

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

«РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА»



УТВЕРЖДАЮ

И.О. проректора по УМР

Н.А. Макаров  
(И.О. Фамилия)

2019 г.

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

**по направлению подготовки**

**18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии,  
нефтехимии и биотехнологии**

**Магистерская программа:**

**"Ресурсосберегающие нанопроцессы, технологии и оборудование"**

форма обучения:

**очная**

Квалификация: **Магистр**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии

РХТУ им. Д.И. Менделеева

«31» мая 2019 г.

Протокол № 11

Москва, 2019

Разработчики основной образовательной программы (ООП) магистратуры:

Д.т.н., профессор М.Б. Глебов



---

К.т.н., доцент А.С. Скичко



---

ООП магистратуры рассмотрена и одобрена на заседании кафедры кибернетики химико-технологических процессов (КХТП) протокол № 11 от «22» мая 2019 г.

Заведующий кафедрой КХТП

д.т.н., проф.



---

 М.Б.Глебов

Согласовано:

Начальник Учебного управления



---

 Н.А.Макаров

ООП магистратуры рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета факультета Информационных технологий и управления, протокол № 5 от «30» мая 2019 г.

Согласовано:

Заместитель директора по науке АО Научный центр «Малотоннажная химия»

«30» мая 2019 г.



---

 А.М. Бессарабов

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

**1.1. Основная профессиональная образовательная программа высшего образования – программа магистратуры (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 высшего образования 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, магистерская программа «Ресурсосберегающие нанопроцессы, технологии и оборудование» 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 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

– Приказ Минобрнауки России от 20.11.2014 № 1480 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (уровень магистратуры) (далее – ФГОС ВО по направлению подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (уровень магистратуры));

– 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».

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

Срок получения образования по программе магистратуры: в очной форме обучения, включая каникулы, предоставляемые после прохождения государственной итоговой аттестации, вне зависимости от применяемых образовательных технологий, составляет 2 года. Объем программы магистратуры в очной форме обучения, реализуемый за один учебный год, составляет 60 з.е. При обучении по индивидуальному учебному плану лиц с ограниченными возможностями здоровья организация вправе продлить срок не более чем на полгода по сравнению со сроком, установленным для соответствующей

формы обучения. Объем программы магистратуры за один учебный год при обучении по индивидуальному учебному плану вне зависимости от формы обучения не может составлять более 75 з.е.

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

Реализация программы магистратуры возможна с использованием сетевой формы.

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

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

Программа магистратуры состоит из следующих блоков:

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

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

Блок 3 "Государственная итоговая аттестация", который в полном объеме относится к базовой части программы и завершается присвоением квалификации, указанной в перечне специальностей и направлений подготовки высшего образования, утвержденном Министерством образования и науки Российской Федерации.

### Структура программы магистратуры

Структура программы магистратуры		Объем программы магистратуры в зачетных единицах
Блок 1	Дисциплины (модули)	60
	Базовая часть	19
	Вариативная часть	41
Блок 2	Практики, в том числе научно-исследовательская работа (НИР)	54
	Вариативная часть	54
Блок 3	Государственная итоговая аттестация	6
Объем программы магистратуры		120

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

Дисциплины (модули), относящиеся к вариативной части программы магистратуры, практики (в том числе НИР) определяют направленность (профиль) программы. Набор дисциплин (модулей) и практик (в том числе НИР), относящихся к вариативной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" и Блока 2 "Практики, в том числе

научно-исследовательская работа (НИР)" программ академической или прикладной магистратуры, организация определяет самостоятельно в объеме, установленном настоящим ФГОС ВО. После выбора обучающимся направленности (профиля) программы, набор соответствующих дисциплин (модулей), практик (в том числе НИР) становится обязательным для освоения обучающимся.

В Блок 2 "Практики, в том числе научно-исследовательская работа (НИР)" входят:

Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков,

Производственная практика: НИР,

Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в том числе технологическая практика),

Преддипломная практика

Способы проведения учебной и производственной практик:

стационарная;

выездная.

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

При разработке программ магистратуры организация выбирает типы практик в зависимости от вида (видов) деятельности, на который (которые) ориентирована программа магистратуры. Организация вправе предусмотреть в программе магистратуры иные типы практик дополнительно к установленным настоящим ФГОС ВО.

Учебная и (или) производственная практики могут проводиться в структурных подразделениях организации. Для лиц с ограниченными возможностями здоровья выбор мест прохождения практик должен учитывать состояние здоровья и требования по доступности.

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

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

Количество часов, отведенных на занятия лекционного типа, в целом по Блоку 1 "Дисциплины (модули)" должно составлять не более 30 процентов от общего количества часов аудиторных занятий, отведенных на реализацию этого Блока.

#### **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 выпускника**

Выпускник, освоивший программу магистратуры, в соответствии с видами профессиональной деятельности, на которые ориентирована программа магистратуры, готов решать следующие профессиональные задачи: разработку научных основ, создание и внедрение энерго- и ресурсосберегающих, экологически безопасных технологий в производствах неорганических и органических наноматериалов и изделий на их основе, продуктов основного и тонкого органического синтеза, полимерных материалов, продуктов переработки нефти, газа и твердого топлива, микробиологического синтеза, лекарственных препаратов и пищевых продуктов, разработку методов обращения с промышленными и бытовыми отходами и вторичными сырьевыми ресурсами.

### **2.2. Объекты профессиональной деятельности выпускника**

Программа магистратуры ориентирована на научно-исследовательский вид профессиональной деятельности как основной (далее - программа академической магистратуры).

Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу магистратуры «Ресурсосберегающие нанопроцессы, технологии и оборудование» являются:

- процессы и аппараты в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии;
- промышленные установки и технологические схемы, включая системы автоматизированного управления;
- автоматизированные системы научных исследований и системы автоматизированного проектирования;
- сооружения очистки сточных вод и газовых выбросов, переработки отходов, утилизации теплоэнергетических потоков и вторичных материалов;
- методы и средства оценки состояния окружающей среды и защиты ее от антропогенного воздействия;
- системы искусственного интеллекта в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии;
- многоассортиментные производства химической и смежных отраслей промышленности;
- приборы, системы и их элементы, создаваемые на базе и с использованием наноматериалов, процессов нанотехнологии и методов нанодиагностики для навигации, энергетики, медицины, научных исследований, диагностики технологических систем, экологического контроля природных ресурсов и других областей техники;
- детали, узлы и агрегаты машин и механомов, создаваемых на базе и с использованием наноматериалов, процессов нанотехнологии и методов нанодиагностики для общего, энергетического, транспортного, специального машиностроения, а также других отраслей техники;
- технологическое и контрольно-диагностическое оборудование для процессов нанотехнологий.

### **2.3. Виды профессиональной деятельности выпускника**

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

***научно-исследовательская деятельность:***

- постановка и формулирование задач научных исследований по разработке энерго- и ресурсосберегающих технологий;

- разработка новых технических и технологических решений на основе результатов научных исследований;
- создание теоретических моделей технологических процессов, аппаратов и свойства материалов и изделий;
- разработка алгоритмов и программ, выполнение прикладных научных исследований, обработка и анализ их результатов, формулирование выводов и рекомендаций;
- подготовка научно-технических отчетов и аналитических обзоров, публикация научных результатов;
- проведение мероприятий по защите интеллектуальной собственности и результатов исследований;
- разработка интеллектуальных систем для научных исследований; решение задач оптимизации технологических процессов и систем с позиций энерго- и ресурсосбережения;

***производственно-технологическая деятельность:***

- разработка норм выработки, технологических нормативов на расход сырья и вспомогательных материалов, топлива и электроэнергии, выбор оборудования и технологической оснастки химических, нефтехимических, биотехнологических производств;
- внедрение в производство новых энерго- и ресурсосберегающих технологических процессов;
- оценка экономической эффективности технологических процессов, их экологической безопасности и технологических рисков при внедрении новых технологий;
- разработка мероприятий по комплексному использованию сырья, по замене дефицитных материалов и изыскание способов утилизации отходов производства, выбор систем обеспечения экологической безопасности производства на основе алгоритмов и программ расчетов параметров технологических процессов;
- разработка систем управления процессами и производством;

### **3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ МАГИСТРАТУРЫ**

3.1. Выпускник, освоивший программу магистратуры, должен обладать следующими общекультурными компетенциями:

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

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

- готовностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-1);
- готовностью руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОПК-2);
- способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с направлением и профилем подготовки (ОПК-3);
- готовностью к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез (ОПК-4);

- готовностью к защите объектов интеллектуальной собственности и коммерциализации прав на объекты интеллектуальной собственности (ОПК-5).

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

***научно-исследовательская деятельность:***

- способностью формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их (ПК-1);
- способностью организовать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу (ПК-2);
- готовностью к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи (ПК-3);
- способностью использовать современные методики и методы, в проведении экспериментов и испытаний, анализировать их результаты и осуществлять их корректную интерпретацию (ПК-4);
- способностью составлять научно-технические отчеты и готовить публикации по результатам выполненных исследований (ПК-5);
- готовностью разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку (ПК-6);

***производственно-технологическая деятельность:***

- готовностью к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению, выбору оборудования и технологической оснастке (ПК-7);
- готовностью к разработке технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного оборудования (ПК-8);
- способностью к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения, к оценке экономической эффективности технологических процессов, их экологической безопасности (ПК-9);
- способностью оценивать инновационный и технологический риски при внедрении новых технологий (ПК-10);
- способностью разрабатывать мероприятия по комплексному использованию сырья, по замене дефицитных материалов (ПК-11);
- способностью создавать технологии утилизации отходов и системы обеспечения экологической безопасности производства (ПК-12).

