анализа эффективности производственного процесса и оценки производственных потерь и подходами к разработке комплекса мероприятий по их устранению; <b>ОПК-3.2.</b> Проводит технико-экономическое обоснование и экономическую оценку проектных решений и инженерных задач; <b>ОПК-3.3.</b> Анализирует и оценивает затраты предприятия (проекта) с учетом инженерных рисков. <b>ОПК-3.4</b> Проводит экологическую оценку проектных решений и инженерных задач.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

*Знать:*

- теоретические особенности и действующую практику в области оценки экономической эффективности принимаемых решений в области профессиональной деятельности;
- содержание способы и инструменты анализа и управления рисками;
- методы расчета экономической эффективности принятия инновационных решений;

*Уметь:*

- проводить оценку и экономический анализ научной, технической документации в области инновационных видов деятельности и рассчитать эффективность управления рисками;
- оценить и проанализировать экономическую эффективность и последствия принимаемых решений в области профессиональной деятельности.

*Владеть:*

- методами и инструментами разработки и анализа альтернативных технологических и управленческих решений;
- инструментами прогнозирования экономических последствий принимаемых решений;
- методами и инструментами экономической оценки эффективности технологических процессов, их безопасности и технологических рисков при внедрении новых технологий.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

#### **Раздел 1. Введение в основы проектирования систем управления рисками**

**Тема 1. Неопределенность и риск: общие понятия.** Общее понятие о неопределенности и рисках. Множественность сценариев реализации инвестиций. Понятия об эффективности и устойчивости проектных решений в условиях неопределенности. Формирование организационно-экономического механизма реализации инновационных решений с учетом факторов неопределенности и риска. Основные системы управления риском. Укрупненная оценка устойчивости, на примере инвестиционного проекта. Премия за риск. Кумулятивный метод оценки премии за риск. Модель оценки капитальных активов (CAPM). Управление по MRP-системе и др.

Современные методы ведения научной, предпринимательской деятельности, инновационные процессы, происходящие в национальной экономике. Методы оценки и технико-экономического обоснования инновационных и инвестиционных проектов для формирования навыков управления в научной сфере деятельности. Методы комплексного анализа и оценки современных научных достижений, генерирования новых идей при решении исследовательских и научно-практических задач в области техники и технологий.

**Тема 2. Системные аспекты проектирования в управлении рисками.** Необходимость проектирования систем управления рисками хозяйствующих субъектов в условиях рыночной экономики. Этапы системного анализа и их характеристика. Методы системного анализа. Параметры системы: параметры среды, параметры управляющих воздействий, параметры внутреннего состояния системы, неуправляемые переменные. Границы и структура системы, подсистемы. Открытые, закрытые, относительно обособленные системы. Типы функционирования экономической системы: стихийный, нормативный. Характеристика состояния системы.

**Тема 3. Характеристика инструментов проектирования в управлении рисками.** Проектирование как вид деятельности. Проектирование в условиях неопределенности. Стратегическая роль «инструментального ящика» в проектировании систем управления. Жизненный цикл инвестиционного проекта. Стратегии процессов управления проектами и наборов инструментов, поддерживающих конкурентные стратегии. Влияние личностных факторов на проектирование систем управления рисками. Личностные факторы, влияющие на степень риска при принятии управленческих решений. Психологические проблемы поведения личности. Отношение личности к риску. Интуиция и риск. Теория рационального поведения. Конфликтные ситуации при проектировании систем управления рисками. Принятие решения в условиях риска.

#### **Раздел 2. Система управления риском в условиях неопределенности рынка**

**Тема 4. Интегрированная модель идентификации событий и управления рисками COSO–ERM.** Стандарт COSO–ERM. Цели системы менеджмента организации. Базовые принципы COSO–ERM. Сущность управления рисками COSO–ERM. Система управления рисками хозяйствующих субъектов. Компоненты процесса управления рисками: внутренняя среда, постановка целей, определение критериев, идентификация событий, оценка рисков, виды рисков, реагирование на риск, средства контроля, информация и коммуникация, мониторинг. Влияние событий и факторов на риски и возможности. Методология идентификации событий: реестр событий, внутренний анализ, эскалация или пороговые триггеры, интервью и семинары-техники идентификации событий, предшественники событий, методологии обработки данных о разрушительных событиях, анализ выполнения процесса, зависимости между событиями, категории событий, различение рисков и возможностей. Эффективность и ограничения модели COSO–ERM.

**Тема 5. Оценка эффективности систем управления риском.** Общие подходы к оценке эффективности методов управления риском. Экономические критерии оценки эффективности управления риском. Составление карты рисков. Анализ экономической эффективности проекта. Применение методов дисконтирования для оценки экономической эффективности проекта. Учет страновых рисков при оценке инвестиционных проектов. Оценка экономической эффективности страхования и самострахования рисков. Финансирование риска и анализ эффективности методов управления. Методика анализа и результаты анализа эффективности систем управления рисками.

**Тема 6. Расчеты ожидаемой эффективности инвестиций.** Инвестиции и инвестиционная деятельность. Инвестиции: экономическое содержание и виды. Структура инвестиций. Факторы, оказывающие влияние на инвестиционную деятельность. Теоретические основы инвестиционного анализа. Цель и задачи инвестиционного анализа. Объекты и субъекты инвестиционного анализа. Информационная база инвестиционного анализа. Компьютерные технологии в инвестиционном анализе. Укрупненная оценка

устойчивости для его участников. Расчет границ безубыточности и эффективности. Оценка устойчивости путем варьирования его параметров. Оценка эффективности принятия решения в условиях неопределенности. Вероятностная (стохастика), субъективные вероятности и их использование при оценке эффективности и интервальная неопределенность. Формула Гурвица. Методы и инструменты управления ресурсами.

### **Раздел 3. Управление риском**

**Тема 7. Оптимизация и рациональный подход в управлении риском.** Задачи оптимизации и общие принципы управленческих решений. Учет вложений собственных ресурсов. Методы альтернативных решений, альтернативных издержек, единовременные и текущие альтернативные издержки. Альтернативная стоимость ресурса. Альтернативные издержки в условиях риска и др. Показатели, оцениваемые при расчете эффективности принятия решений. Составление реестра причинно-следственных связей проявления рисков. Количественная оценка рисков. Профильные риски. Основные направления нейтрализации рисков профессиональной деятельности.

**Тема 8. Общие и нетрадиционные подходы к оценке инновационных рисков.** Современная и будущая стоимости денежного потока. Теоретические основы дисконтирования в условиях неопределенности. Особенности оценки риска инвестиций в условиях современной российской экономики. Оценка финансовой реализуемости управленческих решений и эффективности участия в нем акционерного капитала. Различные аспекты влияния фактора времени. Последовательность проявления рисков. Инструменты оценки коммерческой привлекательности инвестиционного проекта, коммерциализации инноваций, специфика научного, инновационного предпринимательства. Общие подходы к оценке эффективности методов управления риском. Экономические критерии оценки эффективности управления риском. Составление карты рисков. Анализ экономической эффективности управленческих решений на примере инвестиционного проекта. Применение методов дисконтирования для оценки экономической эффективности проекта. Учет страновых рисков при оценке инвестиционных проектов. Оценка экономической эффективности страхования и самострахования рисков. Финансирование риска и анализ эффективности методов управления. Методика и результаты анализа эффективности системы управления рисками.

**Тема 9. Расчет показателей эффективности инвестиционного проекта.** Предварительная аналитическая оценка проекта. Упрощенный пример оценки эффективности и финансовой реализуемости проекта. Обычная методика. Уточненная методика. Определение ЧДД. Определение ВИД. Определение срока окупаемости от начала проекта. Определение финансовой реализуемости проекта и эффективности акционерного капитала. Исходные данные. Макро- и микро- экономическое окружение. Инструменты целеполагания в системе рисков. Основные сведения об операционной деятельности. Инновационная и инвестиционная деятельность. Методология оценки рисков научной и профессиональной деятельности в условиях неопределенности. Расчет рисков. Результаты расчетов. Оценка и анализ экономической эффективности, условия и последствия принимаемых организационных, экономических и управленческих решений в области профессиональной деятельности.

### **4. Объем учебной дисциплины**

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>72</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>34</b>
Лекции (Лек)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,06</b>	<b>38</b>
Контактная самостоятельная работа	1,06	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		37,8

<b>Вид контроля:</b>		
Зачет	+	+
Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>25,5</b>
Лекции (Лек)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,94	25,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,06</b>	<b>28,5</b>
Контактная самостоятельная работа	1,06	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		28,35
<b>Вид контроля:</b>		
Зачет	+	+

### Аннотация рабочей программы дисциплины

#### «Лабораторные работы по физическим и химическим свойствам наноматериалов и наносистем» (Б1.О.06)

**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.

**Задача дисциплины** – формирование у обучающихся представлений об основных свойствах наноматериалов, методах их оценки и экспериментального исследования, описание и порядок выполнения лабораторных работ.

#### **2. В результате изучения дисциплины студент должен:**

Обладать следующими компетенциями:

<b>Формируемые компетенции</b>	<b>Индикаторы достижения компетенций</b>
<b>ОПК-6.</b> Способен демонстрировать социальную ответственность за принимаемые решения, учитывать правовые и культурные аспекты, обеспечивать устойчивое развитие при ведении профессиональной и иной деятельности	<b>ОПК-6.1.</b> Рассчитывает длительность выполнения технологических операций с использованием нормативных справочников; <b>ОПК-6.2.</b> Оценивает по критериям технологии синтеза наноматериалов с точки зрения безопасности для сотрудников и окружающей среды; <b>ОПК-6.3.</b> Использует методики организации работы персонала, соблюдения технологической и трудовой дисциплины.
<b>ОПК-7.</b> Способен разрабатывать и актуализировать научно-техническую документацию в области получения наноматериалов	<b>ОПК-7.1.</b> Использует техническую и справочную литературу, нормативные документы при выполнении исследовательской работы в области технологии и методов диагностики наноматериалов; <b>ОПК-7.2.</b> Составляет отчеты по экспериментальным и теоретическим исследованиям, практической деятельности в соответствии с устанавливаемыми требованиями

В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:

*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:**

#### **Раздел 1. Диффузия по межфазным границам. Зернограничная диффузия.**

Лабораторная работа №1 «Объемная и зернограничная диффузия» Определение энергий активации и предэкспоненциальных множителей объемной и зернограничной диффузии. Сравнение параметров зернограничной и объемной диффузии.

#### **Раздел 2. Особенности магнитных свойств наноматериалов.**

Лабораторная работа №2 «Получение и исследование свойств магнитной жидкости с дисперсионной средой вакуумного масла». Получение частиц дисперсной фазы магнитной жидкости методом соосаждения. Исследование размера частиц дисперсии магнитной жидкости методом динамического светорассеяния.

Лабораторная работа №3 «Получение и исследование магнитных свойств нанокompозитов Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B». Синтез нанокompозитных частиц Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B и исследование магнитных свойств. Определение размеров частиц Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B методом оптического светопроектирования и электронной микроскопии.

#### **Раздел 3. Особенности кинетики процессов в гетерофазных системах с наноструктурами.**

Лабораторная работа №4 «Изучение кинетики высвобождения водорастворимых веществ из наноструктурированных сред методом диализа». Изучение кинетики высвобождения водорастворимого красителя родамина С из микроэмульсии и жидкого красителя лецитина методом диализа.

#### **Раздел 4. Размерный эффект.**

Лабораторная работа №5 «Синтез квантовых точек CdSe». Синтез квантовых точек CdSe методом горячей инъекции. Исследование фотолюминесцентных свойств квантовых точек.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>72</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>34</b>
Лекции (Лек)	-	-
Лабораторные занятия (Лаб)	0,94	34
Практические занятия (ПЗ)	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,06</b>	<b>38</b>
Контактная самостоятельная работа	1,06	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		37,8
<b>Вид контроля:</b>		
<b>Зачет с оценкой</b>	+	+
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>25,5</b>
Лекции (Лек)	-	-
Лабораторные занятия (Лаб)	0,94	25,5
Практические занятия (ПЗ)	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,06</b>	<b>28,5</b>
Контактная самостоятельная работа	1,06	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		28,35
<b>Вид контроля:</b>		
<b>Зачет с оценкой</b>	+	+
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

#### 5.2 Дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений (обязательные вариативные дисциплины)

##### Аннотация рабочей программы дисциплины «Квантовая механика» (Б1.В.01)

**1. Цель дисциплины** – приобретение студентами знаний по основным разделам физики и умению применять их в других естественнонаучных дисциплинах.

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

*Обладать* следующими компетенциями:

Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
<b>ПК-3</b> Способен к анализу и обобщению результатов научно-исследовательских работ, поиску и анализу научной и технической информации в области нанотехнологии и	<b>ПК-3.1.</b> Имеет опыт сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации в области нанотехнологии и смежных дисциплин; <b>ПК-3.2.</b> Оценивает уровень исследований, обоснованность предлагаемых решений и рекомендаций по реализации и использованию

смежных дисциплин для научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых исследований, к самостоятельной подготовке публикаций в отечественных и зарубежных изданиях	результатов научных-исследований; <b>ПК-3.3</b> Производит статистическую обработку результатов экспериментальных исследований наноструктурированных материалов.
---	---

*Знать:*

- физические основы механики, статистической физики и 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**

#### **Раздел 1. Сущность квантовой концепции в исследовании законов природы.**

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.

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.

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.

### **Раздел 2. 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.

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.

### **Раздел 3. Квантовомеханическое описание состояний атомов.**

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.

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.

### **4. Объем учебной дисциплины**

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>34</b>
Лекции (Лек)	0,47	17
Лабораторные занятия (Лаб)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,47	17
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,06</b>	<b>38</b>
Контактная самостоятельная работа	1,06	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		38
<b>Вид контроля:</b>		
<b>Экзамен</b>	<b>1,0</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,4
Подготовка к экзамену		35,6
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>25,50</b>
Лекции (Лек)	0,47	12,25
Лабораторные занятия (Лаб)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,47	12,25
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,06</b>	<b>28,5</b>
Контактная самостоятельная работа	1,06	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		84
<b>Вид контроля:</b>		
<b>Экзамен</b>	<b>1,0</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,3
Подготовка к экзамену		26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Супрамолекулярная химия»  
(Б1.В.02)**

**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 компетенциями:

<b>Формируемые компетенции</b>	<b>Индикаторы достижения компетенций</b>
<b>ПК-2</b> Способен самостоятельно проводить научно-исследовательские работы по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов	<b>ПК-2.1.</b> Формирует требования к экспериментальным образцам наноматериалов и наносистем и результатам научно-исследовательских работ по их разработке; <b>ПК-2.2.</b> Выбирает методы и средства проведения исследований и разработок; <b>ПК-2.3.</b> Определяет пути решения научных и технических задач в области работ по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов
<b>ПК-3</b> Способен к анализу и обобщению результатов научно-исследовательских работ, поиску и анализу научной и технической информации в области нанотехнологии и смежных дисциплин для научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых исследований, к самостоятельной подготовке публикаций	<b>ПК-3.1.</b> Имеет опыт сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации в области нанотехнологии и смежных дисциплин; <b>ПК-3.2.</b> Оценивает уровень исследований, обоснованность предлагаемых решений и рекомендаций по реализации и использованию результатов научных-исследований.

в отечественных и зарубежных изданиях	
<b>ПК-4</b> Способен представлять исторические этапы развития нанотехнологии, важнейшие открытия отечественных ученых, наиболее актуальные проблемы, связанные с созданием и применением наносистем и наноматериалов в Российской Федерации и в мире	<b>ПК-4.1.</b> Анализирует современное состояние и исторический путь развития нанотехнологии в Российской Федерации и в мире; <b>ПК-4.2.</b> Формулирует наиболее актуальные проблемы, связанные с созданием и применением наносистем и наноматериалов в Российской Федерации и в мире

*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:**

#### **Раздел 1. Введение. Основные понятия.**

**Раздел 1.1** Введение. Краткая история супрамолекулярной химии. Значимость научно-исследовательских работ в области супрамолекулярной химии для практического применения.

Природа нековалентных взаимодействий (координационные связи, диполь-дипольные взаимодействия, силы Ван-дер-Ваальса, стэкинг-взаимодействие, водородные связи). Получение 1D, 2D, 3D- структур. Молекулярная библиотека Р. Стенга и Б.

Оленюка. Искусственные мембраны, мембранный транспорт. Моно- и полислои Лэнгмюра-Блоджетт. Везикулы, мицеллы: специфические типы материалов. Супрамолекулярная организация в нуклеиновых кислотах, белках.

Физико-химические методы исследования супрамолекулярных систем (оптическая спектроскопия, рентгеноструктурный анализ, ЯМР-спектроскопия, масс-спектрометрия, полярография, потенциометрия, кондуктометрия, квантовохимические методы расчета.