## **4. ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММ МАГИСТРАТУРЫ**

### **4.1 Общая характеристика образовательной деятельности**

Образовательная деятельность по программе магистратуры предусматривает:

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



## **4.2. Учебный план подготовки магистрантов**

Учебный план подготовки магистров разработан в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, утвержденному приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 20.11.2014 г. № 1480.

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

Учебный план подготовки магистранта по направлению 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии магистерской программы «Ресурсосберегающие нанопроцессы, технологии и оборудование» прилагается.

## **4.3. Календарный учебный график**

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

## **4.4. Аннотации рабочих программ дисциплин**

### **4.4.1. Дисциплины обязательной части (базовая часть)**

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

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

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями:

- способности к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
- готовности действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения (ОК-2);
- готовности к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3);
- готовности руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОПК-2);

*знать:*

- основные научные школы, направления, парадигмы, концепции в философии техники и химической технологии;
- философско-методологические основы научно-технических и инженерно-технологических проблем;
- развитие техники и химических технологий в соответствии с становлением доиндустриального, индустриального, постиндустриального периодов развития мира;

*уметь:*

- применять в НИОКР категории философии техники и химических технологий;
- анализировать приоритетные направления техники и химических технологий;

- логически понимать и использовать достижение научно-технического прогресса и глобальных проблем цивилизации, практически использовать принципы, нормы и правила экологической, научно-технической, компьютерной этики;

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

*владеть:*

- основными понятиями философии техники и химической технологии;

- навыками анализа философских проблем техники, научно-технического знания и инженерной деятельности;

- способами критического анализа техники и ее инновационных методов научного исследования, поиска оптимальных решений НИОКР в технике и химической технологии;

- приемами публичных выступлений в полемике, дискуссии по философским проблемам техники и технического знания.

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

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

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

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

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

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

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

#### **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. Взаимоотношения философско-культурологического и инженерно-технократического направлений в философии техники.

Основные проблемы современной философии техники. Социология и методология проектирования и инженерной деятельности. Соотношение дескриптивных и нормативных теорий в науке о конструировании. Кибернетика и моделирование технических систем Этика и ответственность инженера-техника: распределение и мера

ответственности за техногенный экологический ущерб. Психосоциальное воздействие техники и этика управления.

Высокие технологии, химическое измерение и инновационные подходы для выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) в химии и химической технологии.

#### 4. Объем учебной дисциплины

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

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 (КР):</b>	<b>0,94</b>	<b>25,5</b>
Лекции (Лек)	0,47	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,47	12,75
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1</b>	<b>28,5</b>
<b>Вид контроля: зачет/экзамен</b>	<b>1</b>	<b>Экзамен</b>
- Подготовка к экзамену		27
- Контактная аттестация		26,7
		0,3

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Деловой иностранный язык» (Б1.Б.02)

**1. Цель дисциплины** – приобретение обучающимися общей, коммуникативной и профессиональной компетенций, уровень которых на отдельных этапах языковой подготовки позволяет использовать иностранный язык в профессиональной деятельности в сфере делового общения.

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

*Обладать* следующими компетенциями:

- готовностью к коммуникации в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном языке для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-1);

*Знать:*

- основные способы сочетаемости лексических единиц и основные словообразовательные модели;

- русские эквиваленты основных слов и выражений профессиональной речи; основные приемы и методы реферирования и аннотирования литературы по специальности;

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

- приемы работы с оригинальной литературой по специальности.

*Уметь:*

- работать с оригинальной литературой по специальности

- работать со словарем;

- вести деловую переписку на изучаемом языке;

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

*Владеть:*

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

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

- основной иноязычной терминологией специальности;

- основами реферирования и аннотирования литературы по специальности.

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

*Раздел 1. Общелингвистические аспекты делового общения на иностранном языке.*

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

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

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

Порядок слов в предложении.

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

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

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

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

4. Грамматические трудности изучаемого языка:

Инфинитив. Образование и употребление инфинитивных оборотов. Видовременные формы глаголов.

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

5. Изучающее чтение текстов по темам: «Структура вещества», «Неорганическая и органическая химия, соединения углерода».

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

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

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

7. Грамматические трудности изучаемого языка:

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

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

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

*Раздел 3. Профессиональная коммуникация в сфере делового общения*

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

Устный обмен информацией: Устные контакты в ситуациях делового общения.

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

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

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

12. Разговорная практика делового общения по темам: «Химические технологии», «Проблемы экологии». Сообщение информации по теме (монологическое высказывание) в рамках общенаучной и общетехнической тематики.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>0,94</b>	<b>34</b>
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,06</b>	<b>74</b>
Упражнения по соответствующим разделам дисциплины	2,06	74
<b>Вид контроля: экзамен</b>		<b>36</b>
Подготовка к экзамену	<b>1</b>	35,6
Контактная аттестация		0,4

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>0,94</b>	<b>25,5</b>
Практические занятия (ПЗ)	0,94	25,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,06</b>	<b>55,5</b>
Упражнения по соответствующим разделам дисциплины	2,06	55,5
<b>Вид контроля: экзамен</b>		<b>27</b>
Подготовка к экзамену	<b>1</b>	26,7
Контактная аттестация		0,3

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Моделирование технологических и природных систем» (Б1.Б.03)

1. **Цель дисциплины** – дать магистрантам теоретические знания и научить практическим навыкам использования современных математических методов, моделей, информационных и программных средств для решения широкого круга задач автоматизированного проектирования и управления химическими производствами; активно применять методы моделирования технологических и природных систем для решения конкретных задач при обработке экспериментальных данных, оптимизации,

прогнозировании свойств продуктов физико-химических превращений, моделировании и управлении химико-технологическими процессами, создании новых технологий и технологических аппаратов.

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

*Обладать* следующими компетенциями:

- способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
- готовностью к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез (ОПК-4);

*Знать:*

- основные положения моделирования технологических и природных систем;
- базовые понятия систем искусственного интеллекта;
- основные методы представления знаний: системы продукции, семантические сети, фреймы, логические модели, нейронные сети;
- основные методы инженерии знаний: извлечение, приобретение и формирование знаний;
- основные характеристики, классификацию и методы разработки экспертных систем;

*Уметь:*

- применять методы моделирования технологических и природных систем для решения практических задач в химической технологии;
- создавать компьютерные программы, вычислительный процесс которых базируется на методах и средствах моделирования технологических и природных систем;

*Владеть:*

- концептуальными подходами к решению прикладных проблем с позиций моделирования технологических и природных систем;
- приемами построения генетических алгоритмов для решения прикладных задач в химической технологии.

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

**Введение.** Системы программного моделирования интеллектуальной деятельности, основанные на знаниях: интеллектуальные информационно-поисковые системы, расчетно-логические системы, экспертные системы.

### **Раздел 1. Понятие системы**

#### **1.1. Системный подход и общесистемные свойства и закономерности.**

Общее понятие системы и ее свойства: целостности и членимости; связности; эмерджентности, организованности, существования жизненного цикла. Структура и функции системы. Объектные естественные системы. Объектные искусственные системы. Физико-химическая система и химико-технологическая система; их иерархия. Анализ и синтез объектных искусственных систем. Субъектные системы принятия решений. Системология. Эпистемологические уровни систем. Универсальный решатель системных задач.

#### **1.2. Системы программного моделирования интеллектуальной деятельности.**

Два подхода к объяснению механизмов мышления: символизм и коннекционизм. Бионическая коннекционистская модель мозга. Символизм как основа прагматического направления в развитии методов моделирования технологических и природных систем. Новая информационная технология. Эволюционное моделирование.

### **Раздел 2. Экспертные системы**

#### **2.1. Архитектура экспертных систем.**

Подсистема общения. Инженер по знаниям. Банк данных. База знаний. Машина вывода. Подсистема объяснений. Подсистема накопления знаний. Интеллектуальный редактор базы знаний.

#### 2.2. Классификация экспертных систем.

Интерпретация данных. Диагностика. Мониторинг. Статические и динамические экспертные системы. Автономные и гибридные экспертные системы.

#### 2.3. Методология разработки экспертных систем.

Этапы разработки экспертных систем. Идентификация. Концептуализация. Формализация. Выполнение. Тестирование. Опытная эксплуатация.

#### 2.4. Гибридные экспертные системы.

### **Раздел 3. Модели представления знаний**

#### 3.1. Виды моделей представления знаний.

Логические и логико-лингвистические модели представления знаний. Сетевые структурно-лингвистические модели представления знаний. Продукционные модели. Семантические сети. Фреймы. Доска объявлений.

#### 3.2. Инженерия знаний.

Извлечение знаний, методы извлечения знаний. Приобретение знаний. Формирование знаний. Структуризация знаний. Объектно-структурный подход (ОСП). Стратификация знаний. Алгоритм объектно-структурного анализа.

#### 3.3. Управление знаниями.

Машина вывода экспертной системы. Стратегия управления выводом. Прямой и обратный вывод. Методы поиска в глубину и ширину. Базы и хранилища данных. Системы групповой поддержки. Браузеры и системы поиска. Корпоративные сети и Интернет.

### **Раздел 4. Онтологические системы**

4.1. Модели онтологии. Методология создания и жизненный цикл онтологий. Примеры онтологий.

#### 4.2. Системы и средства представления онтологических знаний.

#### 4.3. Онтологии в химической технологии.

### **Раздел 5. Методология нечетких множеств**

#### 5.1. Иерархическая структура лингвистической переменной.

Примеры лингвистической переменной. Иерархическая структура лингвистической переменной; нечеткие переменные, базовая переменная. Функция принадлежности, определение и примеры. Понятие и определение нечеткого подмножества. Математическая символика аппарата нечетких множеств.

#### 5.2. Операции над нечеткими множествами

Объединение, пересечение, дополнение, произведение, возведение в степень, декартово произведение, расстояние между нечеткими множествами, нечеткие отношения, композиционное правило вывода.

#### 5.3. Нечеткое моделирование физико-химических систем.

### **Раздел 6. Алгоритмы моделирования технологических и природных систем**

6.1. Генетические алгоритмы. Кодирование фенотипов. Селекция и репродукция хромосом. Методы представления приспособленности хромосом.

6.2. Искусственные нейронные сети. Обучение искусственных нейронных сетей. Моделирование технологических и природных систем с помощью искусственных нейронных сетей.

#### 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 (КР):</b>	<b>1,88</b>	<b>68</b>
Лекции (Лек)	0,94	34
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,94	34
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,12</b>	<b>76</b>
Подготовка к лабораторным занятиям	1,06	38
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,06	38
<b>Вид контроля: Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
- Подготовка к экзамену		35,6
- Контактная аттестация		0,4

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>5</b>	<b>135</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,88</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,94	25,5
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,94	25,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,12</b>	<b>57</b>
Подготовка к лабораторным занятиям	1,06	28,5
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,06	28,5
<b>Вид контроля: Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>27</b>
- Подготовка к экзамену		26,7
- Контактная аттестация		0,3

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Дополнительные главы математики» (Б1.Б.04)

**1. Цели дисциплины** – формирование у студентов системы основных понятий, используемых для построения важнейших математических моделей, и математических методов для описания различных процессов.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями:

- способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
- готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3);
- готовностью к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез (ОПК-4).

*Знать:*

- основные понятия и методы дискретной математики, математических методов решения профессиональных задач;

*Уметь:*

- применять математические методы при решении типовых профессиональных задач;

*Владеть:*



– методами построения математической модели типовых профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов.

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

#### **1. Введение.**

Роль дискретной математики при разработке и эксплуатации химико-технологических систем.

#### **2. Элементы теории множеств и алгебраические структуры.**

Введение в дискретную математику. Роль дискретной математики при разработке и эксплуатации химико-технологических систем. Множества, отношения и функции. Задание множеств и осуществление операций над ними. Способы задания. Операции объединения, пересечения, разности, дополнения и декартова произведения. Аксиоматика теории множеств. Алгебра Кантора. Минимизация представлений множеств. Диаграммы Эйлера-Венна. Бинарные отношения. Способы задания бинарных отношений. Свойства бинарных отношений. Разбиения. Отношения эквивалентности и порядка. Представление  $n$ -арных отношений бинарными. Алгебра отношений. Функции. Инъекция, сюръекция и биекция. Алгебраические структуры. Полугруппы. Моноиды. Группы. Подгруппы. Циклические группы. Группы подстановок. Изоморфизм групп. Смежные классы по подгруппе. Нормальные делители. Фактор-группы. Кольца: определения, свойства, примеры. Поля.

#### **3. Элементы теории графов.**

Графы. Задание и характеристики графов. Виды графов. Подграфы. Матрицы смежности и инцидентности. Степени вершин. Маршруты Цепи. Циклы. Расстояние между вершинами. Диаметр и радиус графа. Унарные и бинарные операции над графами. Дополнение графа. Удаление и добавление вершин. Удаление и добавление ребер. Отождествление вершин. Расщепление вершин. Объединение графов. Пересечение графов. Компоненты связности. Мосты. Вершинная и реберная связность. Связность ориентированных графов. Алгоритм вычисления связности. Внутренняя устойчивость. Вершинное число независимости. Реберное число независимости. Вершинное и реберное покрытие графа. Внешняя устойчивость. Вершинное и реберное число внешней устойчивости. Циклы и разрезы. Эйлеровы циклы. Гамильтоновы циклы. Планарность и укладка графов. Грани плоского графа. Раскраска графов. Хроматическое число. Гипотеза четырех красок. Деревья. Определения. Свойства. Теорема Кэли. Фундаментальная система циклов. Остов наименьшего веса. Упорядоченные деревья. Бинарные деревья. Деревья сортировки. Алгоритм поиска в дереве сортировки.

#### **4. Булевы функции.**

Алгебра логики. Булевы функции. Способы задания. Булевы функции одной и двух переменных и их свойства. Формулы булевой алгебры. Основные законы булевой алгебры. Эквивалентность формул. Принцип двойственности. Совершенные дизъюнктивные и совершенные конъюнктивные нормальные формы. Системы элементарных булевых функций. Функционально полные системы элементарных булевых функций. Примеры функционально полных базисов. Важнейшие замкнутые классы. Теорема о функциональной полноте. Минимизация булевых функций. Сокращенная, тупиковая и минимальная формы. Карты Карно. Метод сочетания индексов и метод Куайна. Минимизация конъюнктивных нормальных форм. Обзор приложений дискретной математики. Разработка эффективного математического, программного, информационного и технического обеспечения на основе методов дискретной математики.

#### **5. Исчисление высказываний.**

Введение в математическую логику. Краткие сведения из истории математической логики. Роль математической логики при разработке и эксплуатации химико-технологических систем. Формальные аксиоматические системы. Символы, выражения,

формулы, аксиомы. Правило вывода, непосредственное следствие, вывод, теорема. Логика высказываний. Логический вывод. Аксиомы. Правило *modus ponens*. Теорема дедукции и правило силлогизма. Полнота и непротиворечивость. Независимость аксиом. Разрешимость теории. Другие аксиоматизации. Проверка выводимости с помощью истинностных таблиц. Секвенции Генцена. Модель миров Крипке. Метод резолюций Робинсона. Метод клауз Вонга. Обратный метод Маслова (благоприятных наборов).

#### **6. Исчисление предикатов и нечеткая логика.**

Логика предикатов. Автоматизация логического вывода. Переменные, функции, термы, предикаты, кванторы, формулы. Область действия квантора. Свободные и связанные переменные. Интерпретации, равносильность. Распознавание общезначимости. Проблема разрешимости. Аксиомы и правила вывода исчисления предикатов. Теорема дедукции. Непротиворечивость и полнота. Вынесение кванторов и предваренная нормальная форма. Скулемовские стандартные формы. Эрбрановский универсум и теорема Эрбрана. Подстановка и унификация. Метод резолюций и его полнота. Стратегии метода резолюций. Дизъюнкты Хорна. Принцип логического программирования. Нечеткие множества. Нечеткая логика. Появление и суть нечеткости. Формализация нечеткости. Функция принадлежности. Лингвистическая переменная. Операции над нечеткими множествами. Нечеткая арифметика. Методы дефазификации. Нечеткие отношения. Стандартные нечеткие логические операции. Нечеткий вывод. Степени истинности и степени уверенности. Нечеткий аналог метода резолюций.

#### **7. Конечные автоматы, машины Тьюринга-Поста, сложность вычислений.**

Элементы теории автоматов. Понятие автоматного преобразования информации и конечного автомата. Способы задания автоматов. Автоматы Мили и Мура. Программная и аппаратная реализация автоматов. Эквивалентность и минимизация автоматов. Машины Тьюринга-Поста. Формализация понятия алгоритма и формальные модели алгоритмов. Машина Тьюринга: определения, свойства, графы переходов. Машина Поста. Программы для машин. Проблема распознавания. Проблема остановки. Алгоритмически неразрешимые проблемы. Сложность алгоритмов. Меры сложности. Временная и емкостная сложность. Асимптотическая сложность, порядок сложности, сложность в среднем и в худшем случае. Трудноразрешимые задачи. Недетерминированная машина Тьюринга. Классы P и NP. NP-полные задачи. NP-полнота проблемы выполнимости формул логики высказываний. Обзор приложений математической логики. Направления использования аппарата математической логики в задачах практической информатики. Спецификация и верификация программно-аппаратных проектов, логическое программирование, построение онтологий, языки общения интеллектуальных агентов.