**Раздел 1.2 Молекулярное распознавание. Комплементарность. Геометрическое, природное, энергетическое соответствие. Эндорецепторы, экзорецепторы. Гибкие, жесткие рецепторы. Монотопные и политопные рецепторы. Природные рецепторы (валиномицин, боверицин, макротетралиды, линейные полиэфирные антибиотики). Рецепторы для анионных субстратов. Связывание нейтральных молекул. Комплексы с аммонийными катионами. Дифильный рецептор. Хиральное распознавание. Геликаты. Молекулярные узлы..**

Самосборка и самоорганизация органических молекул. Самосборка в присутствии ионов металлов, образование структурных элементов этажерок, лесенок, решеток. Самосборка за счет водородных связей. Многокомпонентная самосборка. Самосборка упорядоченных фаз и кристаллических структур, направляемая образованием водородных связей.

## **Раздел 2. Основные типы лигандов и субстратов**

**Раздел 2.1 Краун-эфиры – первые искусственные молекулы-рецепторы. Номенклатура, методы синтеза краун-эфиров, криптандов, подандов. Особенности комплексообразования краун-эфиров, криптандов, подандов. Селективность комплексообразования, константы устойчивости, энергия образования комплексов. Влияние противоиона соли и растворителя на процесс комплексообразования. Реорганизация краун-соединений в процессе комплексообразования. Комплексообразование с анионами и нейтральными молекулами. Применение краун-соединений в химическом синтезе, аналитической и физической химии..**

Катенаны и ротаксаны (строение, методы синтеза). Молекулярные узлы, дендримеры.

Порфирины. Физико-химические характеристики порфирина. Комплексы металлопорфиринов с молекулами пиридина, азагетероциклов, алифатических аминов. Моно- и политопные рецепторы, порфириновые димеры. Комплексообразование порфиринов с фуллеренами. Образование комплексов порфиринов с органическими молекулами за счет образования водородных связей. Супрамолекулярные полимеры на основе порфиринов. Применение порфиринов в медицине.

**Раздел 2.2 Каликсарены. Номенклатура. Одностадийный и многостадийный синтезы каликсаренов. Модификация каликсаренов. Структура каликсаренов. Физико-химические методы исследования каликсаренов. Комплексообразование с катионами металлов, аммония, органическими молекулами, смешанные комплексы. Функциональные системы на основе каликсаренов. Экстракция катионов металлов с использованием каликсаренов.**

Циклодекстрины. Строение и номенклатура циклодекстринов. Выделение циклодекстринов из крахмала. Химическая модификация циклодекстринов. Комплексообразование циклодекстринов с органическими молекулами. Комплексообразование циклодекстринов с неорганическими солями. Смешанные комплексы циклодекстринов. Реакции, протекающие в полости циклодекстринов. Процессы гидролиза, протекающие в полости циклодекстринов. Применение циклодекстринов для модификации свойств органических соединений и в жидкостной хроматографии.

Кукурбитурилы. Методы получения. Комплексообразование с катионами металла и органическими заряженными молекулами.

## **Раздел 3. Биомиметические системы**

**Раздел 3.1 Определение абиотических молекул и реакций, биомиметического подхода. Природные и искусственные ионофоры. Комплексоны для производных**

аммония, дикарбоновых кислот, аминокислот. Комплексоны для ДНК. Искусственные каталитические системы. Моделирование биологических реакций. Гидролиз амидов, сложных эфиров, эфиров фосфорных кислот. Циклические углеводородные системы, моделирующие протеазы, дегидрогеназы. Супрамолекулярные металлокатализаторы

#### **Раздел 4. Супрамолекулярная фотоника**

**Раздел 4.1** Супрамолекулярные системы, фотохимические превращения которых основаны на протекании электроциклических реакций. Краунсодержащие спиросоединения. Фотоуправляемое комплексообразование спиронафтоксазинов. Спиропираны в качестве искусственных биологических рецепторов. Спиропираны в составе белков. Спиропираны в составе полимеров. Краунсодержащие нафтопираны и фотоуправляемые сенсоры на их основе. Краунсодержащие дигетарилэтены. Краунсодержащие трифенилметановые красители.

**Раздел 4.2** Фотоиндуцированный перенос электрона в фотоактивных системах. Нелинейные оптические свойства супрамолекулярных ансамблей. Супрамолекулярная электрохимия и супрамолекулярные электронные устройства. Основные типы компонент для осуществления переноса электрона. Основные типы устройств по переносу электрона. Молекулярные провода. Электропереключающие устройства.

Фотоиндуцированный перенос энергии в организованных системах. Механизмы переноса энергии, доноры, акцепторы энергии фотона. Основные компоненты и типы устройств по переносу энергии. Методы исследования и регистрации процессов переноса энергии.

#### **Раздел 5. Органические проводники**

**Раздел 5.1** Молекулярные машины. Устройство молекулярных машин. Молекулярные шестеренки, молекулярные мускулы. Машины, работающие при изменении кислотности среды и при протекании окислительно-восстановительных процессов. Молекулярный насос, молекулярный мотор. Молекулярные машины, работающие при изменении кислотности среды, переносе электрона, при фотооблучении. Молекулярный автомобиль.

**Раздел 5.2** Супрамолекулярная химия металлоорганических гибридных материалов. Методы получения металлических наночастиц. Методы получения гибридных металлоорганических наночастиц и наноматериалов. Методы изучения гибридных наноматериалов. Примеры гибридных наночастиц и их свойства. Перспективы гибридных наноматериалов.

#### **4. Объем учебной дисциплины**

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>72</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>34</b>
Лекции (Лек)	0,47	17
Лабораторные занятия (Лаб)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,47	17
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,06</b>	<b>38</b>
Контактная самостоятельная работа	1,06	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		37,8
<b>Вид контроля:</b>		
<b>Зачет с оценкой</b>	+	+
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>25,50</b>
Лекции (Лек)	0,47	12,25
Лабораторные занятия (Лаб)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,47	12,25
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,06</b>	<b>28,5</b>
Контактная самостоятельная работа	1,06	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		28,35
<b>Вид контроля:</b>		
<b>Зачет с оценкой</b>	+	+
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Элементы кристаллографии» (Б1.В.03)**

**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.

**Задача дисциплины** – подготовка к использованию симметричного подхода в разработке и химической технологии наноматериалов путём изучения способов описания строения идеальных и реальных кристаллических структур, ознакомления с основными положениями теории роста нанокристаллов, связи их формы и структуры с симметрией физического и химического окружения; подготовка к самостоятельному анализу и использованию в практической деятельности результатов структурных исследований.

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

*Обладать* следующими компетенциями:

<b>Формируемые компетенции</b>	<b>Индикаторы достижения компетенций</b>
<b>ПК-1</b> Способен диагностировать структуру материала на микро и наноуровне	<b>ПК-1.3.</b> Владеет опытом определения структуры материала с использованием дифракционных и спектральных методов.
<b>ПК-4</b> Способен представлять исторические этапы развития нанотехнологии, важнейшие открытия отечественных ученых, наиболее актуальные проблемы, связанные с созданием и применением наносистем и наноматериалов в Российской Федерации и в мире	<b>ПК-4.1.</b> Анализирует современное состояние и исторический путь развития нанотехнологии в Российской Федерации и в мире.

*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:**

#### **Раздел 1. Точечные группы симметрии**

**Основные понятия и проецирование кристаллов.** 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, Шэнфлиса и Германа-Могена. Координатные системы в кристаллографии. Категории и сингонии кристаллов. Установка кристаллов.

#### **Раздел 2. Простые формы и морфогенез кристаллов**

**Методы кристаллографического индцирования.** 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.

### Раздел 3. Основы кристаллохимии и физические свойства кристаллов

**Симметрия кристаллической структуры.** Пространственная решётка, ячейки Браве. 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. Правильные системы точек и их характеристики.

**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. Коллоидные кристаллы как частный пример плотнейшей шаровой упаковки.

**Несовершенные кристаллы.** Напряжения, деформации и упругость кристаллов. Скольжение, элементы и независимые системы скольжения. Дефекты упаковки и частичные дислокации. Дислокации в наиболее характерных кристаллографических структурах. Точечные дефекты. Двойникование. Особенности проявления структурного несовершенства в нанокристаллических материалах и коллоидных кристаллах.

**Физические свойства кристаллов.** Скалярные, векторные и тензорные свойства. Связь оптических, электрических и магнитных свойств со структурой кристалла.

**Методы исследования внутреннего строения кристаллов.** Методы исследования структуры кристаллов. Дифракционные и спектроскопические методы в приложении к исследованию наноматериалов. Анализ данных дифракции рентгеновских лучей и нейтронов.

### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	-	-
Лабораторные занятия (Лаб)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	1,42	51
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,58</b>	<b>93</b>
Контактная самостоятельная работа	2,58	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		92,8
<b>Вид контроля:</b>		
<b>Зачет с оценкой</b>	+	+
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>38,25</b>
Лекции (Лек)	-	-
Лабораторные занятия (Лаб)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	1,42	38,25
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,58</b>	<b>69,75</b>
Контактная самостоятельная работа	2,58	0,15

Самостоятельное изучение разделов дисциплины		69,60
<b>Вид контроля:</b>		
<b>Зачет с оценкой</b>	+	+
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

Аннотация рабочей программы дисциплины  
**«Процессы на поверхности раздела фаз»**  
**(Б1.В.04)**

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

**Задача дисциплины** - 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 компетенциями:

<b>Формируемые компетенции</b>	<b>Индикаторы достижения компетенций</b>
<b>ПК-2</b> Способен самостоятельно проводить научно-исследовательские работы по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов	<b>ПК-2.2.</b> Выбирает методы и средства проведения исследований и разработок; <b>ПК-2.3.</b> Определяет пути решения научных и технических задач в области работ по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов
<b>ПК-4</b> Способен представлять исторические этапы развития нанотехнологии, важнейшие открытия отечественных ученых, наиболее актуальные проблемы, связанные с созданием и применением наносистем и наноматериалов в Российской Федерации и в мире	<b>ПК-4.2.</b> Формулирует наиболее актуальные проблемы, связанные с созданием и применением наносистем и наноматериалов в Российской Федерации и в мире

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 нанобъектов 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:**

#### **Раздел 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. Квазиравновесие в дисперсных системах с наночастицами и наноструктурированных системах. Зависимость поверхностного натяжения от размеров наночастиц. Структура поверхностного слоя.

1.2. Термодинамическая и кинетическая устойчивость наносистем. Самопроизвольное уменьшение поверхностной энергии наносистем. Способы стабилизации наночастиц.

1.3. Адсорбция в наносистемах. Влияние избытка поверхностной энергии на адсорбцию. Повышенная адсорбционная активность наночастиц. Изменение свойств поверхности наночастиц в результате адсорбции.

1.4. Образование и строение двойного электрического слоя на поверхности наночастиц. Особенности структуры двойного электрического слоя с учетом дискретности кристаллической поверхности наночастиц. Расчет толщины двойного электрического слоя при различных ионных силах водной фазы и сопоставление полученных величин с размерами наночастиц. Электростатическая стабилизация наночастиц и нанобъектов.

1.5. Агрегативная устойчивость наносистем. Классическая теория ДЛФО и современные представления об агрегативной устойчивости. Расчет энергии межмолекулярного взаимодействия в зависимости для наночастиц различного размера в зависимости от расстояния между ними. Снижение энергии межмолекулярного взаимодействия с уменьшением размеров наночастиц. Построение кривых парного взаимодействия в зависимости от размеров наночастиц, ионной силы и величины Гамакера.

1.6. Кинетика агрегации наночастиц. Теория Смолуховского. Расчеты изменения концентраций мономеров, димеров и тримеров от времени. Отличия быстрой и медленной агрегации, влияние величины потенциального барьера на скорость агрегации.

Броуновское движение наночастиц. Зависимость броуновского движения от свойств наночастиц и дисперсионной среды.

1.7. Седиментация в системах, содержащих нанобъекты. Седиментационная устойчивость наносистем. Седиментационно-диффузионное равновесие в системах, содержащих наночастицы. Седиментационно-агрегативные профили в системах с наночастицами - способы экспериментального исследования. Определение размеров частиц при седиментации в гравитационном и центробежных полях. Ультрацентрифуги.

#### **Раздел 2. Оптические наночастиц, реологические свойства наноматериалов, наноструктурированных систем**

2.1. Оптические свойства различных наночастиц и наноматериалов. Оптические свойства в зависимости от размера наночастиц. Особенности применения законов

Ламберта-Бугера-Бера и Релея в дисперсных системах с наночастицами. Оптические методы исследования наночастиц.

2.2. Структурно-механические свойства наноматериалов, наноструктурированных систем и систем, содержащих наночастицы. Свободнодисперсные и связнодисперсные наносистемы. Особенности наноструктурированных дисперсных систем.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>5</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>34</b>
Лекции (Лек)	0,47	17
Лабораторные занятия (Лаб)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,47	17
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3,06</b>	<b>110</b>
Контактная самостоятельная работа	3,06	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		110
<b>Вид контроля:</b>		
<b>Экзамен</b>	<b>1,0</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,4
Подготовка к экзамену		35,6
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>5</b>	<b>135</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>25,5</b>
Лекции (Лек)	0,47	12,75
Лабораторные занятия (Лаб)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,47	12,75
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3,06</b>	<b>82,5</b>
Контактная самостоятельная работа	3,06	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		82,5
<b>Вид контроля:</b>		
<b>Экзамен</b>	<b>1,0</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,3
Подготовка к экзамену		26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Термический анализ наноматериалов» (Б1.В.05)

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

##### **Задачи дисциплины:**

- 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 компетенциями:

<b>Формируемые компетенции</b>	<b>Индикаторы достижения компетенций</b>
<b>ПК-1</b> Способен диагностировать структуру материала на микро и наноуровне	<b>ПК-1.5.</b> Владеет опытом использования термических методов анализа для определения структуры материалов на микро- и наноуровне

В результате изучения дисциплины обучающийся должен

*Знать:*

- классификацию методов термического анализа;
- физическо-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.

### **3. Краткое содержание дисциплины:**

#### **Раздел 1. Основные методы термического анализа наноматериалов**

**История и этапы развития термических методов анализа.** Метод Ле-Шателье. Основные виды термического анализа: термогравиметрический анализ (ТГА), дифференциально-термический анализ (ДТА) и дифференциальная сканирующая калориметрия (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.** 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.

**Дифференциально-термический анализ.** Основы метода дифференциально-термического анализа. Уравнение Кирхгофа. Принцип устройства прибора ДТА. Кривые ДТА. Преимущества и недостатки ДТА. Теплоперенос. Требования к эталонным образцам.

**Дифференциально-сканирующая калориметрия.** Области применения ДСК. Способы определения температурных интервалов разложения веществ и фазовых переходов. Количественное определение тепловых эффектов. Исследование кинетики

реакций термического разложения материалов. Разница между ДТА и ДСК. Синхронный термический анализ (СТА) материалов.

## **Раздел 2. Практическое использование термических методов анализа наноматериалов**

**Аппаратурно-техническое оформление термического анализа.** Типы термопар, используемых при проведении термического анализа. Тигли для проведения термического анализа. Совместимость термопар и тиглей с исследуемыми материалами. Печи – области применимости печей различной конструкции.

**Экспериментальные кривые ТГ-ДСК и артефакты.** 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 при проведении термического анализа. Влияние формы тигля и возможного движения образца. Дрейф и конвекция. Артефакты, вызванные изменением внешних условий.

**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.

## **Раздел 3. Комплексные методы анализа наноматериалов и современные тенденции развития термического анализа**

**Термокинетический анализ.** Безаприорные и модель-обусловленные методы термокинетического анализа. Определение энергии активации реакции разложения методами Озава-Флинн-Уолла и Киссинджера. Особенности использования данных термогравиметрических и калориметрических исследований. Особенности проведения модель-обусловленного анализа.

**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.

**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.

**Тенденции развития термического анализа.** 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
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,47	17
Лабораторные занятия (Лаб)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,58</b>	<b>93</b>
Контактная самостоятельная работа	2,58	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		92,8
<b>Вид контроля:</b>		
<b>Зачет</b>	+	+

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>38,25</b>
Лекции (Лек)	0,47	12,75
Лабораторные занятия (Лаб)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,94	25,50
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,58</b>	<b>69,75</b>
Контактная самостоятельная работа	1,22	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		69,60
<b>Вид контроля:</b>		
<b>Зачет</b>	+	+

Аннотация рабочей программы дисциплины  
**«Методы механохимии»**  
**(Б1.В.06)**

**1. Цель дисциплины** – приобретение студентами знаний о механохимических методах получения наноматериалов, механизмах механохимических реакции, о перспективных областях применения механохимических методов.

**Задача дисциплины** – ознакомление студентов с механохимическими методами синтеза наночастиц и наноматериалов, с физико-химическими свойствами наноматериалов, получаемых с применением механохимических методов.

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

*Обладать* следующими профессиональными компетенциями:

Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
ПК-2 Способен самостоятельно проводить научно-исследовательские работы по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов	ПК-2.2 Выбирает методы и средства проведения исследований и разработок ПК-2.3 Определяет пути решения научных и технических задач в области работ по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов

*Знать:*

- классификацию методов механохимического получения наноматериалов, физико-химические основы механохимии;
- устройство и принцип работы основных приборов, используемых в механохимическом синтезе.