#### **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 (КР):</b>	<b>1,41</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,47	17
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,59</b>	<b>57</b>
Подготовка к практическим занятиям	1,06	38
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,53	19
<b>Вид контроля: Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
- Подготовка к экзамену		35,6
- Контактная аттестация		0,4

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>1,41</b>	<b>38,25</b>
Лекции (Лек)	0,47	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,94	25,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,59</b>	<b>42,75</b>
Подготовка к практическим занятиям	1,06	28,5
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,53	14,25
<b>Вид контроля: Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>27</b>
- Подготовка к экзамену		26,7
- Контактная аттестация		0,3

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Информационные технологии в образовании» (Б1.Б.05)

**1. Цель дисциплины** – подготовка студентов в области информационного сопровождения научной деятельности, привитие навыков самостоятельного поиска химической информации в различных источниках.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями:

– готовностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-1);

– готовностью к защите объектов интеллектуальной собственности и коммерциализации прав на объекты интеллектуальной собственности (ОПК-5);

*Знать:*

- основные составляющие информационного обеспечения процесса сопровождения научной деятельности, понятия и термины;

- основные отечественные и зарубежные источники профильной информации;

- общие принципы получения, обработки и анализа научной информации;

*Уметь:*

- выделять конкретные информационные технологии, необходимые для информационного обеспечения различных научных потребностей;

- находить профильную информацию в различных отечественных и зарубежных информационных массивах;

- обрабатывать и анализировать данные с целью выявления релевантной информации,

*Владеть:*

- знаниями о современных автоматизированных информационно-поисковых системах (АИПС), их возможностях, способах взаимодействия с ними;

- практическими навыками информационного поиска с помощью технологий телекоммуникационного доступа и Интернет-технологий;

- основными подходами для анализа полученной данных и использования их в своей профессиональной деятельности.

**3. Краткое содержание дисциплины:**

**Раздел 1. Введение. Основные понятия и термины. Государственная система научно-технической информации. Информационные издания и Базы данных.**

Распространение и старение информации. Специфика информации по химии и химической технологии. Информационные системы (ИС) и информационные технологии.

Структура и классификация ИС. Реферативные журналы: Реферативный журнал «Химия», «Chemical Abstracts». Структура, указатели, алгоритмы различных видов поиска. Автоматизированные информационно-поисковые системы (АИПС). Диалоговые поисковые системы: основные функции и возможности, способы доступа. Информационные технологии и информационные ресурсы. Этапы развития информационных технологий. Виды информационных технологий. Основные компоненты телекоммуникационного доступа к ресурсам АИПС. Алгоритм информационного поиска в режиме теледоступа. Выбор лексических единиц, использование логических и позиционных операторов. Информационно-поисковый язык. Логика и стратегия поиска. Базы данных (БД). Банки данных. Структура, функции, назначение. Типы баз данных и банков данных.

## **Раздел 2. Информационные ресурсы сети Internet. Отечественные источники информации по химии и смежным областям.**

АИПС Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ). Основные Базы данных ВИНИТИ. Предметное содержание и наполнение. Структура документов в БД ВИНИТИ. Информационно-поисковый язык. Поисковая стратегия. АИПС STN-International. Информационно-поисковая система STN-International. Особенности АИПС STN-International. Организация и возможности поиска. Различные виды поиска: (STN-easy, STN Express, STN on the Web и др.). Знакомство с основными видами источников информации: монографии, диссертации, авторефераты, статьи, патенты, депонированные рукописи, тезисы конференций, сетевые публикации, стандарты и т.п. Особенности оформления ссылок на данные источники. Использование отечественных баз данных РГБ, ГПНТБ, ВИНИТИ, РНБ и др. Использование возможностей библиотеки eLibrary. Индексы цитирования. Тематический поиск.

## **Раздел 3. Информационные ресурсы сети Internet. Зарубежные источники информации по химии и смежным областям.**

Обзор существующих информационных источников в области химии, химической технологии и смежных наук. Информационные порталы и сайты электронных изданий: сайт электронных журналов Американского химического общества, портал Informaworld издательства TAYLOR&FRANCIS, информационный портал SCIENCE DIRECT издательства ELSEVIER, порталы издательств SPRINGER, WILEY&SONS и др. Информационные возможности Science Direct. Поисковый интерфейс, поисковый язык, наукометрические функции, дополнительные функции. Электронные издания Американского химического общества. Общая характеристика. Информационные и поисковые возможности. Понятие DOI. Поисковый язык. Агрегаторы научно-технической информации Reaxys, Web of Science, Scopus, Google Academy. Индексы цитирования. Тематический поиск.

## **Раздел 4. Источники патентной информации.**

Понятие объектов интеллектуальной собственности. Патентная документация как информационный массив. Основные понятия и определения в области патентования. Объекты изобретений. Патентное законодательство. Международная патентная классификация (МПК). Патентный поиск. Особенности и виды поиска. Отечественные и зарубежные автоматизированные информационно-поисковые системы патентной информации. Характеристика, организация, возможности поиска. БД Федерального института промышленной собственности (ФИПС). Состав и возможности доступа. Структура патентного документа в БД. БД Американского патентного ведомства United States Patent and Trademark Office (USPTO). Состав БД USPTO. Возможности доступа. Структура патентного документа в БД. БД ESPACENET. Коллекция патентных БД ESPACENET. Возможности доступа. Структура патентного документа в БД. Виды и возможности поиска.

## **Раздел 5. Интернет как технология и информационный ресурс.**

Использование технологии вебинаров в учебном процессе. Использование систем контроля версий GitHub. Виды поисковых машин. Структура и принцип работы поисковых машин. Поисковая система Google. Приемы поиска информации. Сервисы портала Google. Электронная почта Gmail и сервис GoogleTalk. Поиск научной информации в GoogleScholar. Автоматический переводчик веб-страниц. Энциклопедические порталы Интернет. Технология Wiki. История возникновения и структура свободной энциклопедии Wikipedia. Совместная работа над документами и организации совместного онлайн пространства для научной работы. Эффект самоорганизации в глобальной компьютерной сети. Характеристика социальных сетей. Понятие о блогосфере.

#### 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 (КР):</b>	<b>1,41</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,47	17
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,94	34
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,59</b>	<b>93</b>
Реферат / самостоятельная практическая работа	2,59	19
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		73,8
Контактная самостоятельная работа		0,2
<b>Вид контроля: зачет/экзамен</b>		<b>Зачёт</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 (КР):</b>	<b>1,41</b>	<b>38,25</b>
Лекции (Лек)	0,47	12,75
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,94	25,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,59</b>	<b>69,75</b>
Реферат / самостоятельная практическая работа	2,59	14,25
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		55,35
Контактная самостоятельная работа		0,15
<b>Вид контроля: зачет/экзамен</b>		<b>Зачёт</b>

#### 4.4.2. Дисциплины вариативной части (обязательные дисциплины)

##### Аннотация рабочей программы дисциплины «Ресурсосберегающие наносистемы и технологии в микро- и нанoeлектронике» (Б1.В.01)

1. **Цели дисциплины** – освоение магистрантами основ теории физики и химии твердых тел для решения задач описания процессов, происходящих в наноструктурных системах; ознакомления магистрантов с основными принципами работы нанодиодов на основе нанотрубок, полевых нанотранзисторов на основе полупроводниковых и металлических нанотрубок, графена, одноэлектронных транзисторов с наноразмерными проводящими каналами, спиновых полевых нанотранзисторов с переносом заряда, биполярных транзисторов и тиристоров; приобретение практических навыков построения их моделей, вычисления основных характеристики и параметров устройств; ознакомление с процессами изготовления интегральных схем (ИС) и основными подготовительными операциями: фотолитография, эпитаксия, термическое оксидирование, ионная имплантация, металлизация.

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

*Обладать* следующими компетенциями:

- готовностью к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез (ОПК-4);
- способностью формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их (ПК-1);
- готовностью к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи (ПК-3);
- способностью к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения, к оценке экономической эффективности технологических процессов, их экологической безопасности (ПК-9);

*Знать:*

- классификацию наноматериалов и их использование в микро- и нанoeлектронике;
- физическую сущность эффекта квантового ограничения, баллистического транспорта носителей заряда, туннельного и спинового эффектов;
- основы зонной теории твердого тела;
- физические механизмы явлений переноса в полупроводниках;
- способы легирования полупроводников;
- вид и физический смысл функции распределения Ферми-Дирака и ее использование для расчета концентраций носителей заряда в полупроводнике;
- особенности равновесных и неравновесных процессов на границе раздела гетероструктур, особенности переноса в низкоразмерных структурах;
- принцип работы нанодиодов на основе нанотрубок;
- принципы работы полевых нанотранзисторов на основе полупроводниковых и металлических нанотрубок, на основе графена, одноэлектронных транзисторов с наноразмерными проводящими каналами, спиновых полевых нанотранзисторов с переносом заряда;
- структуру биполярного нанотранзистора и принцип его работы; принцип работы тиристора;
- классификацию интегральных схем, процессы изготовления ИС и подготовительные операции: фотолитографию, эпитаксию, термическое оксидирование, ионную имплантацию, металлизацию;
- перспективы развития микро- и нанoeлектроники;

*Уметь:*

- выбирать оптимальную стратегию проведения экспериментальных исследований при решении задач наноинженерии;
- проводить классификацию наноматериалов и наноустройств в области их применения;
- записать стационарные и нестационарные уравнения Шредингера для криволинейной системы координат и для различного типа начальных и граничных условий, сформулировать физическую сущность волновых функций Блоха и установить свойства поверхностей потенциальной энергии;
- объяснить физико-химическую сущность термоэлектронной эмиссии, собственную и примесную проводимость полупроводников, оценить тепловую ионизацию примесных атомов;
- использовать основы теории физики и химии твердых тел для решения задач описания процессов, происходящих в наноструктурных системах;
- объяснить возникновение состояний Тамма и Шокли вследствие нарушения периодичности кристаллической решетки и внутреннего электрического поля в кристалле;