*Уметь:*

- корректно рассчитывать физико-химические (кинетические и термодинамические) параметры проведения механохимических процессов
- формулировать технические требования к проведению механохимического синтеза и получаемым продуктам.

*Владеть:*

- принципами проведения эксперимента и стандартными методиками механохимического получения наноматериалов;
- методами работы с научной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам механохимического получения наноматериалов

**3. Краткое содержание дисциплины**

**Раздел 1. Механохимия и нанотехнология**

Механохимия твердого тела. История механохимии.

Теории и модели в механохимии. Механическая активация. Термодинамика механохимии. Кинетика механохимических реакций.

Основные факторы, влияющие на эффективность механоактивации. Технологические аспекты механоактивации. Потребление энергии при механоактивации. Загрязнения при механоактивации. Температурные воздействия. Агломерация и агрегация. Оборудование для механоактивации. Вибрационные мельницы. Планетарные мельницы. Миксерные мельницы. Атриторы (шаровые мельницы).

**Раздел 2. Методы анализа наноматериалов в процессах механоактивации. Механохимическая переработка твердого тела. Механохимия в промышленности.**

Методы анализа и идентификации наноматериалов в механохимии. Инфракрасная спектроскопия. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Сканирующая электронная спектроскопия. Сканирующая туннельная спектроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Трансмиссионная электронная микроскопия. Рентгеновская дифракция. Мессбауэровская спектроскопия. Электронный парамагнитный резонанс.

Механохимическая переработка твердого тела. Механохимическое восстановление. Механохимическая переработка твердого вещества в жидкости. Измельчение и выщелачивание, механохимическое выщелачивание.

Отдельные области применения механохимии. Переработка полезных ископаемых. Добывающая металлургия. Химическая инженерия. Угольная промышленность. Строительная промышленность. Агрокультура. Фармацевтика. Переработка отходов.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>34</b>
Лекции (Лек)	0,47	17
Лабораторные занятия (Лаб)	0,22	8
Практические занятия (ПЗ)	0,25	9
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,06</b>	<b>74</b>
Контактная самостоятельная работа	2,06	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		73,8
<b>Вид контроля:</b>		
Зачет с оценкой	+	+
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>25,5</b>
Лекции (Лек)	0,47	12,75
Лабораторные занятия (Лаб)	0,22	6,00
Практические занятия (ПЗ)	0,25	6,75
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,06</b>	<b>55,50</b>
Контактная самостоятельная работа	2,06	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		55,35
<b>Вид контроля:</b>		
Зачет с оценкой	+	+
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

## Аннотация рабочей программы дисциплины «Методы анализа наноматериалов» (Б1.В.07)

**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 компетенциями:

Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
<b>ПК-1</b> Способен диагностировать структуру материала на микро и наноуровне	<b>ПК-1.1.</b> Владеет опытом определения структуры материала с использованием сканирующей электронной микроскопии; <b>ПК-1.2</b> Владеет опытом определения структуры материала с использованием просвечивающей электронной микроскопии; <b>ПК-1.3.</b> Владеет опытом определения структуры материала с использованием дифракционных и спектральных методов.

*Знать:*

- физические основы методов диагностики наночастиц и наноматериалов;
- физические основы методов просвечивающей и растровой электронной микроскопии, методов сканирующей зондовой микроскопии;
- физические основы методов локального анализа
- физические основы 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:**

#### **Раздел 1. Особенности исследования нанообъектов и наносистем**

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

**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.

**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.

## Раздел 2. Методы микроскопии

**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.

**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.

## Раздел 3. Спектральные методы анализа. Дифракционные методы исследования

**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.

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

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

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

**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
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,89</b>	<b>68</b>
Лекции (Лек)	-	-
Лабораторные занятия (Лаб)	0,94	34
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,11</b>	<b>76</b>
Контактная самостоятельная работа	2,11	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		75,8
<b>Вид контроля:</b>		
Зачет с оценкой	+	+

Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой	
Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,89</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	-	-
Лабораторные занятия (Лаб)	0,94	34
Практические занятия (ПЗ)	0,94	25,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,11</b>	<b>57</b>
Контактная самостоятельная работа	2,11	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		56,85
<b>Вид контроля:</b>		
Зачет с оценкой	+	+
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Синтез наночастиц в жидких средах» (Б1.В.08)**

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

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

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

*Обладать следующими компетенциями:*

Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
<b>ПК-2</b> Способен самостоятельно проводить научно-исследовательские работы по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов	<b>ПК-2.1.</b> Формирует требования к экспериментальным образцам наноматериалов и наносистем и результатам научно-исследовательских работ по их разработке; <b>ПК-2.2.</b> Выбирает методы и средства проведения исследований и разработок; <b>ПК-2.3.</b> Определяет пути решения научных и технических задач в области работ по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов
<b>ПК-4</b> Способен представлять исторические этапы развития нанотехнологии, важнейшие открытия отечественных ученых, наиболее актуальные проблемы, связанные с созданием и применением наносистем и наноматериалов в Российской Федерации и в мире	<b>ПК-4.1.</b> Анализирует современное состояние и исторический путь развития нанотехнологии в Российской Федерации и в мире; <b>ПК-4.2.</b> Формулирует наиболее актуальные проблемы, связанные с созданием и применением наносистем и наноматериалов в Российской Федерации и в мире

#### *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**

#### **Раздел 1. Основы процесса кристаллизации в жидких средах**

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

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

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

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

1.5. Кристаллизация при пересыщении и переохлаждении. Способы кристаллизации.

#### **Раздел 2. Синтез наночастиц методами осаждения**

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

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

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

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

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

### **Раздел 3. Аппаратные методы синтеза наночастиц и наноматериалов**

#### **3.1. Золь-гель метод**

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

#### **3.2. Синтез наночастиц в сверхкритических жидкостях**

Классификация методов синтеза наночастиц и наноматериалов в сверхкритических жидкостях. Роль сверхкритической жидкости при синтезе - растворитель, соразтворитель, анти-растворитель, растворенное вещество, реакционная среда. Схемы основных методов.

Использование сверхкритической воды и диоксида углерода для получения наночастиц. Варианты гидро- и сольво-термального синтеза - получение наночастиц при протекании физических и химических процессов. Основные параметры, влияющие на морфологию синтезируемых наноматериалов. Периодический и непрерывный способы организации гидро- и сольво-термального синтеза. Виды автоклавов, используемых для синтеза наночастиц.

Гидро- и сольво-термальный синтез наночастиц металлов, оксидов металлов, полупроводников.

Гидротермальный синтез наночастиц цеолитов и цеолитов с нанопористой структурой.

#### **3.3. Синтез наночастиц при физическом воздействии на реакционную среду**

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

Синтез наночастиц при воздействии ультрафиолетового, рентгеновского и радиоактивного излучения.

Механизм синтеза наночастиц при действии различных видов излучения.

Ультразвуковое воздействие. Синтез наночастиц с аморфной и нанокристаллической структурой.

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

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

#### **3.5. Криохимический метод синтеза наночастиц**

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

### 3.6. Электрохимический метод получения наноматериалов

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

### 3.7. Матричный (темплатный) синтез наночастиц и наноматериалов

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

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

Получение мезопористых силикатов.

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

### 3.8. Биологические методы синтеза наночастиц

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

### 3.9. Получение наноматериалов при самоорганизации наночастиц

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

## 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,47	17
Лабораторные занятия (Лаб)	0,47	17
Практические занятия (ПЗ)	0,47	17
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,58</b>	<b>93</b>
Контактная самостоятельная работа	2,58	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		92,8
<b>Вид контроля:</b>		
Зачет с оценкой	+	+
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>38,25</b>
Лекции (Лек)	0,47	12,75
Лабораторные занятия (Лаб)	0,47	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,47	12,75
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,58</b>	<b>69,75</b>
Контактная самостоятельная работа	2,58	0,15

Самостоятельное изучение разделов дисциплины		69,60
<b>Вид контроля:</b>		
Зачет с оценкой	+	+
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

### Аннотация рабочей программы дисциплины

#### «Газофазные процессы получения наноматериалов» (Б1.В.09)

**1. Цель дисциплины** – приобретение знаний, умений и формирование компетенций в области теории и практики использования физических и химических методов получения наноматериалов в газовой фазе, в том числе наночастиц, нанонитей и нанотрубок, пленок и покрытий, массивных наноструктурированных и микропористых материалов.

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

*Обладать* следующими компетенциями:

<b>Формируемые компетенции</b>	<b>Индикаторы достижения компетенций</b>
<b>ПК-1</b> Способен диагностировать структуру материала на микро и наноуровне	<b>ПК-1.3.</b> Владеет опытом определения структуры материала с использованием дифракционных и спектральных методов; <b>ПК-1.4.</b> Владеет опытом определения структуры наноматериалов и наноструктурированных сред с использованием сканирующей зондовой микроскопии.
<b>ПК-2</b> Способен самостоятельно проводить научно-исследовательские работы по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов	<b>ПК-2.1.</b> Формирует требования к экспериментальным образцам наноматериалов и наносистем и результатам научно-исследовательских работ по их разработке; <b>ПК-2.2.</b> Выбирает методы и средства проведения исследований и разработок; <b>ПК-2.3.</b> Определяет пути решения научных и технических задач в области работ по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов
<b>ПК-4</b> Способен представлять исторические этапы развития нанотехнологии, важнейшие открытия отечественных ученых, наиболее актуальные проблемы, связанные с созданием и применением наносистем и наноматериалов в Российской Федерации и в мире	<b>ПК-4.1.</b> Анализирует современное состояние и исторический путь развития нанотехнологии в Российской Федерации и в мире; <b>ПК-4.2.</b> Формулирует наиболее актуальные проблемы, связанные с созданием и применением наносистем и наноматериалов в Российской Федерации и в мире

*Знать:*

- физико-химические основы методов получения наночастиц и наноматериалов в газовой фазе;
- основные физические и химические методы получения наночастиц и наноматериалов в газовой фазе и перспективы их применения;
- основные технологические операции и оборудование для получения наночастиц и наноматериалов в газовой фазе;
- требования к качеству сырья и получаемых продуктов для различных методов получения наночастиц и наноматериалов в газовой фазе.

*Уметь:*

- выбирать необходимый метод синтеза наночастиц и получения наноматериалов в газовой фазе с учетом требований к качеству продукта и экономических показателей;
- оптимизировать параметры выбранного метода синтеза под конкретные цели и задачи.

*Владеть:*

- навыками использования технических средств для измерения и контроля основных параметров технологических процессов получения наночастиц и наноматериалов в газовой фазе;
- навыками анализа научно-технической литературы в области методов получения наночастиц и наноматериалов в газовой фазе.

### **3. Краткое содержание дисциплины**

#### **Раздел 1. Физические методы получения наноматериалов**

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

**1.2. Физические методы получения наночастиц.** Возгонка-десублимация. Лазерная абляция. Диспергирование в электродуговом разряде. Механическое, ультразвуковое и детонационное измельчение. Метод взрывающихся проволок. Электроискровая эрозия. Плазменная сфероидизация частиц. Криогенные методы.

**1.3. Физические методы получения массивных наноструктурированных материалов.** Интенсивная пластическая деформация. Направленная кристаллизация аморфных сплавов и стекол. Прессование и спекание (разновидности спекания).

**1.4. Физические методы получения пленок и покрытий.** Капельный метод, метод спинингования. Метод погружения. Напыление (термическое, электронно-лучевое, магнетронное). Понятие об эпитаксии. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Литография и нанолитография.

#### **Раздел 2. Химические методы получения наноматериалов в газовой фазе**

**2.1. Типы прекурсоров, требования к прекурсорам и их синтез.** Понятие прекурсора, возможные преимущества, требования к прекурсорам. Основные принципы – стадии подхода к выбору и дизайну прекурсоров – МОС с молекулярным строением. Типы прекурсоров, примеры реакций синтеза. Методы оценки стерических затруднений и межмолекулярных контактов. Сравнительная оценка экранирующей способности основных типов лигандов. Парообразование бета-дикетонатов металлов. Лантаноиды. Особенности парообразования алкоксидов. Особенности парообразования циклопентадиенильных координационных соединений – прекурсоров. Галогениды, гидриды. Примеры использования для синтеза наноматериалов.

**2.2. Химические транспортные реакции.** Экспериментальные и теоретические основы метода. Процессы, определяющие скорость транспорта. Примеры транспортируемых веществ. Разделение и очистка веществ посредством транспортных реакций.

**2.3. Методы химического осаждения наноматериалов из газовой фазы, их разновидности.** Стадии CVD процесса. Определение, схема процесса, основные параметры. Влияние газовой фазы на протекание процесса. Преимущества и недостатки метода. Классификация методов CVD. Функциональные элементы CVD установок. Область применения метода CVD. Получение наноматериалов при лазерном испарении атомов (абляции). Получение наночастиц путем термического разложения твердого вещества.

**2.4. Методы получения (нанесения) пленок и покрытий.** Классификация методов нанесения неорганических покрытий. Холодное газодинамическое напыление. Электродуговая металлизация. Газопламенное напыление. Плазменное напыление. Детонационное напыление. Вакуумно – конденсационное напыление. Функциональные схемы процессов, основные параметры, достоинства и недостатки.

**2.5. Получение углеродных наноструктур посредством CVD метода. Сенсорные материалы.** Синтез фуллеренов на установках Смолли (схема и принцип

действия). Установки Кречмера и Вудла для синтеза фуллеренов. Области применения фуллеренов. Синтез углеродных нанотрубок (схема установки и принцип действия). Области применения углеродных наноструктур. Морфология и свойства сенсорных материалов.

### Раздел 3. Комбинированные и иные методы получения наноматериалов

**3.1. Методы получения микропористых материалов.** «Ядерные» трековые мембраны. Мембраны из оксидов алюминия, титана и циркония, получаемые электрохимическим окислением. Материалы с высокой удельной поверхностью: цеолиты, молекулярные сита, активированные угли.

**3.2. Комбинированные методы.** Механохимические реакции и их разновидности. Возгонка металлов в среде активных газов. Химические активаторы спекания.

**3.3. Нанотехнология.** Проблемы и достижения нанотехнологии в создании материалов, приборов, устройств и машин на современном этапе.

### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,89</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,94	34
Лабораторные занятия (Лаб)	0,47	17
Практические занятия (ПЗ)	0,47	17
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,11</b>	<b>76</b>
Контактная самостоятельная работа	2,11	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		75,8
<b>Вид контроля:</b>		
Зачет с оценкой	+	+
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,89</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,94	25,50
Лабораторные занятия (Лаб)	0,47	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,47	12,75
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,11</b>	<b>57,00</b>
Контактная самостоятельная работа	2,11	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		56,85
<b>Вид контроля:</b>		
Зачет с оценкой	+	+
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

### Аннотация рабочей программы дисциплины

#### «Компьютерные и информационные технологии в разработке наноматериалов» (Б1.В.10)

**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.

**Задача дисциплины** – 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 компетенциями:

Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
<p><b>ПК-3</b> Способен к анализу и обобщению результатов научно-исследовательских работ, поиску и анализу научной и технической информации в области нанотехнологии и смежных дисциплин для научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых исследований, к самостоятельной подготовке публикаций в отечественных и зарубежных изданиях</p>	<p><b>ПК-3.3</b> Производит статистическую обработку результатов экспериментальных исследований наноструктурированных материалов.</p>

*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:**

**Раздел 1 - Основы теории планирования эксперимента**

**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.** 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.

## **Раздел 2 - Обработка информации в области наук о наноматериалах**

**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 MSeExcel, Matlab, Maxima, Mathcad, Scilab, R, Python. Основы использования Python для анализа научных данных. Научная экосистема языка Python: пакеты Numpy, Scipy, Matplotlib. Статистическая обработка с использованием R и 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.