- применять модели нанoeлектронных приборов для пояснения принципов их работы;
- осуществлять построение моделей полупроводниковых диодов, МОП транзисторов, биполярных транзисторов и тиристоров;
- анализировать и пояснять основные технологические подготовительные операции в процессе изготовления ИС (фотолитография, эпитаксия, термическое оксидирование, ионная имплантация, металлизация);

*Владеть:*

- современной терминологией в области наноматериалов и нанoeлектроники;
- методами построения оптимальной стратегии проведения исследований при решении задач нанoинженерии;
- методами теоретического анализа физических процессов нанoeлектроники;
- математическим аппаратом для решения уравнения Шредингера с коэффициентами, являющимися периодическими функциями;
- классификацией сверхпроводящих элементов периодической таблицы Д.И. Менделеева и их сплавов;
- основными понятиями и закономерностями явлений переноса в условиях стационарной неравновесности, дрейфовой и диффузионной электропроводности;
- методами оценки квазипотенциалов Ферми для электронов и дырок;
- методами решения уравнений моделей полупроводниковых диодов, МОП транзисторов, биполярных транзисторов и тиристоров;
- практическими навыками применения вычислительной техники для решения задач, изучаемых в настоящей дисциплине.

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

**Введение.** Основные определения микро- и нанoeлектроники. Роль современной нанотехнологии, физики и физико-химии в создании полупроводниковых приборов, интегральных схем и ЭВМ с большим объемом памяти и быстродействием.

#### **Раздел 1. Классификация наноматериалов и их использование в микро- и нанoeлектронике.**

1.1. Классификация наноматериалов. Квантовые пленки, квантовые нити, квантовые точки. Энергетические диаграммы и плотности электронных состояний для 2D, 1D, 0D структур в сравнении с трехмерной структурой.

1.2. Поведение подвижных носителей заряда в наноструктурах. Эффект квантового ограничения. Баллистический транспорт носителей заряда. Туннельные и спиновые эффекты. Одноэлектронное и резонансное туннелирование.

1.3. Зависимость свойств наноматериалов от размеров структуры. Классификация видов наносистемной техники по функциональному назначению.

#### **Раздел 2. Основные понятия физики и химии твердых тел**

2.1 Квантовая теория атомов и молекул.

2.2. Зонная теория твердых тел. Пространственная протяженность электронных волновых функций. Энергетические зоны в твердых телах. Зонная структура проводников, полупроводников, диэлектриков. Зоны Бриллюэна.

2.3. Уравнение Шредингера для периодической потенциальной функции. Соотношения между собственным значением энергии и волновым числом. Общие свойства собственных значений энергии и волновых функций. Волновая функция Блоха.

2.4. Решетка Браве и группы трансляций. Свойства поверхности потенциальной энергии. Поверхность Ферми. Модель периодического поля в кристалле Кронига и Пенни.

#### **Раздел 3. Полупроводниковые наноматериалы.**

3.1. Легирование полупроводников. Донорные и акцепторные уровни в полупроводниках. Уровень Ферми. Зависимость энергии Ферми от температуры полупроводника.

3.2.Сверхпроводники. Движение электронов в сверхпроводниках. Куперовские пары как связанные состояния спаренных электронов. Деформация распределения Ферми в связи с образованием куперовской пары. Области применения сверхпроводников. Сверхпроводники в нанoeлектронике.

#### **Раздел 4. Явления переноса в полупроводниках в условиях стационарной неравновесности.**

4.1.Носители электрических зарядов в полупроводниках. Явления переноса в стационарных неравновесных режимах. Дрейфовая и диффузионная электропроводность.

4.2.Эффект Холла. Плотность заполнения квантовых уровней в зоне проводимости и в валентной зоне. Функция распределения Ферми-Дирака. Расчет концентраций носителей заряда в полупроводнике. Собственные и примесные полупроводники.

#### **Раздел 5. Нестационарные процессы в полупроводниках.**

5.1.Процессы генерации и рекомбинации. Уровни инжекции. Межзонные процессы. Процессы в объеме полупроводника. Поверхностные процессы. Внутреннее электрическое поле.

5.2.Квазиуровни и квазипотенциалы Ферми. Явления переноса в динамически неравновесных условиях. Основные модели электрических процессов в полупроводниках.

#### **Раздел 6. Полупроводниковые устройства с р-п переходом. Выпрямляющие нанодиоды на основе углеродных нанотрубок.**

6.1.Полупроводниковые диоды. Равновесное состояние при р-п-переходе. Работа р-п-перехода во внешних электрических полях. Качественные свойства смещенного р-п-перехода. Барьерная емкость обратносмещенного р-п-перехода.

6.2.Математическая модель полупроводникового диода. Модель Шокли. Вольт-амперная характеристика идеального диода. Явления пробоя. Процессы переключения в диоде. Малосигнальные модели диода. Режим большого сигнала. Переход металл-полупроводник, полупроводник-полупроводник. Диоды для оптоэлектроники. Солнечный элемент, светоизлучающий диод, лазеры с р-п- переходом и гетеропереходом.

6.3. Использование углеродных нанотрубок (УНТ) при создании выпрямляющих нанодиодов. Индексы хиральности УНТ. Дефекты строения нанотрубок. Структура локтевого соединения нанотрубок кресельного и зигзагнутого типов и изменение потенциального барьера для электронов проводимости. Энергия уровня Ферми и ширина запрещенных зон. Принцип работы нанодиодов на основе нанотрубок.

#### **Раздел 7. Полевые нанотранзистеры.**

7.1.Модели МОП транзистора. Режимы обогащения, обеднения, инверсии. Поверхностный заряд МОП транзистора. Идеальный и реальный МОП конденсаторы. Принципы их работы. Полевой транзистор с управляющим р-п-переходом. Одноэлектронные транзисторы с наноразмерными проводящими каналами.

7.2. Полевые нанотранзисторы на основе металлических и полупроводниковых нанотрубок. Зависимость проводимости цепи нанотранзистора от потенциала затвора. Эффект туннельного переноса через металлическую нанотрубку.

7.3.Полевые нанотранзисторы на основе графена.

7.4.Спиновые полевые нанотранзисторы с переносом заряда.

#### **Раздел 8. Биполярные нанотранзистеры и тиристоры.**

8.1.Структура биполярного транзистора и принцип его работы. Параметры работы транзисторов. Работа транзистора на постоянном и переменном токе.

8.2. Статическая модель биполярного транзистора. Модель Эберса-Молла. Области применения моделей.

8.3.Тиристоры. Управляемый тиристор.

#### **Раздел 9. Интегральные схемы и процессы их изготовления.**

9.1.Классификация интегральных схем. Преимущества и недостатки интегральных схем. Производство интегральных схем. Проектирование ИС интегральных схем на ЭВМ.



9.2. Процессы изготовления ИС. Подготовительные операции. Фотолитография, диффузия, эпитаксия, термическое оксидирование, ионная имплантация, металлизация. Сборка целевых приборов и их испытания.

#### Раздел 10. Биполярные интегральные схемы.

10.1. Биполярные транзисторы ИС. Транзистор типа n-p-n со скрытым слоем. Транзистор типа p-n-p с горизонтальной или вертикальной структурой.

10.2. Диоды ИС. Диоды Шоттки ИС.

10.3. Биполярные СБИС (сверхбыстродействующие электронные схемы).

**Заключение. Перспективы развития микро- и наноэлектроники.** Материалы. Проектирование и процессы изготовления. Компьютерное моделирование ИС. Системная интеграция ИС. Молекулярные наноструктуры и их использование в электронных устройствах. Молекулярные переключатели.

#### 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:</b>	<b>1,41</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,47	17
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,59</b>	<b>93</b>
– Подготовка к контрольным работам		92,8
– Контактная самостоятельная работа		0,2
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>Зачет с оценкой</b>

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>1,41</b>	<b>38,25</b>
Лекции (Лек)	0,47	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,94	25,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,59</b>	<b>69,75</b>
– Подготовка к контрольным работам		69,6
– Контактная самостоятельная работа		0,15
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>Зачет с оценкой</b>

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Тепловые, оптические и магнитные свойства твердых тел» (Б1.В.02)

1. **Цель дисциплины** – ознакомить обучающихся с теоретическими знаниями разделов физики твердого тела, связанных с тепловыми, оптическими и магнитными свойствами, а также областями применения этих свойств твердых тел в нанотехнологиях.

#### 2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

*Обладать* следующими компетенциями:

- готовность к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи (ПК-3);
- способность составлять научно-технические отчеты и готовить публикации по результатам выполненных исследований (ПК-5).

*Знать:*

- закономерности нормальных колебаний частиц в кристаллах,
- модели зависимости теплоёмкости и теплопроводности твёрдых тел от температуры,
- классификацию и характерные особенности магнитных состояний вещества,
- области применения магнитных материалов,
- виды взаимодействия света с твёрдыми телами,
- области применения оптических явлений в твёрдых телах.

*Уметь:*

- осуществлять подбор материалов для решения конкретных задач в области энерго- и ресурсосбережения исходя из знаний о свойствах твёрдых тел.

*Владеть:*

- современными представлениями о тепловых, оптических и магнитных явлениях в твёрдых телах,
  - знаниями об областях применения материалов с определёнными тепловыми, магнитными и оптическими свойствами,
  - практическими навыками определения характеристик наноматериалов по их оптическим свойствам.

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

#### **Раздел 1. Тепловые свойства твёрдых тел**

**1.1. Природа тепловых свойств твёрдых тел.** Нормальные колебания решётки. Понятие о фононах. Сложные модели колебания решётки кристалла.

**1.2. Модели зависимости тепловых свойств твёрдых тел от температуры.** Теплоёмкость твёрдых тел. Тепловое расширение твёрдых тел. Теплопроводность твёрдых тел.

#### **Раздел 2. Магнитные свойства твёрдых тел**

**2.1. Магнитные состояния вещества.** Магнитное поле в твёрдых телах. Классификация магнитных состояний вещества. Закономерности намагничивания парамагнетиков и ферромагнетиков. Точка Кюри. Магнитострикция и термострикция. Магнитоупругий эффект.

**2.2. Природа магнитных свойств вещества.** Орбитальный и спиновый магнитные моменты электронов атома. Магнетон Бора. Магнитные свойства свободных атомов и атомов в веществе.

**2.3. Свойства веществ, не обладающих атомным магнитным порядком.** Природа диамагнетизма. Природа парамагнетизма. Парамагнетизм и диамагнетизм металлов. Применение парамагнетизма.

**2.4. Свойства веществ с атомным магнитным порядком.** Элементарные носители ферромагнетизма. Внутримолекулярное поле Вейсса. Квантовая теория ферромагнетизма. Доменная структура ферромагнетиков. Антиферромагнетизм и ферримагнетизм. Тонкие магнитные плёнки. Магнитомягкие и магнитотвёрдые материалы. Магнитные наноматериалы.

#### **Раздел 3. Оптические свойства твёрдых тел**

**3.1. Взаимодействие света с твёрдыми телами.** Виды взаимодействия света с твёрдыми телами. Оптические константы. Поглощение света твёрдыми телами. Излучение света твёрдыми телами. Магнитооптические явления.

**3.2. Применение оптических свойств твёрдых тел в методах диагностики наноматериалов.** Общие представления о методах анализа свойств наноматериалов. Эллипсометрия. Физические основы эллипсометрии. Основное уравнение эллипсометрии. Прямая и обратная задачи эллипсометрии. Однослойная оптическая модель отражающей структуры. Методы решения обратной задачи эллипсометрии. Модели эллипсометров.

#### 4. Объём учебной дисциплины

Виды учебной работы	Всего	
	В зачётных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,41</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,47	17
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,59</b>	<b>93</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,59	57
Подготовка кратких докладов по современным научным исследованиям по тематике дисциплины	1	35,8
Контактная самостоятельная работа		0,2
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачёт с оценкой</b>	

Виды учебной работы	Всего	
	В зачётных единицах	В астр. часах
<b>Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,41</b>	<b>38,25</b>
Лекции (Лек)	0,47	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,94	25,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,59</b>	<b>69,75</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,59	42,75
Подготовка кратких докладов по современным научным исследованиям по тематике дисциплины	1	26,85
Контактная самостоятельная работа		0,15
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачёт с оценкой</b>	

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Основы создания нанообъектов и наноструктурированных материалов» (Б1.В.03)

**1. Целью дисциплины** является формирование у студентов представления об основах создания нанообъектов и наноструктурированных материалов, с учетом термодинамических явлений, возникающих на границе раздела фаз, методов и способов стабилизации коллоидных систем, явлений самоорганизации, диффузии и агрегации нанообъектов в коллоидных системах. Отдельно студенты знакомятся с математической формулировкой законов, описывающих процессы зарождения и роста нанообъектов, формирования и стабилизации самоорганизующихся систем, поведения коллоидов.

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

*Обладать* следующими компетенциями:

- способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с направлением и профилем подготовки (ОПК-3);
- способностью формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их (ПК-1);
- готовностью разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку (ПК-6);

– готовностью к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению, выбору оборудования и технологической оснастке (ПК-7).

*Знать:*

- термодинамические основы синтеза нанобъектов, наноструктурированных коллоидных систем и нанокомпозитов;
- влияние размера нанобъектов и нанофазы на их свойства;
- принципы и методы стабилизации коллоидных наносистем и наноструктурированных жидкостей;
- коллоидные основы синтеза нанобъектов;
- понятие и классификацию поверхностно-активных веществ, принципы явления самоорганизации нанобъектов и их применения для синтеза наноструктурированных материалов;
- основы поведения коллоидных систем;
- особенности диффузии и агрегации нанобъектов в коллоидных системах.

*Уметь:*

- выбирать методы синтеза нанобъектов и наноструктурированных материалов в зависимости от требуемых задач;
- регулировать свойства наноматериалов с учетом термодинамических законов;
- математически описывать явления, протекающие на микроуровне при синтезе нанобъектов и наноструктурированных материалов;
- выбирать методы стабилизации коллоидных систем и наноструктурированных жидкостей.

*Владеть:*

- понятийным аппаратом и основами термодинамики для описания явлений на границе раздела фаз;
- математическим аппаратом, применяемым для описания в наносистемах явлений зарождения, роста, агрегации, агломерации, а также стабилизации таких систем.

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

Дисциплина включает 6 разделов.

Раздел 1.1. Термодинамические явления на границе раздела фаз. В рамках данного раздела рассматриваются термодинамические основы явлений, возникающих на границе раздела основной и нанофазы, зависимости между размерами нанобъектов и их свойствами, зародышеобразование и рост кристалла, энергия Гиббса для капиллярных систем, основы статической термодинамики.

Раздел 2. Стабилизация дисперсных систем, наноструктурированные жидкости. В рамках данного раздела рассматриваются основы коллоидной химии, в том числе теорию ДЛВО и основы стабилизации коллоидных систем ПАВ-ми. Изучаются такие методы стабилизации наночастиц, как покрытие их лигандами, включая фосфолипиды и ПАВ, химическая модификация поверхности. Дополнительно рассматриваются методы измерения и оценки степени агрегации нанобъектов.

Раздел 3. Синтез нанооразмерных объектов. В рамках данного раздела обучаемые знакомятся с методами получения наночастиц. Подробно рассматриваются явления зародышеобразования, роста, включая их математическое описание. Также рассмотрены способы контроля формы получаемых нанобъектов: нанокристаллов и наночастиц.

Раздел 4. Поверхностно-активные вещества, явления самоорганизации и применение ПАВ для получения наноструктурированных материалов. В рамках данного раздела обучаемые знакомятся с видами ПАВ, стабилизаторов и блочных со-полимеров, используемых при синтезе нанобъектов. Рассматриваются явления адсорбции и самоорганизации на границе раздела фаз, методы стабилизации наноэмульсий, нанопен, и твердых нанодисперсий.

Раздел 5. Поведение коллоидных систем. В данном разделе обучаемые знакомятся с поведением коллоидных систем, коллоидных и жидких кристаллов, поведением двойных и тройных систем, включающих ПАВ или амфифильные блочные со-полимеры. Отдельно рассматривается поведение фаз в микроэмульсиях.

Раздел 6. Явления диффузии и агрегации нанообъектов в коллоидных системах. В данном разделе рассматриваются термодинамические основы явлений диффузии и агрегации, различные способы оценки коэффициента диффузии в наносистемах.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>6</b>	<b>216</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>1,88</b>	<b>68</b>
Лекции (Лек)	0,47	17
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,94	34
Практические занятия (ПР)	0,47	17
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3,12</b>	<b>112</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	3,12	112
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	<b>1</b>	<b>Экзамен 36</b>
Подготовка к экзамену		35,6
Контактная аттестация		0,4

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>6</b>	<b>162</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>1,88</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,47	12,75
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,94	25,5
Практические занятия (ПР)	0,47	12,75
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3,12</b>	<b>84</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	3,12	84
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	<b>1</b>	<b>Экзамен 27</b>
Подготовка к экзамену		26,7
Контактная аттестация		0,3

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Квантовая химия в ресурсосберегающих процессах» (Б1.В.04)

**1. Цель дисциплины** – заложить фундамент для работы будущих специалистов в условиях современных наукоемких химико-технологических производств и обеспечить возможность самостоятельного и быстрого освоения ими инновационных производственных процессов и новой современной техники.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями:

- способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
- готовностью к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической

информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи (ПК-3).

*Знать:*

- основные положения квантовой химии, современной теории химической связи и межмолекулярных взаимодействий и примеры ее применения к конкретным химическим системам;

- принципы количественной характеристики атомной и электронной структуры молекулярных и супрамолекулярных систем и полимеров;

- основные взаимосвязи между электронной структурой и физико-химическими свойствами веществ, лежащие в основе управления свойствами материалов;

- возможности основных современных квантово-химических расчетных методов и области их применимости.

*Уметь:*

- применять квантово-химические подходы и методы для расчета, интерпретации и предсказания строения и свойств молекулярных, супрамолекулярных систем и полимеров.