## **Раздел 3 - 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
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,89</b>	<b>68</b>
Лекции (Лек)	0,47	17
Лабораторные занятия (Лаб)	0,22	8

Практические занятия (ПЗ)	1,19	43
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,11</b>	<b>76</b>
Контактная самостоятельная работа	2,11	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		75,8
<b>Вид контроля:</b>		
Зачет с оценкой	+	+
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,89</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,47	12,75
Лабораторные занятия (Лаб)	0,22	6,00
Практические занятия (ПЗ)	1,19	32,25
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,11</b>	<b>57,00</b>
Контактная самостоятельная работа	2,11	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		56,85
<b>Вид контроля:</b>		
Зачет с оценкой	+	+
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Биологическое действие наноматериалов» (Б1.В.11)**

**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.

**Задачи дисциплины:**

-формирование у обучающихся системных знаний в области биологического действия наночастиц и наноматериалов, понимания механизмов токсического действия наночастиц, их взаимодействия с иммунной системой, возможностей применения наночастиц и наноматериалов для направленного транспорта лекарственных веществ в организме;

-выработка на этой основе системного подхода к оценке перспектив и рисков применения наночастиц и наноматериалов, постановке и выполнению научных исследований в области разработки 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 компетенциями:

<b>Формируемые компетенции</b>	<b>Индикаторы достижения компетенций</b>
<b>УК-1.</b> Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	<b>УК-1.1.</b> Составляет аннотации по результатам поиска информации из документальных источников и исследовательской литературы; <b>УК-1.2.</b> Создает аналитический обзор по заданной теме, сопоставляя данные различных источников с использованием критериального подхода.
<b>ПК-3</b> Способен к анализу и обобщению	<b>ПК-3.1.</b> Имеет опыт сбора, обработки, анализа

<p>результатов научно-исследовательских работ, поиску и анализу научной и технической информации в области нанотехнологии и смежных дисциплин для научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых исследований, к самостоятельной подготовке публикаций в отечественных и зарубежных изданиях</p>	<p>и систематизации научно-технической информации в области нанотехнологии и смежных дисциплин;  <b>ПК-3.2.</b> Оценивает уровень исследований, обоснованность предлагаемых решений и рекомендаций по реализации и использованию результатов научных-исследований;  <b>ПК-3.3</b> Производит статистическую обработку результатов экспериментальных исследований наноструктурированных материалов.</p>
---	--

*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 применении 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.**

#### **Раздел 1. Вопросы токсичности наноматериалов**

##### **1.1. 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.

##### **1.2. 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.

##### **1.3. 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.

#### **Раздел 2. Механизмы биологического действия наночастиц**

##### **2.1. 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.

## 2.2. 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 гидроксиапатита.

## Раздел 3. 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.

## Раздел 4. 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
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,47	17
Лабораторные занятия (Лаб)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,58</b>	<b>93</b>
Контактная самостоятельная работа	2,11	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		75,8
<b>Вид контроля:</b>		
Зачет с оценкой	+	+
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>38,25</b>
Лекции (Лек)	0,47	12,75
Лабораторные занятия (Лаб)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,94	25,50
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,58</b>	<b>69,75</b>
Контактная самостоятельная работа	2,58	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		69,60
<b>Вид контроля:</b>		
Зачет с оценкой	+	+
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

### 5.3 Дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплины по выбору)

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Углеродные наноматериалы» (Б1.В.ДВ.01.01)

**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 компетенциями:

Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
<b>ПК-3</b> Способен к анализу и обобщению результатов научно-исследовательских работ, поиску и анализу научной и технической информации в области нанотехнологии и смежных дисциплин для научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых исследований, к самостоятельной подготовке публикаций в отечественных и зарубежных изданиях	<b>ПК-3.1.</b> Имеет опыт сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации в области нанотехнологии и смежных дисциплин; <b>ПК-3.2.</b> Оценивает уровень исследований, обоснованность предлагаемых решений и рекомендаций по реализации и использованию результатов научных-исследований; <b>ПК-3.3</b> Производит статистическую обработку результатов экспериментальных исследований наноструктурированных материалов.
<b>ПК-4</b> Способен представлять исторические этапы развития нанотехнологии, важнейшие открытия отечественных ученых, наиболее актуальные проблемы, связанные с созданием и применением наносистем и наноматериалов в Российской Федерации и в мире	<b>ПК-4.1.</b> Анализирует современное состояние и исторический путь развития нанотехнологии в Российской Федерации и в мире; <b>ПК-4.2.</b> Формулирует наиболее актуальные проблемы, связанные с созданием и применением наносистем и наноматериалов в Российской Федерации и в мире

*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**

**Раздел 1. Классификация углеродных наноструктур. Нанотрубки, нановолокна и фуллерены**

##### **1.1 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.

##### **1.2 Углеродные нанотрубки и нановолокна**

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. Понятия и свойства нановолокон.

### 1.3 Структура фуллереноподобных наноструктур

История открытия фуллеренов. Кластеры углерода. Установки 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.

## Раздел 2. Композиты на основе углеродных наноматериалов. Неуглеродные нанотрубки. Графен. Наноалмаз

### 2.1 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

### 2.2 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.

### 2.3 Композиты, содержащие углеродные материалы

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

### 2.4 Неуглеродные нанотрубки.

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

## 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>5</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,47	17
Лабораторные занятия (Лаб)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,58</b>	<b>93</b>
Контактная самостоятельная работа	2,58	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		93
<b>Вид контроля:</b>		
<b>Экзамен</b>	<b>1,0</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,4
Подготовка к экзамену		35,6
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>5</b>	<b>135</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>38,25</b>
Лекции (Лек)	0,47	12,75
Лабораторные занятия (Лаб)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,94	25,50
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,58</b>	<b>69,75</b>
Контактная самостоятельная работа	2,58	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		69,75
<b>Вид контроля:</b>		
<b>Экзамен</b>	<b>1,0</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,3
Подготовка к экзамену		26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Полимерные нанокompозиты» (Б1.В.ДВ.01.02)**

**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 компетенциями:*

<b>Формируемые компетенции</b>	<b>Индикаторы достижения компетенций</b>
<b>ПК-3</b> Способен к анализу и обобщению результатов научно-исследовательских работ, поиску и анализу научной и технической информации в области нанотехнологии и смежных дисциплин для научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых исследований, к самостоятельной подготовке публикаций в отечественных и зарубежных изданиях	<b>ПК-3.1.</b> Имеет опыт сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации в области нанотехнологии и смежных дисциплин; <b>ПК-3.2.</b> Оценивает уровень исследований, обоснованность предлагаемых решений и рекомендаций по реализации и использованию результатов научных-исследований; <b>ПК-3.3</b> Производит статистическую обработку результатов экспериментальных исследований наноструктурированных материалов.
<b>ПК-4</b> Способен представлять исторические этапы развития нанотехнологии, важнейшие открытия отечественных ученых, наиболее актуальные проблемы, связанные с созданием и применением наносистем и наноматериалов в Российской Федерации и в мире	<b>ПК-4.1.</b> Анализирует современное состояние и исторический путь развития нанотехнологии в Российской Федерации и в мире; <b>ПК-4.2.</b> Формулирует наиболее актуальные проблемы, связанные с созданием и применением наносистем и наноматериалов в Российской Федерации и в мире

*Знать:*

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

- основные методы переработки полимерных нанокомпозитов;
- уметь:*
- выбрать полимерный композиционный 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 нанокомпозитов;
- навыками подготовки докладов на основе анализа современной научной литературы в области полимерных нанокомпозитов.

### **3. Краткое содержание дисциплины**

#### **Раздел 1. Основы полимерных композиционных наноматериалов**

**Введение, основные определения, краткая характеристика композиционных материалов.** Основные определения. Роль полимерных нанокомпозитов в современном мире. Классификация полимеров.

**Механические свойства полимерных материалов.** Механические свойства полимеров. Растворы полимеров. Вязкотекучее состояние полимеров. Упругие свойства полимеров. Стеклообразное состояние высокомолекулярных соединений. Кристаллизация полимеров.

**Получение полимерных композиционных материалов.** Получение полимерных нанокомпозитов. Виды нанонаполнителей для полимеров. Нанокомпозиты на основе термопластов. Нанокомпозиты на основе реактопластов. Методы введения нанонаполнителей в полимерную матрицу. Нанокомпозиционные наполнители для полимерных матриц.

**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. Критическая длина волокон.

#### **Раздел 2. Методы переработки, особенности и перспективы полимерных композиционных наноматериалов**

**Основные методы переработки полимерных нанокомпозитов.** 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).

**Полимерсиликатные нанокомпозиты.** Структура и свойства монтмориллонита. Понятия интеркаляции и эксфолиации монтмориллонита. Структура полимерсиликатных нанокомпозитов. Дисперсионнонаполненные, волокнистые и слоистые полимерсиликатные нанокомпозиты. Технология получения полимерсиликатных нанокомпозитов.

**Существующие и перспективные области применения полимерных нанокомпозитов.** Полимерные нанокомпозиты на основе органоглин. Огнестойкие полимерные нанокомпозиты. Методы повышения огнестойкости. Нанометаллы как антипирены. Композиты на основе нановолокон.

#### **4. Объем учебной дисциплины**

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>5</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,47	17

Лабораторные занятия (Лаб)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,58</b>	<b>93</b>
Контактная самостоятельная работа	2,58	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		93
<b>Вид контроля:</b>		
<b>Экзамен</b>	<b>1,0</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,4
Подготовка к экзамену		35,6
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>5</b>	<b>135</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>38,25</b>
Лекции (Лек)	0,47	12,75
Лабораторные занятия (Лаб)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,94	25,50
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,58</b>	<b>69,75</b>
Контактная самостоятельная работа	2,58	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		69,75
<b>Вид контроля:</b>		
<b>Экзамен</b>	<b>1,0</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,3
Подготовка к экзамену		26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Флуоресцентные методы детектирования» (Б1.В.ДВ.02.01)**

**1. Цель дисциплины** - приобретение знаний, умений и формирование компетенций в области изучения и использования 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 компетенциями:*

<b>Формируемые компетенции</b>	<b>Индикаторы достижения компетенций</b>
<b>ПК-1</b> Способен диагностировать структуру материала на микро и наноуровне	<b>ПК-1.3.</b> Владеет опытом определения структуры материала с использованием дифракционных и спектральных методов.
<b>ПК-2</b> Способен самостоятельно проводить научно-исследовательские работы по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов	<b>ПК-2.2.</b> Выбирает методы и средства проведения исследований и разработок.

<p><b>ПК-3</b> Способен к анализу и обобщению результатов научно-исследовательских работ, поиску и анализу научной и технической информации в области нанотехнологии и смежных дисциплин для научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых исследований, к самостоятельной подготовке публикаций в отечественных и зарубежных изданиях</p>	<p><b>ПК-3.1.</b> Имеет опыт сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации в области нанотехнологии и смежных дисциплин;  <b>ПК-3.2.</b> Оценивает уровень исследований, обоснованность предлагаемых решений и рекомендаций по реализации и использованию результатов научных исследований;  <b>ПК-3.3</b> Производит статистическую обработку результатов экспериментальных исследований наноструктурированных материалов.</p>
--	--

*знать:*

- физические основы люминесценции, флуоресценции;
- люминесцентные характеристики основных флуорофоров и хромофоров;
- теоретические основы нанофотоники;
- метод исследования объектов методами флуоресцентной микроскопии.

*уметь:*

- формулировать требования к флуоресцентным материалам;
- проводить флуоресцентные исследования, оценить достоверность получаемых экспериментальных данных; представить результаты эксперимента в форме, соответствующей области применения;
- применять теоретические знания по современным и перспективным видам флуоресцентных наноматериалов для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях.

*владеть:*

- навыками работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам флуоресцентных соединений;
- навыками освоения и применения флуоресцентных методов исследования для анализа материалов.

### **3. Краткое содержание дисциплины**

#### **Раздел 1. Основные понятия люминесценции. Определение, история, теоретические основы**

1.1. Люминесценция, фосфоресценция, флуоресценция. Классификация.

1.2. Люминесценция и ее основные закономерности. Спектры возбуждения, поглощения и люминесценции. Зависимость интенсивности люминесценции от концентрации. Спектральные закономерности молекулярной люминесценции: независимость спектра люминесценции от длины волны возбуждающего света; закон Стокса – Ломмеля; правило зеркальной симметрии спектров поглощения и люминесценции – правило Левшина; универсальное соотношение между спектрами поглощения и люминесценции Степанова. Выход люминесценции. Закон Вавилова. Понятие антистоксовой флуоресценции. Законы затухания люминесценции. Тушение люминесценции.

1.3. Флуоресцентные соединения. Практика люминесцентного анализа актиноидных элементов. Люминесценция по свечению уранила в водных растворах и комплексных соединениях. Люминесценция кристаллофосфоров. Люминесцентные методы анализа, основанные на образовании тройных компонентов.

1.4. Применение флуоресцентных соединений. Место спектрально-оптических измерений в диагностике состояния биологических систем. Понятие неинвазивных и минимально инвазивных методов исследования. Преимущества и возможности флуоресцентной спектроскопии.

## Раздел 2. Нанофотоника.

2.1. Введение в терминологию. Понятия «фотоника» и «нанофотоника». Взаимодействие света и вещества. Дифракционный предел.

2.2. Свет и наночастицы. Люминесценция на уровне наноструктур Активация и тушение люминесценции кремниевых наночастиц.

2.3. Фотонные кристаллы. Основы теории фотонных кристаллов. Моделирование оптических эффектов в фотонных кристаллах. Способы получения реальных фотонных кристаллов. Идея и принципы создания метаматериалов.

## Раздел 3. Субволновая микроскопия.

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

3.2 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. Флуорофоры. Флуоресцентные зонды и метки. Методы флуоресцентной окраски клеток.

## 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,47	17
Лабораторные занятия (Лаб)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,58</b>	<b>93</b>
Контактная самостоятельная работа	2,58	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		92,8
<b>Вид контроля:</b>		
Зачет с оценкой	+	+
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>38,25</b>
Лекции (Лек)	0,47	12,75
Лабораторные занятия (Лаб)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,94	25,50
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,58</b>	<b>69,75</b>
Контактная самостоятельная работа	2,58	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		69,60
<b>Вид контроля:</b>		
Зачет с оценкой	+	+
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

### Аннотация рабочей программы дисциплины

#### «Методы исследования механических свойств наноматериалов» (Б1.В.ДВ.02.02)

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

Основной задачей дисциплины является формирование у обучающихся

системных глубоких знаний в области механических свойств 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 компетенциями:*

<b>Формируемые компетенции</b>	<b>Индикаторы достижения компетенций</b>
<b>ПК-1</b> Способен диагностировать структуру материала на микро и наноуровне	<b>ПК-1.3.</b> Владеет опытом определения структуры материала с использованием дифракционных и спектральных методов.
<b>ПК-2</b> Способен самостоятельно проводить научно-исследовательские работы по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов	<b>ПК-2.2.</b> Выбирает методы и средства проведения исследований и разработок.
<b>ПК-3</b> Способен к анализу и обобщению результатов научно-исследовательских работ, поиску и анализу научной и технической информации в области нанотехнологии и смежных дисциплин для научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых исследований, к самостоятельной подготовке публикаций в отечественных и зарубежных изданиях	<b>ПК-3.1.</b> Имеет опыт сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации в области нанотехнологии и смежных дисциплин; <b>ПК-3.2.</b> Оценивает уровень исследований, обоснованность предлагаемых решений и рекомендаций по реализации и использованию результатов научных-исследований; <b>ПК-3.3</b> Производит статистическую обработку результатов экспериментальных исследований наноструктурированных материалов.

*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**

#### **Раздел 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

вязкоупругого поведения полимерных тел. Механический, динамический механический и термомеханический анализ полимеров. Разрушение полимерных тел. Механические свойства нанокompозитов.

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

## **Раздел 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. СS- и СR-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**

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,47	17
Лабораторные занятия (Лаб)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,58</b>	<b>93</b>
Контактная самостоятельная работа	2,58	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		92,8
<b>Вид контроля:</b>		
Зачет с оценкой	+	+
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>38,25</b>
Лекции (Лек)	0,47	12,75
Лабораторные занятия (Лаб)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,94	25,50
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,58</b>	<b>69,75</b>
Контактная самостоятельная работа	2,58	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		69,60
<b>Вид контроля:</b>		
Зачет с оценкой	+	+
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

### Аннотация рабочей программы дисциплины

#### «Методы лазерной дифракции в анализе наноматериалов» (Б1.В.ДВ.03.01)

**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 компетенциями:

Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
<b>ПК-1</b> Способен диагностировать структуру материала на микро и наноуровне	<b>ПК-1.3.</b> Владеет опытом определения структуры материала с использованием дифракционных и спектральных методов.
<b>ПК-2</b> Способен самостоятельно проводить научно-исследовательские работы по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов	<b>ПК-2.1.</b> Формирует требования к экспериментальным образцам наноматериалов и наносистем и результатам научно-исследовательских работ по их разработке; <b>ПК-2.2.</b> Выбирает методы и средства проведения исследований и разработок; <b>ПК-2.3.</b> Определяет пути решения научных и технических задач в области работ по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов

*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**

#### **Раздел 1. Теоретические основы светорассеяния**

**1.1. 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.

**1.2. 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.

**1.3. 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 Рэля. Молекулярное рассеяние на флуктуациях анизотропии в газе. Молекулярная рефракция.