*Владеть:*

- элементарными навыками применения квантово-химических подходов и методов при решении практических технологических задач и стандартными квантово-химическими компьютерными программами.

### **3. Содержание дисциплины:**

Введение. Предмет квантовой химии. Роль квантовой химии в описании химических явлений и процессов. Взаимосвязь классической и квантовой моделей молекул.

#### **1. Общие принципы.**

Основные положения квантовой механики. Вариационный метод нахождения волновых функций. Приближение независимых частиц. Метод самосогласованного поля. Приближение центрального поля. Атомные орбитали и их характеристики. Антисимметричность электронной волновой функции. Спин-орбитали. Детерминант Слейтера. Методы Хартри-Фока и Кона-Шэма, химическая трактовка результатов. Электронные конфигурации атомов с точки зрения квантовой химии.

#### **2. Методы квантовой химии.**

Приближение Борна-Оппенгеймера, адиабатический потенциал и понятие молекулярной структуры. Методы Хартри-Фока и Кона-Шэма для молекулы. Приближение МО ЛКАО. Электронная корреляция. Метод конфигурационного взаимодействия. Теория возмущений. Расчет энергии диссоциации химических связей.

Иерархия методов квантовой химии. Неэмпирическая квантовая химия. Базисные функции для неэмпирических расчетов. Атомные и молекулярные базисные наборы. Роль базисных функций в описании свойств молекул.

Полуэмпирические методы. *p*-электронное приближение. Метод Парризера-Попла-Парра. Простой и расширенный методы Хюккеля.

Точность квантово-химических расчетов химических свойств молекул.

#### **3. Химическая связь и межмолекулярные взаимодействия.**

Орбитальная картина химической связи. Конструктивная и деструктивная интерференция орбиталей. Молекулярные орбитали и их симметричная классификация. Корреляционные диаграммы. Электронные конфигурации двухатомных молекул. Анализ заселенностей орбиталей по Малликену. Понятие о зарядах и порядках связей.

Пространственное распределение электронной плотности. Деформационная электронная плотность. Топологическая теория химической связи. Электростатический и энергетический аспекты описания химической связи.

Электронное строение многоатомных молекул. Локализация и гибридизация орбиталей. Орбитальное и квантово-топологическое обоснование модели отталкивания электронных пар Гиллеспи. Электронно-колебательные (вибронные) эффекты в молекулах. Эффект Яна-Теллера.

Квантово-химический анализ межмолекулярных взаимодействий. Водородная связь. Методы расчета супрамолекулярных систем. Элементы квантовой химии наноразмерных систем. Квантовая химия элементов живых систем.

#### 4. Квантово-химическое описание реакций.

Квантово-химическое описание химических реакций в газовой фазе. Поверхность потенциальной энергии химической реакции. Путь химической реакции, координата реакции. Переходное состояние или активированный комплекс. Особые точки равновесных и переходных состояний. Правило Вудворда-Хоффмана. Методы описания химических реакций: теория возмущений, метод координаты реакции, метод граничных молекулярных орбиталей Фукуи. Индексы реакционной способности. Электростатический потенциал.

Модели взаимодействия молекул с поверхностью. Хемосорбция.

#### 5. Электронная структура твердых тел.

Одноэлектронные волновые функции в кристаллах и методы их расчета. Приближение локальной плотности. Уровень Ферми. Плотность состояний. Зонная структура твердых тел и обусловленные ею свойства. Кластерное приближение и его применение для анализа электронного строения кристаллических неупорядоченных и аморфных тел (силикаты, стекла, полимеры).

Заключение. Квантовая химия как инструмент прогноза в химии.

#### 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:</b>	<b>1,88</b>	<b>68</b>
Лекции (Лек)	0,94	34
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,94	34
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,12</b>	<b>76</b>
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	<b>1</b>	<b>Экзамен 36</b>
Подготовка к экзамену		35,6
Контактная аттестация		0,4

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>5</b>	<b>135</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>1,88</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,94	25,5
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,94	25,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,12</b>	<b>57</b>
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	<b>1</b>	<b>Экзамен 27</b>
Подготовка к экзамену		26,7
Контактная аттестация		0,3

#### Аннотация рабочей программы дисциплины

#### «Ресурсосберегающие сверхкритические технологии в нанотехнологиях» (Б1.В.05)

**1. Цели дисциплины** – изучение теории и практики сверхкритических технологий (СКТ) для получения наноструктурированных композиционных и функциональных

материалов. Изучение опыта использования СКТ в нанотехнологии для различных задач. Моделирование СКТ.

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

*Обладать* следующими компетенциями:

- способностью формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их (ПК-1);
- готовностью к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению, выбору оборудования и технологической оснастке (ПК-7);
- готовностью к разработке технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного оборудования (ПК-8);
- способностью к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения, к оценке экономической эффективности технологических процессов, их экологической безопасности (ПК-9);
- способностью оценивать инновационный и технологический риски при внедрении новых технологий (ПК-10);
- способностью разрабатывать мероприятия по комплексному использованию сырья, по замене дефицитных материалов (ПК-11);
- способностью создавать технологии утилизации отходов и системы обеспечения экологической безопасности производства (ПК-12).

*Знать:*

- основные понятия, определения, классификации СК процессов;
- основные технологии и оборудование СК процессов (сушка, адсорбция, экстракция, хроматографическое разделение);
- параметры ведения процессов и методы получения неорганических, органических и гибридных аэрогелей в виде монолитов и частиц;
- основные физические, механические, теплоизоляционные свойства различных типов аэрогелей;
- виды аналитического оборудования для анализа свойств аэрогелей;
- основные аспекты, связанные с безопасностью при работе со СКТ.

*Уметь:*

- дать рекомендации по использованию СКТ для производства различных типов аэрогелей как функциональных и композиционных материалов;
- рассчитать по модели параметры ведения процесса СК сушки;
- рассчитать по модели структурные свойства получаемого аэрогеля;
- проводить в лабораторных условиях процесс СК сушки и получать различные виды аэрогелей.

*Владеть:*

- навыками к сбору, анализу и систематизации информации по рассматриваемой тематике;
- умением работы на СК оборудовании;
- предполагаемыми в рамках курса пакетами программ по расчету процесса СК сушки и генерации структуры.

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

Дисциплина состоит из четырех разделов:

Раздел 1. Теория сверхкритических флюидов (СКФ).

Раздел 2. СК технологии и оборудование.

Раздел 3. СКТ для производства аэрогелей, как новых композиционных и функциональных материалов.



Раздел 4. Математические модели для расчета СК процессов и компьютерные модели для генерации структур аэрогелей.

В первом разделе будет изучаться теория сверхкритических флюидов. Рассмотрены типы веществ, которые могут быть использованы в качестве СКФ; основные параметры СКФ. Перспективность и примеры использования СКТ. Во втором разделе будут рассмотрены такие СК процессы, как сушка, адсорбция (импрегнация), экстракция и хроматография, используемая для разделения белков в микробиологии и изомеров в химии, а также основное оборудование для этих процессов и технологические параметры работы оборудования. В третьем разделе будут изучены основные методики получения неорганических, органических и гибридных аэрогелей в виде монолитов и микрочастиц. Рассмотрены физико-химические, механические и теплоизоляционные свойства аэрогелей, которые могут быть использованы как функциональные, так и композиционные материалы в качестве сорбентов, тепло- и шумоизоляторов, в регенеративной медицине и как средства доставки лекарственных препаратов в фармацевтике. Изучены структурные свойства аэрогелей и рассмотрены основные типы аналитического оборудования для их определения. Лекции по третьему разделу будут дополнены лабораторными работами. В четвертом разделе магистранты будут ознакомлены с существующими программами для ЭВМ, разработанными с использованием математических моделей процесса сушки и компьютерной модели генерации структуры аэрогеля. На лабораторных работах будут рассчитываться как параметры ведения процесса, так и характеристики аэрогеля. Лекции и лабораторные работы дополнены самостоятельным изучением рекомендуемой литературы.

#### 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:</b>	<b>1,41</b>	<b>34</b>
Лекции (Лек)	0,47	17
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,94	34
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,59</b>	<b>57</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,59	57
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	<b>1</b>	<b>Экзамен</b>
		<b>36</b>
Подготовка к экзамену		35,6
Контактная аттестация		0,4

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>1,41</b>	<b>38,25</b>
Лекции (Лек)	0,47	12,75
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,94	25,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,59</b>	<b>42,75</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,59	42,75
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	<b>1</b>	<b>Экзамен</b>
		<b>27</b>
Подготовка к экзамену		26,7
Контактная аттестация		0,3

#### 4.4.3. Дисциплины вариативной части (дисциплины по выбору)

##### Аннотация рабочей программы дисциплины «Методы нелинейной динамики в нанопроцессах» (Б1.В.ДВ.01.01)

**1. Цель дисциплины** – приобретение теоретических знаний и практических навыков использования современных математических и термодинамических методов анализа нелинейных систем для решения широкого круга задач исследования и управления химико-технологическими и биотехнологическими процессами и нанопроцессами.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями:

- готовность к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез (ОПК-4);
- способность формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их (ПК-1);
- готовность разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку (ПК-6).