## Раздел 2. Динамическое и статическое рассеивание света

### 2.1. 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.

**2.2. 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.

## Раздел 3. Лазерные анализаторы. Схемы установок

**3.1. 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.

**3.2. 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

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>5</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,47	17
Лабораторные занятия (Лаб)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,58</b>	<b>93</b>
Контактная самостоятельная работа	2,58	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		93
<b>Вид контроля:</b>		
<b>Экзамен</b>	<b>1,0</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,4
Подготовка к экзамену		35,6
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>5</b>	<b>135</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>38,25</b>
Лекции (Лек)	0,47	12,75
Лабораторные занятия (Лаб)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,94	25,50
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,58</b>	<b>69,75</b>

Контактная самостоятельная работа	2,58	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		69,75
<b>Вид контроля:</b>		
<b>Экзамен</b>	<b>1,0</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,3
Подготовка к экзамену		26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Зондовая микроскопия» (Б1.В.ДВ.03.02)**

**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 ограничения 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 компетенциями:

<b>Формируемые компетенции</b>	<b>Индикаторы достижения компетенций</b>
<b>ПК-1</b> Способен диагностировать структуру материала на микро и наноуровне	<b>ПК-1.3.</b> Владеет опытом определения структуры материала с использованием дифракционных и спектральных методов.
<b>ПК-2</b> Способен самостоятельно проводить научно-исследовательские работы по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов	<b>ПК-2.1.</b> Формирует требования к экспериментальным образцам наноматериалов и наносистем и результатам научно-исследовательских работ по их разработке; <b>ПК-2.2.</b> Выбирает методы и средства проведения исследований и разработок; <b>ПК-2.3.</b> Определяет пути решения научных и технических задач в области работ по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов

*знать:*

- классификацию методов сканирующей зондовой микроскопии;
- устройство, 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:**

#### **Раздел 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.

#### **Раздел 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.

## Раздел 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

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>5</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,47	17
Лабораторные занятия (Лаб)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,58</b>	<b>93</b>
Контактная самостоятельная работа	2,58	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		93
<b>Вид контроля:</b>		
<b>Экзамен</b>	<b>1,0</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,4
Подготовка к экзамену		35,6
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>5</b>	<b>135</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>38,25</b>
Лекции (Лек)	0,47	12,75
Лабораторные занятия (Лаб)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,94	25,50
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,58</b>	<b>69,75</b>
Контактная самостоятельная работа	2,58	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		69,75
<b>Вид контроля:</b>		
<b>Экзамен</b>	<b>1,0</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,3
Подготовка к экзамену		26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	

## 5.4 Практики

### Аннотация рабочей программы Учебной практики: практики по получению первичных профессиональных умений и навыков (Б2.О.01(У))

**1 Цель учебной практики: 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 прохождения учебной практики: практики по получению первичных профессиональных умений и навыков обучающийся по программе магистратуры должен:**

*Обладать* следующими компетенциями:

Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
<b>УК-2.</b> Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	<b>УК-2.1.</b> Формулирует на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ ее решения через реализацию проектного управления.
<b>ОПК-4</b> Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов	<b>ОПК-4.1.</b> Составляет план научно-исследовательской деятельности, включая литературный поиск, сроки и последовательность экспериментальной работы, обсуждения и анализа результатов
<b>ОПК-7</b> Способен разрабатывать и актуализировать научно-техническую документацию в области получения наноматериалов	<b>ОПК-7.1</b> Использует техническую и справочную литературу, нормативные документы при выполнении исследовательской работы в области технологии и методов диагностики наноматериалов

*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
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,88</b>	<b>68</b>
Лекции (Лек)	-	-
Лабораторные занятия (Лаб)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	1,88	68
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,12</b>	<b>40</b>
Контактная самостоятельная работа	1,12	0,4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		39,6
<b>Вид контроля:</b>		
Зачет с оценкой	+	+
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,88</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	-	-
Лабораторные занятия (Лаб)	-	-

Практические занятия (ПЗ)	1,88	51
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,12</b>	<b>30</b>
Контактная самостоятельная работа	1,12	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		29,7
<b>Вид контроля:</b>		
Зачет с оценкой	+	+
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

**Аннотация рабочей программы Производственной практики: научно-исследовательской работы (Б2.В.01 (Н))**

**1 Цель производственной практики: научно-исследовательской работы** – формирование универсальных и профессиональных компетенций и приобретение навыков в области научных исследований в области химической технологии наноматериалов посредством планирования и осуществления экспериментальной деятельности.

**2 В результате прохождения производственной практики: научно-исследовательской работы обучающийся по программе магистратуры должен:**

*Обладать* следующими компетенциями:

<b>Формируемые компетенции</b>	<b>Индикаторы достижения компетенций</b>
<b>УК-1.</b> Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	<p><b>УК-1.1.</b> Составляет аннотации по результатам поиска информации из документальных источников и исследовательской литературы;</p> <p><b>УК-1.2.</b> Создает аналитический обзор по заданной теме, сопоставляя данные различных источников с использованием критериального подхода;</p> <p><b>УК-1.3.</b> Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними;</p> <p><b>УК-1.4.</b> Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению;</p> <p><b>УК-1.5.</b> Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарных подходов;</p> <p><b>УК-1.6.</b> Использует логико-методологический инструментарий для критической оценки современных концепций философского и социального характера в своей предметной области</p>
<b>УК-2.</b> Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	<p><b>УК-2.1.</b> Формулирует на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ ее решения через реализацию проектного управления</p> <p><b>УК-2.2.</b> Выявляет резервы и разрабатывает меры по обеспечению режима ресурсоэффективности на предприятии;</p> <p><b>УК-2.3.</b> Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы: формулирует цель, задачи, обосновывает актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения;</p> <p><b>УК-2.4.</b> Осуществляет мониторинг хода реализации проекта, корректирует отклонения, вносит дополнительные изменения в план реализации проекта, уточняет зоны ответственности участников проекта.</p>
<b>УК-3.</b> Способен	<b>УК-3.1.</b> Участвует в выполнении проектов группового

<p>организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели</p>	<p>характера на различных стадиях их подготовки и реализации: «планирование – проектирование – применение – производство»;  <b>УК-3.2.</b> Вырабатывает стратегию сотрудничества и на ее основе организует отбор членов команды для достижения поставленной цели;  <b>УК-3.3.</b> Планирует командную работу, распределяет поручения и делегирует полномочия членам команды с учетом интересов, особенностей поведения и мнений ее членов</p>
<p><b>УК-4.</b> Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия</p>	<p><b>УК-4.1.</b> Представляет результаты академической и профессиональной деятельности на различных публичных мероприятиях, включая международные, выбирая наиболее подходящий формат;  <b>УК-4.2.</b> Аргументированно и конструктивно отстаивает свои позиции и идеи в академических и профессиональных дискуссиях на государственном языке РФ и иностранном языке;  <b>УК-4.3.</b> Владеет навыками ведения деловой переписки на русском и иностранном языке;  <b>УК-4.4.</b> Составляет, переводит и редактирует различные академические тексты (рефераты, эссе, обзоры, статьи и т.д.), в том числе на иностранном языке.</p>
<p><b>УК-5.</b> Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия</p>	<p><b>УК-5.1.</b> Анализирует важнейшие идеологические и ценностные системы, сформировавшиеся в ходе исторического развития; обосновывает актуальность их использования при социальном и профессиональном взаимодействии;  <b>УК-5.2.</b> Обеспечивает создание недискриминационной среды взаимодействия при выполнении профессиональных задач;  <b>УК-5.3.</b> Выстраивает социальное профессиональное взаимодействие с учетом особенностей основных форм научного и религиозного сознания, деловой и общей культуры представителей других этносов и конфессий, различных социальных групп.</p>
<p><b>УК-6.</b> Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки</p>	<p><b>УК-6.1.</b> Оценивает свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные), оптимально их использует для успешного выполнения порученного задания;  <b>УК-6.2.</b> Определяет приоритеты профессионального роста и способы совершенствования собственной деятельности на основе самооценки по выбранным критериям;  <b>УК-6.3.</b> Выстраивает гибкую профессиональную траекторию, используя инструменты непрерывного образования, с учетом накопленного опыта профессиональной деятельности и динамично изменяющихся требований рынка труда.</p>
<p><b>ПК-1</b> Способен диагностировать структуру материала на микро и</p>	<p><b>ПК-1.1.</b> Владеет опытом определения структуры материала с использованием сканирующей электронной микроскопии;</p>

<p>наноуровне</p>	<p><b>ПК-1.2</b> Владеет опытом определения структуры материала с использованием просвечивающей электронной микроскопии;  <b>ПК-1.3.</b> Владеет опытом определения структуры материала с использованием дифракционных и спектральных методов;  <b>ПК-1.4.</b> Владеет опытом определения структуры наноматериалов и наноструктурированных сред с использованием сканирующей зондовой микроскопии;  <b>ПК-1.5.</b> Владеет опытом использования термических методов анализа для определения структуры материалов на микро- и наноуровне</p>
<p><b>ПК-2</b> Способен самостоятельно проводить научно-исследовательские работы по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов</p>	<p><b>ПК-2.1.</b> Формирует требования к экспериментальным образцам наноматериалов и наносистем и результатам научно-исследовательских работ по их разработке;  <b>ПК-2.2.</b> Выбирает методы и средства проведения исследований и разработок;  <b>ПК-2.3.</b> Определяет пути решения научных и технических задач в области работ по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов</p>
<p><b>ПК-3</b> Способен к анализу и обобщению результатов научно-исследовательских работ, поиску и анализу научной и технической информации в области нанотехнологии и смежных дисциплин для научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых исследований, к самостоятельной подготовке публикаций в отечественных и зарубежных изданиях</p>	<p><b>ПК-3.1.</b> Имеет опыт сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации в области нанотехнологии и смежных дисциплин;  <b>ПК-3.2.</b> Оценивает уровень исследований, обоснованность предлагаемых решений и рекомендаций по реализации и использованию результатов научных исследований;  <b>ПК-3.3</b> Производит статистическую обработку результатов экспериментальных исследований наноструктурированных материалов;  <b>ПК-3.4</b> Имеет опыт подготовки результатов научно-исследовательских работ для публикации в периодической печати.</p>
<p><b>ПК-4</b> Способен представлять исторические этапы развития нанотехнологии, важнейшие открытия отечественных ученых, наиболее актуальные проблемы, связанные с созданием и применением наносистем и наноматериалов в Российской Федерации и в мире</p>	<p><b>ПК-4.1.</b> Анализирует современное состояние и исторический путь развития нанотехнологии в Российской Федерации и в мире;  <b>ПК-4.2.</b> Формулирует наиболее актуальные проблемы, связанные с созданием и применением наносистем и наноматериалов в Российской Федерации и в мире</p>

*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 основные теоретические положения, экспериментальные результаты, практические достижения и выводы из работы.

### **3 Краткое содержание производственной практики: научно-исследовательской работы**

#### **Раздел 1. Составление плана научно-исследовательской работы.**

Утверждение темы исследования. Формулирование целей и задач исследования. Проведение предварительного анализа научно-технической информации по теме исследования. Определение предварительной структуры и содержания основных разделов диссертации. Знакомство с основами проведения теоретических и экспериментальных исследований. Организационно-методические мероприятия. Подготовка отчета по результатам выполнения раздела.

#### **Раздел 2. Обзор и анализ информации по теме научно-исследовательской работы.**

Выполнение обзора литературы по теме исследования. Формулирование основных характеристик объекта исследований и определение актуальности и степени изученности проблемы, рассматриваемой в рамках исследований. Разработка методик проведения экспериментальных исследований. Постановка пробных экспериментов для оценки и последующей корректировки выбранных методов экспериментальных исследований. Подготовка отчета по результатам выполнения раздела.

#### **Раздел 3. Проведение теоретических и экспериментальных исследований.**

Проведение теоретических и экспериментальных исследований. Корректировка и дополнение экспериментальных методик на основе полученных результатов. Анализ, интерпретация и обобщение результатов исследования; формулировка выводов. Формулировка и подготовка теоретических и экспериментальных разделов магистерской диссертации. Подготовка отчета по результатам выполнения раздела.

#### **Раздел 4. Обработка результатов исследования**

Определение окончательной структуры магистерской диссертации. Обработка экспериментальных результатов. Анализ, интерпретация и обобщение результатов исследований; формулировка выводов. Проведение дополнительных теоретических и экспериментальных исследований (при необходимости). Разработка теоретического описания экспериментально наблюдаемых явлений и закономерностей. Подготовка отчета по результатам выполнения раздела. Подготовка материалов для выступлений на конференциях и публикации в научных-журналах.

### **4 Объем производственной практики: научно-исследовательской работы**

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>25</b>	<b>900</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>11,81</b>	<b>425</b>
Лекции (Лек)	-	-
Лабораторные занятия (Лаб)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	11,81	425
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>12,19</b>	<b>439</b>
Контактная самостоятельная работа	12,19	0,6
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		438,4
<b>Вид контроля: Зачет с оценкой, Экзамен</b>	<b>1,00</b>	<b>36</b>
<b>Экзамен</b>	1,0	35,6
Контактная работа – промежуточная аттестация		0,4
<b>В том числе по семестрам:</b>		
<b>1 семестр</b>		
<b>Виды учебной работы</b>	<b>В зачетных</b>	<b>В академ.</b>

	единицах	часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	-	-
Лабораторные занятия (Лаб)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	<b>1,42</b>	<b>51</b>
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,58</b>	<b>57</b>
Контактная самостоятельная работа	1,58	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		56,8
<b>Вид контроля:</b>		
Зачет с оценкой	+	+
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	
<b>2 семестр</b>		
<b>Виды учебной работы</b>	<b>В зачетных единицах</b>	<b>В академ. часах</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	-	-
Лабораторные занятия (Лаб)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	<b>1,42</b>	<b>51</b>
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,58</b>	<b>57</b>
Контактная самостоятельная работа	1,58	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		56,8
<b>Вид контроля:</b>		
Зачет с оценкой	+	+
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

<b>3 семестр</b>		
<b>Виды учебной работы</b>	<b>В зачетных единицах</b>	<b>В академ. часах</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>5</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,83</b>	<b>102</b>
Лекции (Лек)	-	-
Лабораторные занятия (Лаб)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	<b>2,83</b>	<b>102</b>
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,17</b>	<b>78</b>
Контактная самостоятельная работа	2,17	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		77,8
<b>Вид контроля:</b>		
Зачет с оценкой	+	+
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	
<b>4 семестр</b>		
<b>Виды учебной работы</b>	<b>В зачетных единицах</b>	<b>В академ. часах</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>14</b>	<b>504</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>6,14</b>	<b>221</b>

Лекции (Лек)	-	-
Лабораторные занятия (Лаб)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	6,14	221
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>6,86</b>	<b>247</b>
Контактная самостоятельная работа	6,86	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		247
<b>Вид контроля:</b>		
<b>Экзамен</b>	<b>1,0</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,4
Подготовка к экзамену		35,6
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астрон. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>25</b>	<b>675</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>11,81</b>	<b>318,75</b>
Лекции (Лек)	-	-
Лабораторные занятия (Лаб)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	11,81	318,75
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>12,19</b>	<b>329,25</b>
Контактная самостоятельная работа	12,19	0,45
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		328,80
<b>Вид контроля: Зачет с оценкой, Экзамен</b>	<b>1,00</b>	<b>27</b>
<i>Экзамен</i>	1,0	27,7
Контактная работа – промежуточная аттестация		0,3
<b>В том числе по семестрам:</b>		
<b>1 семестр</b>		
Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астрон. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>38,25</b>
Лекции (Лек)	-	-
Лабораторные занятия (Лаб)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	1,42	38,25
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,58</b>	<b>42,75</b>
Контактная самостоятельная работа	1,58	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		42,60
<b>Вид контроля:</b>		
Зачет с оценкой	+	+
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	
<b>2 семестр</b>		
Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астрон. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>91</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>38,25</b>

Лекции (Лек)	-	-
Лабораторные занятия (Лаб)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	1,42	38,25
Самостоятельная работа (СР):	1,58	42,75
Контактная самостоятельная работа	1,58	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		42,60
<b>Вид контроля:</b>		
Зачет с оценкой	+	+
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	
<b>3 семестр</b>		
<b>Виды учебной работы</b>	<b>В зачетных единицах</b>	<b>В астрон. часах</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>5</b>	<b>135</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,83</b>	<b>76,5</b>
Лекции (Лек)	-	-
Лабораторные занятия (Лаб)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	2,83	76,5
Самостоятельная работа (СР):	2,17	58,5
Контактная самостоятельная работа	2,17	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		58,35
<b>Вид контроля:</b>		
Зачет с оценкой	+	+
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	
<b>4 семестр</b>		
<b>Виды учебной работы</b>	<b>В зачетных единицах</b>	<b>В астрон. часах</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>14</b>	<b>378</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>6,14</b>	<b>165,75</b>
Лекции (Лек)	-	-
Лабораторные занятия (Лаб)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	6,14	165,75
Самостоятельная работа (СР):	6,86	185,25
Контактная самостоятельная работа	6,86	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		185,25
<b>Вид контроля:</b>		
<b>Экзамен</b>	<b>1,0</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,3
Подготовка к экзамену		26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	

**Аннотация рабочей программы Производственной практики: преддипломной практики (Б2.В.02(Пд))**

**1** Цель Производственной практики: преддипломной практики – выполнение выпускной квалификационной работы.

**2** В результате прохождения Производственной практики: преддипломной практики обучающийся по программе магистратуры должен:

Обладать следующими компетенциями:

Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
<p><b>УК-1.</b> Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий</p>	<p><b>УК-1.1.</b> Составляет аннотации по результатам поиска информации из документальных источников и исследовательской литературы;</p> <p><b>УК-1.2.</b> Создает аналитический обзор по заданной теме, сопоставляя данные различных источников с использованием критериального подхода;</p> <p><b>УК-1.3.</b> Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними;</p> <p><b>УК-1.4.</b> Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению;</p> <p><b>УК-1.5.</b> Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарных подходов;</p> <p><b>УК-1.6.</b> Использует логико-методологический инструментарий для критической оценки современных концепций философского и социального характера в своей предметной области</p>
<p><b>УК-2.</b> Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла</p>	<p><b>УК-2.1.</b> Формулирует на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ ее решения через реализацию проектного управления</p> <p><b>УК-2.2.</b> Выявляет резервы и разрабатывает меры по обеспечению режима ресурсоэффективности на предприятии;</p> <p><b>УК-2.3.</b> Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы: формулирует цель, задачи, обосновывает актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения;</p> <p><b>УК-2.4.</b> Осуществляет мониторинг хода реализации проекта, корректирует отклонения, вносит дополнительные изменения в план реализации проекта, уточняет зоны ответственности участников проекта.</p>
<p><b>УК-3.</b> Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели</p>	<p><b>УК-3.1.</b> Участвует в выполнении проектов группового характера на различных стадиях их подготовки и реализации: «планирование – проектирование – применение – производство»;</p> <p><b>УК-3.2.</b> Вырабатывает стратегию сотрудничества и на ее основе организует отбор членов команды для достижения поставленной цели;</p> <p><b>УК-3.3.</b> Планирует командную работу, распределяет поручения и делегирует полномочия членам команды с учетом интересов, особенностей поведения и мнений ее членов</p>
<p><b>УК-4.</b> Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия</p>	<p><b>УК-4.1.</b> Представляет результаты академической и профессиональной деятельности на различных публичных мероприятиях, включая международные, выбирая наиболее подходящий формат;</p> <p><b>УК-4.2.</b> Аргументированно и конструктивно отстаивает свои позиции и идеи в академических и профессиональных дискуссиях на государственном языке РФ и иностранном языке;</p> <p><b>УК-4.3.</b> Владеет навыками ведения деловой переписки</p>

	<p>на русском и иностранном языке;</p> <p><b>УК-4.4.</b> Составляет, переводит и редактирует различные академические тексты (рефераты, эссе, обзоры, статьи и т.д.), в том числе на иностранном языке.</p>
<p><b>УК-5.</b> Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия</p>	<p><b>УК-5.1.</b> Анализирует важнейшие идеологические и ценностные системы, сформировавшиеся в ходе исторического развития; обосновывает актуальность их использования при социальном и профессиональном взаимодействии;</p> <p><b>УК-5.2.</b> Обеспечивает создание недискриминационной среды взаимодействия при выполнении профессиональных задач;</p> <p><b>УК-5.3.</b> Выстраивает социальное профессиональное взаимодействие с учетом особенностей основных форм научного и религиозного сознания, деловой и общей культуры представителей других этносов и конфессий, различных социальных групп.</p>
<p><b>УК-6.</b> Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки</p>	<p><b>УК-6.1.</b> Оценивает свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные), оптимально их использует для успешного выполнения порученного задания;</p> <p><b>УК-6.2.</b> Определяет приоритеты профессионального роста и способы совершенствования собственной деятельности на основе самооценки по выбранным критериям;</p> <p><b>УК-6.3.</b> Выстраивает гибкую профессиональную траекторию, используя инструменты непрерывного образования, с учетом накопленного опыта профессиональной деятельности и динамично изменяющихся требований рынка труда.</p>
<p><b>ПК-1</b> Способен диагностировать структуру материала на микро и наноуровне</p>	<p><b>ПК-1.1.</b> Владеет опытом определения структуры материала с использованием сканирующей электронной микроскопии;</p> <p><b>ПК-1.2</b> Владеет опытом определения структуры материала с использованием просвечивающей электронной микроскопии;</p> <p><b>ПК-1.3.</b> Владеет опытом определения структуры материала с использованием дифракционных и спектральных методов;</p> <p><b>ПК-1.4.</b> Владеет опытом определения структуры наноматериалов и наноструктурированных сред с использованием сканирующей зондовой микроскопии;</p> <p><b>ПК-1.5.</b> Владеет опытом использования термических методов анализа для определения структуры материалов на микро- и наноуровне</p>
<p><b>ПК-2</b> Способен самостоятельно проводить научно-исследовательские работы по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов</p>	<p><b>ПК-2.1.</b> Формирует требования к экспериментальным образцам наноматериалов и наносистем и результатам научно-исследовательских работ по их разработке;</p> <p><b>ПК-2.2.</b> Выбирает методы и средства проведения исследований и разработок;</p> <p><b>ПК-2.3.</b> Определяет пути решения научных и</p>

	технических задач в области работ по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов
<b>ПК-3</b> Способен к анализу и обобщению результатов научно-исследовательских работ, поиску и анализу научной и технической информации в области нанотехнологии и смежных дисциплин для научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых исследований, к самостоятельной подготовке публикаций в отечественных и зарубежных изданиях	<b>ПК-3.1.</b> Имеет опыт сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации в области нанотехнологии и смежных дисциплин; <b>ПК-3.2.</b> Оценивает уровень исследований, обоснованность предлагаемых решений и рекомендаций по реализации и использованию результатов научных исследований; <b>ПК-3.3</b> Производит статистическую обработку результатов экспериментальных исследований наноструктурированных материалов; <b>ПК-3.4</b> Имеет опыт подготовки результатов научно-исследовательских работ для публикации в периодической печати.
<b>ПК-4</b> Способен представлять исторические этапы развития нанотехнологии, важнейшие открытия отечественных ученых, наиболее актуальные проблемы, связанные с созданием и применением наносистем и наноматериалов в Российской Федерации и в мире	<b>ПК-4.1.</b> Анализирует современное состояние и исторический путь развития нанотехнологии в Российской Федерации и в мире; <b>ПК-4.2.</b> Формулирует наиболее актуальные проблемы, связанные с созданием и применением наносистем и наноматериалов в Российской Федерации и в мире

В результате прохождения практики обучающийся магистратуры должен:

**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 Производственной практики: преддипломной практики**

Преддипломная практика включает этапы ознакомления с принципами организации научных исследований (разделы 1, 2) и этап практического освоения деятельности ученого-исследователя (Раздел 3).

Раздел 1. Введение – цели и задачи преддипломной практики. Организационно-методические мероприятия. Технологические инструктажи.

Раздел 2. Знакомство с организацией научно-исследовательской деятельности,

системой управления научными исследованиями. Принципы, технологии, формы и методы организации научно-исследовательской деятельности на примере организации научной работы кафедры (проблемной лаборатории, научной группы). Планирование научной деятельности организации.

Раздел 3. Выполнение индивидуального задания. Сбор, обработка и систематизация информационного материала. Оформление отчета. Личное участие обучающегося в выполнении научно-исследовательских работ кафедры.

#### 4 Объем Производственной практики: преддипломной практики

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость практики по учебному плану</b>	<b>6,0</b>	<b>216</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>6,0</b>	<b>216</b>
Контактная самостоятельная работа	6,0	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		215,8
<b>Вид контроля:</b>		
Зачет с оценкой	+	+
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астрон. часах
<b>Общая трудоемкость практики по учебному плану</b>	<b>6,0</b>	<b>162</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	-	
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>6,0</b>	<b>162</b>
Контактная самостоятельная работа	6,0	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		161,85
<b>Вид контроля:</b>		
Зачет с оценкой	+	+
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

#### **5.5 Государственная итоговая аттестация: выполнение и защита выпускной квалификационной работы (или другое расширение из соответствующего ФГОС ВО) (Б3.01(Д))**

**1 Цель государственной итоговой аттестации: выполнения и защиты выпускной квалификационной работы** – 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**.

**2 В результате прохождения государственной итоговой аттестации: выполнения и защиты выпускной квалификационной работы у студента проверяется сформированность следующих компетенций, а также следующих знаний, умений и навыков, позволяющих оценить степень готовности обучающихся к дальнейшей профессиональной деятельности.**

Выпускник, освоивший программу магистратуры, должен обладать следующими компетенциями:

Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
<b>УК-1.</b> Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию	<b>УК-1.1.</b> Составляет аннотации по результатам поиска информации из документальных источников и исследовательской литературы; <b>УК-1.2.</b> Создает аналитический обзор по заданной теме, сопоставляя данные различных источников с

действий	использованием критериального подхода; <b>УК-1.3.</b> Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними; <b>УК-1.4.</b> Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению; <b>УК-1.5.</b> Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарных подходов; <b>УК-1.6.</b> Использует логико-методологический инструментарий для критической оценки современных концепций философского и социального характера в своей предметной области
<b>УК-2.</b> Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	<b>УК-2.1.</b> Формулирует на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ ее решения через реализацию проектного управления <b>УК-2.2.</b> Выявляет резервы и разрабатывает меры по обеспечению режима ресурсоэффективности на предприятии; <b>УК-2.3.</b> Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы: формулирует цель, задачи, обосновывает актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения; <b>УК-2.4.</b> Осуществляет мониторинг хода реализации проекта, корректирует отклонения, вносит дополнительные изменения в план реализации проекта, уточняет зоны ответственности участников проекта.
<b>УК-3.</b> Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	<b>УК-3.1.</b> Участвует в выполнении проектов группового характера на различных стадиях их подготовки и реализации: «планирование – проектирование – применение – производство»; <b>УК-3.2.</b> Вырабатывает стратегию сотрудничества и на ее основе организует отбор членов команды для достижения поставленной цели; <b>УК-3.3.</b> Планирует командную работу, распределяет поручения и делегирует полномочия членам команды с учетом интересов, особенностей поведения и мнений ее членов
<b>УК-4.</b> Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	<b>УК-4.1.</b> Представляет результаты академической и профессиональной деятельности на различных публичных мероприятиях, включая международные, выбирая наиболее подходящий формат; <b>УК-4.2.</b> Аргументированно и конструктивно отстаивает свои позиции и идеи в академических и профессиональных дискуссиях на государственном языке РФ и иностранном языке; <b>УК-4.3.</b> Владеет навыками ведения деловой переписки на русском и иностранном языке; <b>УК-4.4.</b> Составляет, переводит и редактирует различные академические тексты (рефераты, эссе, обзоры, статьи и т.д.), в том числе на иностранном языке.
<b>УК-5.</b> Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в	<b>УК-5.1.</b> Анализирует важнейшие идеологические и ценностные системы, сформировавшиеся в ходе исторического развития; обосновывает актуальность их

<p>процессе межкультурного взаимодействия</p>	<p>использования при социальном и профессиональном взаимодействии;  <b>УК-5.2.</b> Обеспечивает создание недискриминационной среды взаимодействия при выполнении профессиональных задач;  <b>УК-5.3.</b> Выстраивает социальное профессиональное взаимодействие с учетом особенностей основных форм научного и религиозного сознания, деловой и общей культуры представителей других этносов и конфессий, различных социальных групп.</p>
<p><b>УК-6.</b> Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки</p>	<p><b>УК-6.1.</b> Оценивает свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные), оптимально их использует для успешного выполнения порученного задания;  <b>УК-6.2.</b> Определяет приоритеты профессионального роста и способы совершенствования собственной деятельности на основе самооценки по выбранным критериям;  <b>УК-6.3.</b> Выстраивает гибкую профессиональную траекторию, используя инструменты непрерывного образования, с учетом накопленного опыта профессиональной деятельности и динамично изменяющихся требований рынка труда.</p>
<p><b>ОПК-1.</b> Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области получения и исследования наноматериалов и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных и математических моделей</p>	<p><b>ОПК-1.1.</b> Владеет математическим аппаратом для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования процессов синтеза и исследования наноматериалов;  <b>ОПК-1.2.</b> Использует научный инструментарий физики твердого тела для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования процессов синтеза и исследования наноматериалов;  <b>ОПК-1.3.</b> Использует физико-химический подход для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования процессов синтеза и исследования наноматериалов;  <b>ОПК-1.4.</b> Использует прикладные программы и средства автоматизированного проектирования при решении инженерных задач.</p>
<p><b>ОПК-2.</b> Способен управлять профессиональной и иной деятельностью на основе применения знаний проектного и финансового менеджмента</p>	<p><b>ОПК-2.1.</b> Планирует работу малого предприятия, специализирующегося на производстве высокотехнологичной продукции;  <b>ОПК-2.2</b> Владеет опытом производственного менеджмента: расчета экономической и ресурсоэффективной составляющей при выполнении исследовательской работы.</p>
<p><b>ОПК-3.</b> Способен управлять жизненным циклом создания инженерных продуктов в области нанотехнологий и наноматериалов с учетом экономических,</p>	<p><b>ОПК-3.1.</b> владеет современными методами анализа эффективности производственного процесса и оценки производственных потерь и подходами к разработке комплекса мероприятий по их устранению;  <b>ОПК-3.2.</b> Проводит технико-экономическое обоснование и экономическую оценку проектных решений и</p>

<p>экологических, социальных и других ограничений</p>	<p>инженерных задач;  <b>ОПК-3.3.</b> Анализирует и оценивает затраты предприятия (проекта) с учетом инженерных рисков;  <b>ОПК-3.4.</b> Проводит экологическую оценку проектных решений и инженерных задач.</p>
<p><b>ОПК-4.</b> Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов</p>	<p><b>ОПК-4.1.</b> Составляет план научно-исследовательской деятельности, включая литературный поиск, сроки и последовательность экспериментальной работы, обсуждения и анализа результатов;  <b>ОПК-4.2.</b> Формирует демонстрационный материал и представляет результаты своей исследовательской деятельности на научных конференциях, во время промежуточных и итоговых аттестаций.</p>
<p><b>ОПК-5.</b> Способен использовать инструментарий формализации инженерных, научнотехнических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов</p>	<p><b>ОПК-5.1.</b> Проводит патентный поиск в профессиональной области;  <b>ОПК-5.2.</b> Определяет перечень ресурсов и программного обеспечения для использования в профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности;  <b>ОПК-5.3.</b> Использует прикладные программы и средства автоматизированного проектирования при решении инженерных задач.</p>
<p><b>ОПК-6.</b> Способен демонстрировать социальную ответственность за принимаемые решения, учитывать правовые и культурные аспекты, обеспечивать устойчивое развитие при ведении профессиональной и иной деятельности</p>	<p><b>ОПК-6.1.</b> Рассчитывает длительность выполнения технологических операций с использованием нормативных справочников;  <b>ОПК-6.2.</b> Оценивает по критериям технологии синтеза наноматериалов с точки зрения безопасности для сотрудников и окружающей среды;  <b>ОПК-6.3.</b> Использует методики организации работы персонала, соблюдения технологической и трудовой дисциплины.</p>
<p><b>ОПК-7.</b> Способен разрабатывать и актуализировать научно-техническую документацию в области получения наноматериалов</p>	<p><b>ОПК-7.1.</b> Использует техническую и справочную литературу, нормативные документы при выполнении исследовательской работы в области технологии и методов диагностики наноматериалов;  <b>ОПК-7.2.</b> Составляет отчеты по экспериментальным и теоретическим исследованиям, практической деятельности в соответствии с устанавливаемыми требованиями</p>
<p><b>ПК-1</b> Способен диагностировать структуру материала на микро и наноуровне</p>	<p><b>ПК-1.1.</b> Владеет опытом определения структуры материала с использованием сканирующей электронной микроскопии;  <b>ПК-1.2</b> Владеет опытом определения структуры материала с использованием просвечивающей электронной микроскопии;  <b>ПК-1.3.</b> Владеет опытом определения структуры материала с использованием дифракционных и спектральных методов;  <b>ПК-1.4.</b> Владеет опытом определения структуры</p>

	<p>наноматериалов и наноструктурированных сред с использованием сканирующей зондовой микроскопии;</p> <p><b>ПК-1.5.</b> Владеет опытом использования термических методов анализа для определения структуры материалов на микро- и наноуровне</p>
<p><b>ПК-2</b> Способен самостоятельно проводить научно-исследовательские работы по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов</p>	<p><b>ПК-2.1.</b> Формирует требования к экспериментальным образцам наноматериалов и наносистем и результатам научно-исследовательских работ по их разработке;</p> <p><b>ПК-2.2.</b> Выбирает методы и средства проведения исследований и разработок;</p> <p><b>ПК-2.3.</b> Определяет пути решения научных и технических задач в области работ по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов</p>
<p><b>ПК-3</b> Способен к анализу и обобщению результатов научно-исследовательских работ, поиску и анализу научной и технической информации в области нанотехнологии и смежных дисциплин для научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых исследований, к самостоятельной подготовке публикаций в отечественных и зарубежных изданиях</p>	<p><b>ПК-3.1.</b> Имеет опыт сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации в области нанотехнологии и смежных дисциплин;</p> <p><b>ПК-3.2.</b> Оценивает уровень исследований, обоснованность предлагаемых решений и рекомендаций по реализации и использованию результатов научных исследований;</p> <p><b>ПК-3.3</b> Производит статистическую обработку результатов экспериментальных исследований наноструктурированных материалов;</p> <p><b>ПК-3.4</b> Имеет опыт подготовки результатов научно-исследовательских работ для публикации в периодической печати.</p>
<p><b>ПК-4</b> Способен представлять исторические этапы развития нанотехнологии, важнейшие открытия отечественных ученых, наиболее актуальные проблемы, связанные с созданием и применением наносистем и наноматериалов в Российской Федерации и в мире</p>	<p><b>ПК-4.1.</b> Анализирует современное состояние и исторический путь развития нанотехнологии в Российской Федерации и в мире;</p> <p><b>ПК-4.2.</b> Формулирует наиболее актуальные проблемы, связанные с созданием и применением наносистем и наноматериалов в Российской Федерации и в мире</p>

***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 государственной итоговой аттестации: выполнения и защиты выпускной квалификационной работы**

Государственная итоговая аттестация: выполнение и защита выпускной квалификационной работы проходит в 4 семестре на базе знаний, умений и навыков, полученных студентами при изучении дисциплин направления **28.04.03 Наноматериалы** и прохождения практик.

Государственная итоговая аттестация: выполнение и защита выпускной квалификационной работы проводится государственной экзаменационной комиссией.

Контроль уровня сформированности компетенций обучающихся, приобретенных при освоении ООП, осуществляется путем проведения защиты выпускной квалификационной работы (ВКР) и присвоения квалификации «магистр».

**4 Объем государственной итоговой аттестации: выполнения и защиты выпускной квалификационной работы**

Программа относится к базовой части учебного плана, к блоку Б3 «Государственная итоговая аттестация» (Б3.1) 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 области химической технологии наноматериалов, способов получения основных типов наноматериалов, методов и приборов для анализа наноматериалов.

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость ГИА по учебному плану</b>	<b>6,0</b>	<b>216</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>6,0</b>	<b>216</b>
Контактная работа – итоговая аттестация	6,0	0,67
Выполнение, написание и оформление ВКР		215,33
<b>Вид контроля:</b>	<b>защита ВКР</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость ГИА по учебному плану</b>	<b>6,0</b>	<b>162</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>6,0</b>	<b>162</b>
Контактная работа – итоговая аттестация	6,0	0,5
Выполнение, написание и оформление ВКР		161,5
<b>Вид контроля:</b>	<b>защита ВКР</b>	

**5.6 Факультативы**

Аннотация рабочей программы дисциплины  
**«Техника научного перевода»**  
**(ФТД.01)**

**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 компетенциями:

Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
<b>УК-1.</b> Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	<b>УК-1.1.</b> Составляет аннотации по результатам поиска информации из документальных источников и исследовательской литературы.
<b>УК-4.</b> Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	<b>УК-4.1.</b> Представляет результаты академической и профессиональной деятельности на различных публичных мероприятиях, включая международные, выбирая наиболее подходящий формат; <b>УК-4.2.</b> Аргументированно и конструктивно отстаивает свои позиции и идеи в академических и профессиональных дискуссиях на государственном языке РФ и иностранном языке; <b>УК-4.3.</b> Владеет навыками ведения деловой переписки на русском и иностранном языке; <b>УК-4.4.</b> Составляет, переводит и редактирует различные академические тексты (рефераты, эссе, обзоры, статьи и т.д.), в том числе на иностранном языке.
<b>ПК-3</b> Способен к анализу и обобщению результатов научно-исследовательских работ, поиску и анализу научной и технической информации в области нанотехнологии и смежных дисциплин для научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых исследований, к самостоятельной подготовке публикаций в отечественных и зарубежных изданиях	<b>ПК-3.4</b> Имеет опыт подготовки результатов научно-исследовательских работ для публикации в периодической печати.

*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

#### Раздел 1. Требования к профессионально-ориентированному переводу.

##### Особенности перевода специальных текстов

1.1. Основные требования к профессионально-ориентированному переводу и понятие информационного поля. Специфика профессионально-ориентированных текстов. Эквивалентность, адекватность, переводимость специальных текстов.

1.2. Техническая терминология: характеристики.

Терминология в области технологии высокотемпературных функциональных материалов. Обеспечение терминологической точности и единообразия. Способы накопления и расширения словарного запаса в процессе перевода Сравнение порядка слов в английском и русском предложениях. Изменение структуры предложения при переводе.

##### Раздел 2. Лексико-грамматические проблемы перевода специальных текстов

2.1. Проблема неоднозначности перевода видовременных форм и ее решение. Особенности перевода различных типов предложений. Перевод страдательного залога. Трудные случаи перевода страдательного залога.

2.2. Условные предложения, правила и особенности их обратного перевода. Практика перевода научно-технической литературы на примере текстов по технологии высокотемпературных функциональных материалов.

2.3. Перевод предложений с учетом правила согласования времен. Перевод причастия и причастных оборотов. Развитие навыков перевода на примере текстов по технологии высокотемпературных функциональных материалов.

2.4. Роль инфинитива в предложении и варианты перевода на русский язык. Инфинитивные обороты. Варианты перевода на русский язык.

##### Раздел 3. Интернет и ИКТ в профессионально -ориентированном переводе

3.1. Системы автоматизации перевода. (Computer Assisted Translation Tools). Информационный и лингвистический поиск в Интернет.

3.2. Работа с электронными словарями и глоссариями. Редактирование текста профессионально-ориентированного перевода.

#### 4 Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>72</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>34</b>
Лекции	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34
Лабораторные занятия ( <i>Лаб</i> )	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,06</b>	<b>38</b>
Контактная самостоятельная работа	1,06	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		37,8
<b>Вид контроля:</b>		
<b>Зачет</b>	+	+

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>25,5</b>
Лекции	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,94	25,5
Лабораторные занятия ( <i>Лаб</i> )	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,06</b>	<b>28,5</b>

Контактная самостоятельная работа	1,06	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		28,35
<b>Вид контроля:</b>		
<b>Зачет</b>	+	+

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Социология и психология профессиональной деятельности»  
(ФТД.02)**

**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 компетенциями:

<b>Формируемые компетенции</b>	<b>Индикаторы достижения компетенций</b>
<b>УК-3.</b> Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	<b>УК-3.1.</b> Участвует в выполнении проектов группового характера на различных стадиях их подготовки и реализации: «планирование – проектирование – применение – производство»; <b>УК-3.2.</b> Вырабатывает стратегию сотрудничества и на ее основе организует отбор членов команды для достижения поставленной цели; <b>УК-3.3.</b> Планирует командную работу, распределяет поручения и делегирует полномочия членам команды с учетом интересов, особенностей поведения и мнений ее членов
<b>УК-6.</b> Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	<b>УК-6.1.</b> Оценивает свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные), оптимально их использует для успешного выполнения порученного задания; <b>УК-6.2.</b> Определяет приоритеты профессионального роста и способы совершенствования собственной деятельности на основе самооценки по выбранным критериям; <b>УК-6.3.</b> Выстраивает гибкую профессиональную траекторию, используя инструменты непрерывного образования, с учетом накопленного опыта профессиональной деятельности и динамично изменяющихся требований рынка труда.
<b>ПК-2</b> Способен самостоятельно проводить научно-исследовательские работы по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов	<b>ПК-2.3.</b> Определяет пути решения научных и технических задач в области работ по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов

*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:**

**Раздел 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 Management 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.

## **Раздел 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	<b>2</b>	<b>72</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>34</b>
Лекционные занятия (ЛЗ)	0,47	17
Практические занятия (ПЗ)	0,47	17
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,06</b>	<b>38</b>
Контактная самостоятельная работа	1,06	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		37,8
<b>Вид контроля:</b>		
<b>Зачет</b>	+	+

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	<b>2</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>25,5</b>
Лекционные занятия (ЛЗ)	0,47	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,47	12,75
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,06</b>	<b>28,5</b>
Контактная самостоятельная работа	1,06	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		28,35
<b>Вид контроля:</b>		
<b>Зачет</b>	+	+

## **6. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ МАГИСТРАТУРЫ**

### **6.1 Общесистемные требования к реализации ООП магистратуры**

Университет располагает на праве собственности и оперативного управления материально-техническим обеспечением образовательной деятельности (помещениями и оборудованием) для реализации ООП магистратуры.

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечивается индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета. Электронная информационно-образовательная среда обеспечивает возможность доступа обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», как на территории университета, так и вне ее.

Электронная информационно-образовательная среда университета обеспечивает:

- доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах дисциплин (модулей), практик;
- формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы;
- фиксацию хода образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации и результатов освоения ООП магистратуры;
- проведение учебных занятий, процедур оценки результатов обучения, реализация которых предусмотрена с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий;
- взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействия посредством сети «Интернет».

Функционирование электронной информационно-образовательной среды обеспечивается соответствующими средствами информационно-коммуникационных технологий и квалификацией работников, ее использующих и поддерживающих. Функционирование электронной информационно-образовательной среды соответствует законодательству Российской Федерации.

Среднегодовое число публикаций научно-педагогических работников университета за период реализации ООП 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.

### **6.2 Требования к материально-техническому обеспечению ООП магистратуры**

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: лекционные учебные аудитории (оборудованные видеопроекторным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном, и имеющие выход в Интернет), помещения для проведения семинарских и практических занятий (оборудованные учебной мебелью), библиотеку (имеющую рабочие компьютерные места для обучающихся по программе магистратуры, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет), лаборатории, оснащенные современным оборудованием для выполнения научно-исследовательской работы, компьютерные классы. При использовании электронных изданий университет обеспечивает каждого обучающегося во время

самостоятельной подготовки рабочим местом в компьютерном классе с выходом в Интернет в соответствии с трудоемкостью изучаемых дисциплин.

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

#### **6.2.1 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, рН-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.

#### **6.2.2 Учебно-наглядные пособия:**

Комплекты презентаций к лекционным курсам; наборы образцов различных материалов и покрытий.

#### **6.2.3 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; WEB-камеры; цифровые камеры к оптическим микроскопам; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

#### **6.2.4 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, научно-популярные электронные издания.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий по дисциплинам; электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедр в электронном виде, размещенные на сайтах кафедр факультета инженерной химии; справочные материалы в печатном и электронном виде.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, **в том числе отечественного производства** (состав определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) **и подлежит обновлению при необходимости**).

При использовании в образовательном процессе печатных изданий, в университете сформирован библиотечный фонд, укомплектованный печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных в рабочих программах дисциплин (модулей), программах практик, на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль), проходящих соответствующую практику.

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), *в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий*, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) и подлежит обновлению (при необходимости).

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Для реализации основной образовательной программы подготовки по программе магистратуры по направлению **28.04.03 Наноматериалы**, профиль **«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.

ИБЦ университета обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для реализации и качественного освоения обучающимися по программе магистратуры образовательного процесса по всем дисциплинам, практикам и ГИА основной образовательной программы подготовки магистров по направлению **28.04.03 Наноматериалы**, магистерская программа – **«Химическая технология наноматериалов»**.

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ составляет 1 715 452 экз.

При использовании в образовательном процессе печатных изданий, в университете сформирован библиотечный фонд, укомплектованный печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных в рабочих программах дисциплин (модулей), программах практик, на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль), проходящих соответствующую практику.

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

Информационно-библиотечный центр обеспечивает самостоятельную работу обучающихся 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**

№	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»	<p>Принадлежность - сторонняя</p> <p>Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор №29.01-3-2.0-827/2018 от 26.09.2018 г. Сумма договора – 357 000-00 С «26» сентября 2018г. по <b>«25» сентября 2019г.</b></p> <p>Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор № 33.03-Р-2.0-1775/2-10 от 26.09.2019г. Сумма договора – 642 083-68 С <b>«26» сентября 2019г. по «25» сентября 2020г.</b></p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a></p> <p>Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.</p>	Коллекция книг по естественно-научным и техническим отраслям наук.
2.	Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)	<p>Принадлежность – собственная РХТУ.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://lib.muctr.ru/">http://lib.muctr.ru/</a></p> <p>Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера.</p>	Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.
3	Информационно-справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России».	<p>Принадлежность сторонняя.</p> <p>Реквизиты контракта – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ», контракт № 111-142ЭА/2018 от 18.12.2018 г. Сумма договора – 547 511 руб. С «01» января.2019 г. по «31» декабря 2019 г.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://reforma.kodeks.ru/reforma/">http://reforma.kodeks.ru/reforma/</a></p> <p>Количество ключей – 5 лицензий + локальный доступ с компьютеров ИБЦ.</p>	Электронная библиотека нормативно-технических изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД
4	ЭБС «Научно-электронная библиотека eLibrary.ru».	<p>Принадлежность – сторонняя</p> <p>Реквизиты договора – ООО «Научная электронная библиотека», договор № 33.03-Р-3.1-2087/2019. Сумма договора – 1 100 017-00</p>	Электронные версии периодических и непериодических изданий по различным отраслям науки

		<p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г. Ссылка на сайт – <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a> Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip- адресам неограничен.</p>	
5	Справочно- правовая система «Гарант»	<p>Принадлежность сторонняя Договор №145-188ЭА/2018 г. от 28.01.2019 г. С «28» января 2019 г. по «27» января 2020 г. Ссылка на сайт – <a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a> Сумма договора - 512000-00 Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по ip-адресам.</p>	Гарант — справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.
6	ЭБС «ЮРАЙТ»	<p>Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора – ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ», Договор № №29.01- 3-2.0-1168/2018 от 11.01.2019 г. С «11» января 2019 г. по «10» января 2020 г. Договор № 33.03-Р-3.1-220/2020 от 16.03.2020 г. Сумма договора - 324 000-00 С «16» марта 2020 г. по «15» марта 2021 г. Ссылка на сайт ЭБС - <a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a> Сумма договора – 220 000-00 руб. Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.</p>	Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОС.
7.	Электронная библиотека диссертаций (ЭБД РГБ).	<p>Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ФГБУ РГБ, Договор № 33.03-Р-3.1- 2173/2020 Сумма договора - 398 840-00</p> <p>С «16» марта 2020 г. по «15» марта 2021 г.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://diss.rsl.ru/">http://diss.rsl.ru/</a> Количество ключей – 10 лицензий + распечатка в ИБЦ.</p>	<p>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.</p>

8.	БД ВИНТИ РАН	<p>Принадлежность сторонняя, Реквизиты договора- ВИНТИ РАН Договор № 33.03-Р-3.1- 2047/2019 от 25 февраля 2020 г.</p> <p>Сумма договора - 100 000-00</p> <p>С «25 » февраля 2020 г. по «24 » февраля 2021 г.</p> <p>Ссылка на сайт- <a href="http://www.viniti.ru/">http://www.viniti.ru/</a></p> <p>Количество ключей – локальный доступ для пользователей РХТУ в ИБЦ РХТУ.</p>	Крупнейшая в России баз данных по естественным, точным и техническим наукам. Включает материалы РЖ (Реферативного журнала) ВИНТИ с 1981 г. Общий объем БД - более 28 млн. документов
9.	Справочно- правовая система «Консультант+ »,	<p>Принадлежность сторонняя- Договор № 174-247ЭА/2019 от 26.12.2019 г. Сумма договора - 927 029-80</p> <p>С «01» января 2020 г. по «31» декабря 2020 г.</p> <p>Ссылка на сайт- <a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a></p> <p>Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по ip-адресам.</p>	Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.
10.	Электронно- библиотечная система «Консультант студента»	<p>Принадлежность сторонняя- ООО «Политехресурс» Договор № 33.03-Р-3.1-218/2020 От «16» марта 2020 г. Сумма договора-36 500-00</p> <p>С «17 » марта 2020 г. по « 16» марта 2021 г</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a></p> <p>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p>	Комплект изданий, входящих в базу данных «Электронная библиотека технического ВУЗа».

11.	Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM»	<p>Принадлежность сторонняя- ООО «ЗНАНИУМ», Договор № 4309 эбс 33.03-Р-3.1-2215/2020 от «20» марта 2020 г.</p> <p>Сумма договора-30 000-00</p> <p>С « 20» марта 2020 г. по «19 » марта 2021г</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p>	Коллекция изданий учебников и учебных пособий по различным отраслям знаний для всех уровней профессионального образования.
12.	Информационно-аналитическая система Science Index	<p>Принадлежность сторонняя- ООО «Научная электронная библиотека» Договор № СИО-364/19 33.03-Р-3.1-2103/2019 от «17» февраля 2020 г.</p> <p>Сумма договора-90 000-00</p> <p>Срок действия с «17» февраля 2020 г. по «16» февраля 2021 г.</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a></p> <p>Количество ключей – локальный доступ для сотрудников ИБЦ</p>	Дистанционная поддержка публикационной активности преподавателей университета

**Бесплатные архивные коллекции, приобретенные Минобрнауки для вузов**

<a href="#">Архив Издательства American Association for the Advancement of Science. Пакет «Science Classic» 1880-1996</a>
<a href="#">Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005</a>
<a href="#">Архив издательства Института физики (Великобритания). Пакет «Historical Archive 1874-1999» с первого выпуска каждого журнала по 1999, 1874-1999</a>
<a href="#">Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010</a>
<a href="#">Архив издательства Oxford University Press. Пакет «Archive Complete» с первого выпуска каждого журнала по 1995, 1849-1995</a>
<a href="#">Архив издательства Sage. Пакет «2010 SAGE Deep Backfile Package» с первого выпуска каждого журнала по 1998, 1890-1998</a>
<a href="#">Архив издательства Taylor &amp; Francis. Full Online Journal Archives. с первого выпуска каждого журнала по 1996, 1798-1997</a>
<a href="#">Архив издательства Cambridge University Press. Пакет «Cambridge Journals Digital Archive (CJDA)» с первого выпуска каждого журнала по 2011, 1827-2011</a>

[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 бесплатным архивом электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.
5. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>  
Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.
6. Издательство с открытым доступом InTech <http://www.intechopen.com/>  
Первое и крупнейшее в мире издательство, публикующее книги в открытом доступе, около 2500 научных изданий. Основная тематическая направленность - физические и технические науки, технологии, медицинские науки, науки о жизни.
7. База данных химических соединений ChemSpider <http://www.chemspider.com/>  
ChemSpider – это бесплатная химическая база данных, предоставляющая быстрый доступ к более чем 28 миллионам структур, свойств и соответственной информации. Ресурс принадлежит Королевскому химическому обществу Великобритании (Royal Society of Chemistry).
8. Коллекция журналов PLOS ONE <http://journals.plos.org/plosone/>  
PLOS ONE – коллекция журналов, в которых публикуются отчеты о новых исследованиях в области естественных наук и медицины. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование.
9. 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.
10. Espacenet - European Patent Office (EPO) <http://worldwide.espacenet.com/>  
Патенты (либо патентные заявки) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро, в том числе полные тексты патентов США, России, Франции, Японии и др.
11. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС) [http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content\\_ru/ru](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 последнего официального бюллетеня.

### **6.3 Требования к кадровым условиям реализации ООП магистратуры**

Реализация ООП магистратуры обеспечивается педагогическими работниками университета, а также лицами, привлекаемыми к реализации ООП магистратуры на иных условиях.

Квалификация педагогических работников университета соответствует квалификационным требованиям, указанным в квалификационных справочниках и (или) профессиональных стандартах.

**Не менее 70 процентов** численности педагогических работников университета, участвующих в реализации ООП магистратуры, и лиц, привлекаемых университетом к реализации ООП магистратуры на иных условиях (исходя из количества замещаемых ставок, приведенного к целочисленным значениям), ведут научную, учебно-методическую и (или) практическую работу, соответствующую профилю преподаваемой дисциплины (модулю).

**Не менее 5 процентов** численности педагогических работников университета, участвующих в реализации ООП магистратуры, и лиц, привлекаемых университетом к реализации ООП магистратуры на иных условиях (исходя из количества замещаемых ставок, приведенного к целочисленным значениям), являются руководителями и (или) работниками иных организаций, осуществляющими трудовую деятельность в профессиональной сфере, соответствующей профессиональной деятельности, к которой готовятся выпускники (имеют стаж работы в данной профессиональной сфере не менее 3 лет).

**Не менее 60 процентов** численности педагогических работников университета и лиц, привлекаемых к образовательной деятельности университетом на иных условиях (исходя из количества замещаемых ставок, приведенного к целочисленным значениям), имеют ученую степень (в том числе ученую степень, полученную в иностранном государстве и признаваемую в Российской Федерации) и (или) ученое звание (в том числе ученое звание, полученное в иностранном государстве и признаваемое в Российской Федерации).

Общее руководство научным содержанием ООП магистратуры осуществляется научно-педагогическим работником университета, имеющим ученую степень (в том числе ученую степень, присвоенную за рубежом и признаваемую в Российской Федерации), осуществляющим самостоятельные научно-исследовательские (творческие) проекты (участвующим в осуществлении таких проектов) по направлению подготовки, имеющим ежегодные публикации по результатам указанной научно-исследовательской (творческой) деятельности в ведущих отечественных и (или) зарубежных рецензируемых научных журналах и изданиях, а также осуществляющим ежегодную апробацию результатов указанной научно-исследовательской (творческой) деятельности на национальных и международных конференциях.

### **6.4 Требования к финансовым условиям реализации ООП магистратуры**

Финансовое обеспечение реализации ООП магистратуры осуществляется в объеме не ниже значений базовых нормативных затрат на оказание государственных услуг по реализации образовательных программ высшего образования – программ магистратуры и значений корректирующих коэффициентов к базовым нормативам затрат, определяемых Министерством науки и высшего образования Российской Федерации.

### **6.5 Требования к применяемым механизмам оценки качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся по ООП магистратуры**

Качество образовательной деятельности и подготовки обучающихся ООП магистратуры определяется в рамках системы внутренней оценки, а также системы внешней оценки, в которой университет принимает участие на добровольной основе.

В целях совершенствования ООП магистратуры при проведении регулярной внутренней оценки качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся по ООП магистратуры привлекает работодателей и (или) их объединения, иных юридических и (или) физических лиц, включая педагогических работников университета.

В рамках внутренней системы оценки качества образовательной деятельности по ООП магистратуры обучающимся предоставляется возможность оценивания условий, содержания, организации и качества образовательного процесса в целом и отдельных дисциплин (модулей) и практик.

Внешняя оценка качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся по ООП магистратуры может осуществляться в рамках профессионально-общественной аккредитации, проводимой работодателями, их объединениями, а также уполномоченными ими организациями, в том числе иностранными организациями, либо авторизованными национальными профессионально-общественными организациями, входящими в международные структуры.

## **7 НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ОБУЧАЮЩИМИСЯ ПРОГРАММЫ МАГИСТРАТУРЫ**

В соответствии с ФГОС ВО 3++ по направлению подготовки **28.04.03 Наноматериалы** оценка качества освоения обучающимися ООП магистратуры включает текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию и ГИА обучающихся.

Нормативно-методическое обеспечение текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации и ГИА обучающихся по ООП магистратуры осуществляется в соответствии с ФГОС ВО 3++ и локальными нормативными актами университета.

*Текущий контроль, промежуточная аттестация и аттестационные испытания итоговой (государственной итоговой) аттестации выпускников ООП магистратуры*

Текущий контроль и промежуточная аттестация по всем видам учебной деятельности обучающихся осуществляется в соответствии с требованиями Положения о рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятого решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 26.02.2020, протокол № 8, введенного в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 20.03.2020 № 27 ОД.

Текущий контроль успеваемости обучающихся обеспечивает оценку уровня освоения дисциплин, прохождения практик, выполнения ВКР и проводится преподавателем на любом из видов учебных занятий. **Обязательной составляющей текущего контроля успеваемости является учет преподавателями посещаемости учебных занятий обучающимися.** По результатам текущего контроля успеваемости три раза в семестр для всех курсов по всем дисциплинам проводится аттестация обучающихся.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзаменов, зачетов с оценкой и зачетов для всех курсов по дисциплинам и практикам, предусмотренным учебным планом направления подготовки **28.04.03 Наноматериалы**. Результаты сдачи зачетов оцениваются на «зачтено», «не зачтено»; зачетов с оценкой и экзаменов – на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

При освоении настоящей ООП магистратуры изучение части дисциплин может быть заменено на онлайн-курсы, при условии, что в результате освоения онлайн-курса формируются те же компетенции (части компетенций), что и в рамках указанных дисциплин. Онлайн-курс должен быть выбран и реализован в соответствии с Положением о зачете результатов освоения открытых онлайн-курсов, реализуемых образовательными организациями, в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятого решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020, протокол № 9, введенного в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020 № 29 ОД.

ГИА осуществляется в соответствии с требованиями Положения о порядке проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам

высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятого решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенного в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А; Положения о выпускной квалификационной работе для обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятого решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенного в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А.

К ГИА допускаются обучающиеся, не имеющие академической задолженности и в полном объеме выполнившие учебный план по ООП магистратуры в соответствии с ФГОС ВО 3++ по направлению подготовки **28.04.03 Наноматериалы**. Для проведения ГИА в университете ежегодно формируются государственные экзаменационные комиссии (ГЭК) и апелляционные комиссии. Темы ВКР отражают актуальные проблемы, связанные с направлением подготовки **28.04.03 Наноматериалы**. Университет утверждает перечень тем выпускных квалификационных работ, предлагаемых обучающимся (далее – перечень тем), и доводит его до сведения обучающихся не позднее чем за 6 месяцев до даты начала государственной итоговой аттестации.

Тема ВКР персонально для каждого обучающегося утверждается приказом ректора (проректора по учебной работе) по университету перед началом преддипломной практики. Данным приказом утверждается также руководитель ВКР. Перед началом выполнения ВКР обучающийся совместно с руководителем составляет индивидуальный план подготовки и выполнения ВКР, предусматривающий очередность и сроки выполнения отдельных частей работы. Текст пояснительной записки ВКР проверяется на наличие неправомерных заимствований. Проверка осуществляется в соответствии с Положением о порядке проверки выпускных квалификационных работ и научных докладов об основных результатах подготовленных научно-квалификационных работ (диссертаций) на объем заимствования и их размещения в электронно-библиотечной системе РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А.

Защита ВКР проводится на открытых заседаниях ГЭК с участием не менее двух третей ее состава. График защиты ВКР составляется по согласованию с обучающимися и доводится до сведения обучающихся не позднее, чем за 30 дней до начала работы ГЭК. Результаты работы ГЭК определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и объявляются в тот же день после оформления в установленном порядке протоколов заседаний комиссий. По окончании работы председатель ГЭК составляет отчет о проделанной работе.

Для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ГИА проводится с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

## **8 РАБОЧИЕ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИН, ПРАКТИК И ГИА**

Рабочие программы дисциплин, практик и ГИА:

1. Философские проблемы науки и техники
2. Физические и химические свойства наноматериалов и наносистем
3. Деловой иностранный язык
4. Дополнительные главы математики в наноматериалах
5. Оценка рисков и экономической эффективности при внедрении инновационных решений и технологий
6. Лабораторные работы по физическим и химическим свойствам наноматериалов и наносистем

7. Квантовая механика
8. Супрамолекулярная химия
9. Элементы кристаллографии
10. Процессы на поверхности раздела фаз
11. Термический анализ наноматериалов
12. Методы механохимии
13. Методы анализа наноматериалов
14. Синтез наночастиц в жидких средах
15. Газофазные процессы получения наноматериалов
16. Компьютерные и информационные технологии в разработке наноматериалов
17. Биологическое действие наноматериалов
18. Углеродные наноматериалы
19. Полимерные нанокомпозиты
20. Флуоресцентные методы детектирования
21. Методы исследования механических свойств наноматериалов
22. Методы лазерной дифракции в анализе наноматериалов
23. Зондовая микроскопия
24. Учебная практика: Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков
25. Производственная практика: Научно-исследовательская работа
26. Производственная практика: Преддипломная практика
27. Государственная итоговая аттестация: Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
28. Техника научного перевода
29. Социология и психология профессиональной деятельности

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

### **9 ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ И ГИА ОБУЧАЮЩИХСЯ ООП МАГИСТРАТУРЫ**

В соответствии с ФГОС ВО 3++ по направлению подготовки **28.04.03 Наноматериалы** для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям ООП магистратуры разработаны ФОС по каждой дисциплине, практике, ГИА, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты, кейс-задачи, вопросы к зачетам и экзаменам, средства и методы оценки, позволяющие оценить знания, умения, навыки и уровень приобретенных компетенций.

ФОС по дисциплинам, практикам, ГИА разрабатываются в соответствии с Порядком разработки и утверждения образовательных программ, утвержденным решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.06.2017, протокол № 9, с изменениями, утвержденными решениями Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 26.06.2019, протокол № 11 и от 27.12.2019, протокол № 5.

ФОС по дисциплинам, практикам и ГИА:

1. Философские проблемы науки и техники
2. Физические и химические свойства наноматериалов и наносистем
3. Деловой иностранный язык

4. Дополнительные главы математики в наноматериалах
5. Оценка рисков и экономической эффективности при внедрении инновационных решений и технологий
6. Лабораторные работы по физическим и химическим свойствам наноматериалов и наносистем
7. Квантовая механика
8. Супрамолекулярная химия
9. Элементы кристаллографии
10. Процессы на поверхности раздела фаз
11. Термический анализ наноматериалов
12. Методы механохимии
13. Методы анализа наноматериалов
14. Синтез наночастиц в жидких средах
15. Газофазные процессы получения наноматериалов
16. Компьютерные и информационные технологии в разработке наноматериалов
17. Биологическое действие наноматериалов
18. Углеродные наноматериалы
19. Полимерные нанокомпозиты
20. Флуоресцентные методы детектирования
21. Методы исследования механических свойств наноматериалов
22. Методы лазерной дифракции в анализе наноматериалов
23. Зондовая микроскопия
24. Учебная практика: Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков
25. Производственная практика: Научно-исследовательская работа
26. Производственная практика: Преддипломная практика
27. Государственная итоговая аттестация: Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
28. Техника научного перевода
29. Социология и психология профессиональной деятельности

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

## **10 МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНАМ, ПРАКТИКАМ И ГИА**

Методические материалы по дисциплинам, практикам и ГИА:

1. Философские проблемы науки и техники
2. Физические и химические свойства наноматериалов и наносистем
3. Деловой иностранный язык
4. Дополнительные главы математики в наноматериалах
5. Оценка рисков и экономической эффективности при внедрении инновационных решений и технологий
6. Лабораторные работы по физическим и химическим свойствам наноматериалов и наносистем
7. Квантовая механика

8. Супрамолекулярная химия
9. Элементы кристаллографии
10. Процессы на поверхности раздела фаз
11. Термический анализ наноматериалов
12. Методы механохимии
13. Методы анализа наноматериалов
14. Синтез наночастиц в жидких средах
15. Газофазные процессы получения наноматериалов
16. Компьютерные и информационные технологии в разработке наноматериалов
17. Биологическое действие наноматериалов
18. Углеродные наноматериалы
19. Полимерные нанокомпозиты
20. Флуоресцентные методы детектирования
21. Методы исследования механических свойств наноматериалов
22. Методы лазерной дифракции в анализе наноматериалов
23. Зондовая микроскопия
24. Учебная практика: Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков
25. Производственная практика: Научно-исследовательская работа
26. Производственная практика: Преддипломная практика
27. Государственная итоговая аттестация: Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
28. Техника научного перевода
29. Социология и психология профессиональной деятельности

входящих в ООП по направлению подготовки «**28.04.03 Наноматериалы**», 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 программа «Химическая технология наноматериалов»

Дисциплины	Компетенции	Формируемые компетенции																				
		Универсальные						Общепрофессиональные							Профессиональные							
		УК-1	УК-2	УК-3	УК-4	УК-5	УК-6	ОПК-1	ОПК-2	ОПК-3	ОПК-4	ОПК-5	ОПК-6	ОПК-7	ПК-1	ПК-2	ПК-3	ПК-4				
Обязательная часть	Философские проблемы науки и техники	+				+	+															
	Физические и химические свойства наноматериалов и наносистем			+							+	+										
	Деловой иностранный язык				+							+										
	Дополнительные главы математики в наноматериалах							+				+										
	Оценка рисков и экономической эффективности при внедрении инновационных решений и технологий		+						+	+												
	Лабораторные работы по физическим и химическим свойствам наноматериалов и наносистем													+	+							
Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Обязательные дисциплины	Квантовая механика																	+			
		Супрамолекулярная химия																	+	+	+	
		Элементы кристаллографии															+			+		
		Процессы на поверхности раздела фаз																+		+		
		Термический анализ наноматериалов															+					
		Методы механохимии																	+			
		Методы анализа наноматериалов															+					
		Синтез наночастиц в жидких средах																	+		+	
		Газофазные процессы получения наноматериалов															+	+			+	
		Компьютерные и информационные технологии в разработке наноматериалов																		+		
		Биологическое действие наноматериалов	+																	+		

	Дисциплины	Компетенции	Формируемые компетенции																	
			Универсальные						Общепрофессиональные							Профессиональные				
			УК-1	УК-2	УК-3	УК-4	УК-5	УК-6	ОПК-1	ОПК-2	ОПК-3	ОПК-4	ОПК-5	ОПК-6	ОПК-7	ПК-1	ПК-2	ПК-3	ПК-4	
Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплины по выбору	Углеродные наноматериалы																+	+	
		Полимерные нанокомпозиты																	+	+
		Флуоресцентные методы детектирования															+	+	+	
		Методы исследования механических свойств наноматериалов															+	+	+	
		Методы лазерной дифракции в анализе наноматериалов															+	+		
		Зондовая микроскопия															+	+		
Практика	Учебная практика: Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков		+									+			+					
	Производственная практика: Научно-исследовательская работа	+	+	+	+	+	+								+	+	+	+		
	Производственная практика: Преддипломная практика	+	+	+	+	+	+								+	+	+	+		
ГИА	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
Факультативы	Техника научного перевода	+			+													+		
	Социология и психология профессиональной деятельности			+			+												+	