*Знать:*

- теоретические основы неравновесной термодинамики, качественной теории дифференциальных уравнений, теории хаоса;
- методы термодинамического анализа открытых физико-химических систем;
- типы неподвижных точек и методы их определения;
- основные типы бифуркаций в нелинейных системах;
- методы бифуркационного анализа;
- сценарии возникновения в нелинейных системах колебательных и хаотических режимов и методы исследования этих режимов.

*Уметь:*

- проводить термодинамический анализ открытых физико-химических систем с целью выявления дестабилизирующих процессов;
- определять неподвижные точки систем и их тип;
- строить фазовые портреты математических моделей;
- проводить бифуркационный анализ систем с управляющими параметрами;
- прогнозировать эволюцию физико-химических систем на основе их математических моделей.

*Владеть:*

- методами исследования устойчивости линейных и нелинейных систем;
- методами бифуркационного анализа;
- практическими навыками использования ЭВМ для прогнозирования эволюции физико-химических систем;
- навыками визуализации результатов прогнозирования;
- навыками выявления возможных сценариев эволюции систем по их глобальным фазовым портретам.

### 3. Краткое содержание дисциплины

#### Раздел 1. Качественная теория дифференциальных уравнений

**1.1. Неподвижные точки.** Типы неподвижных точек и их устойчивость. Линейные и нелинейные системы. Первый метод Ляпунова. Критерий асимптотической устойчивости линейных систем.

**1.2. Нелинейные системы.** Особенности нелинейных систем. Методика линеаризации нелинейных систем. Нелинейные системы с множественностью устойчивых стационарных состояний (на примерах математических моделей биотехнологии).

**1.3. Предельные циклы.** Понятие предельного цикла. Типы предельных циклов. Методы исследования систем с предельными циклами. Структурная устойчивость колебаний.

## **Раздел 2. Элементы бифуркационного анализа и теории хаоса**

**2.1. Бифуркации.** Понятие бифуркации. Бифуркация типа седло-узел. Бифуркация Андронова-Хопфа. Бифуркационная память систем. Прогнозирование возможных бифуркаций в системах.

**2.2. Странные аттракторы.** Понятие странного аттрактора. Аттрактор Лоренца.

**2.3. Элементы теории хаоса.** Бифуркация удвоения периода. Теория универсальности Фейгенбаума. Теория управления хаосом.

## **Раздел 3. Основы термодинамики неравновесных процессов**

**3.1. Введение в неравновесную термодинамику.** Краткий исторический очерк о развитии основ научного представления о необратимых процессах. Открытые и закрытые системы. Термодинамические потоки и движущие силы. Диссипативная функция термодинамических систем.

**3.2. Термодинамика линейных необратимых систем.** Соотношения взаимности Онзагера. Явление термодиффузии и диффузионный термоэффект. Устойчивость стационарных состояний. Принцип минимума производства энтропии и его применение в задачах химической технологии.

**3.3. Термодинамика нелинейных необратимых систем.** Функция Ляпунова для систем вдали от равновесия. Принципы термодинамического анализа. Химические и биохимические осцилляторы. Задачи о тепловой и концентрационной устойчивости химико-технологического процесса.

## **4. Объём учебной дисциплины**

Виды учебной работы	Всего	
	В зачётных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,41</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,47	17
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,59</b>	<b>57</b>
Подготовка к контрольным работам	1,59	10
Выполнение и защита расчётно-графических работ (РГР)		28
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		18,8
Контактная самостоятельная работа		0,2
<b>Виды контроля:</b>	<b>Зачёт с оценкой</b>	

Виды учебной работы	Всего	
	В зачётных единицах	В астр. часах
<b>Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,41</b>	<b>38,25</b>
Лекции (Лек)	0,47	12,75

Практические занятия (ПЗ)	0,94	25,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,59</b>	<b>42,75</b>
Подготовка к контрольным работам	1,59	7,5
Выполнение и защита расчётно-графических работ (РГР)		21
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		14,1
Контактная самостоятельная работа		0,15
<b>Виды контроля:</b>	<b>Зачёт с оценкой</b>	

### **Аннотация рабочей программы дисциплины «Наноформы углерода и их инженерные приложения» (Б1.В.ДВ.01.02)**

**1. Целью дисциплины** является приобретение базовых теоретических знаний и навыков в области получения и использования наноформ углерода.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями:

- готовностью к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез (ОПК-4);
- способностью формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их (ПК-1);
- готовностью разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку (ПК-6).

*Знать:*

- Классификацию, области применения наноуглеродных материалов.
- Структуру и свойства основных наноуглеродных материалов.

*Уметь:*

- Рассчитывать количество наноуглеродных материалов в композитах.
- Предлагать оптимальный наноуглеродный материал для получения композиционных материалов и решения различных прикладных задач.

*Владеть:*

- Теоретическими знаниями о способах получения наноуглеродных материалов;
- Компьютерными программами по моделированию наноуглеродных материалов и их свойств.

### **3. Содержание дисциплины**

**Введение.** Предмет и методы изучаемой дисциплины. Цели и задачи курса. Описание основных разделов курса. Структура курса и правила рейтинговой системы. Введение в предметную область. Основные понятия, определения, терминология.

**Раздел 1. Классификация наноуглеродных материалов, их структура и свойства. Технологии получения и области применения углеродных наноматериалов**

Классификация наноуглеродных материалов, их свойства и области применения. Структура углеродных наноматериалов. Влияние структуры на свойства материала. Материалы с углеродными нанотрубками. Их свойства, применение и технологии получения.

**Раздел 2. Моделирование пористой структуры наноуглеродных материалов, композиционных наноматериалов и их свойств**

Клеточные автоматы как модель структуры наноуглеродных материалов. Клеточные автоматы для моделирования свойств (электро- и теплопроводности) наноуглеродных материалов. Моделирование тепло-и электропроводности в пакете NanoStruct. Моделирование тепло-и электропроводности в пакете Solid.

**Заключение.** Перспективы развития наноуглеродных материалов и сфер их применения. Подведение итогов курса.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	Всего	
	В зачётных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,41</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,47	17
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,59</b>	<b>57</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,59	56,8
Контактная самостоятельная работа		0,2
<b>Виды контроля:</b>	<b>Зачёт с оценкой</b>	

Виды учебной работы	Всего	
	В зачётных единицах	В астр. часах
<b>Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,41</b>	<b>38,25</b>
Лекции (Лек)	0,47	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,94	25,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,59</b>	<b>42,75</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,59	42,6
Контактная самостоятельная работа		0,15
<b>Виды контроля:</b>	<b>Зачёт с оценкой</b>	

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Хеометрика наносистем» (Б1.В.ДВ.02.01)

**1. Цели дисциплины** – овладение магистрантами структурными методами и алгоритмами обработки больших массивов экспериментальных данных, в том числе многомерного статистического анализа, оптимизации аналитической информации в области химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

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

*Обладать* следующими компетенциями:

- способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с направлением и профилем подготовки (ОПК-3);
- готовностью к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез (ОПК-4);
- способностью использовать современные методики и методы, в проведении экспериментов и испытаний, анализировать их результаты и осуществлять их корректную интерпретацию (ПК-4).

*Знать:*

- предмет и метод хеометрики; основы теории и методы измерений; методы обнаружения и обработки сигналов; смысл операции градуирования и применяемые методы; основные свойства корреляционной матрицы, структурные методы регрессионного анализа; назначение стохастического факторного анализа, устойчивость статистического

оценивания; методы разложения сложных сигналов на простые; методы распознавания образов, кластерного анализа.

*Уметь:*

– интерпретировать результаты измерений, оценивать их погрешность, формировать матрицы данных; выполнять статистическую обработку информации; выбирать адекватный метод градуирования и применять калибровочные кривые в химическом анализе; разрабатывать и практически применять алгоритмы обработки информации; разрабатывать и практически применять алгоритмы различных вариантов факторного анализа; определять сложность сигналов и выполнять их разрешение; разрабатывать и применять алгоритмы автоматической классификации.

*Владеть:*

– методами эксплуатации современного информационного оборудования, практикой применения пакетов прикладных программ по изученной дисциплине.

### 3. Краткое содержание дисциплины:

В курсе лекций излагаются методология и теория хемометрики, факторного и дискриминантного анализа, приемы хранения и обработки разреженных массивов. В качестве практических задач рассматривается выбор адекватных методов анализа и обработки экспериментальной информации, в том числе – при наличии помех, применение вычислительной техники для ее обработки.

### 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:</b>	<b>1,89</b>	<b>68</b>
Лекции (Лек)	0,47	17
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,95	34
Практические занятия (ПЗ)	0,47	17
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,11</b>	<b>76</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,94	34
Подготовка к лабораторным занятиям	1,17	41,8
Контактная самостоятельная работа		0,2
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>Зачёт с оценкой</b>

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>1,89</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,47	12,75
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,95	25,5
Практические занятия (ПЗ)	0,47	12,75
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,11</b>	<b>57</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,94	25,5
Подготовка к лабораторным занятиям	1,17	31,35
Контактная самостоятельная работа		0,15
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>Зачёт с оценкой</b>

## **Аннотация рабочей программы дисциплины «Молекулярная биофизика и бионанотехнологии» (Б1.В.ДВ.02.02)**

**1. Целью дисциплины** является изучение основных положений и концепций молекулярной биофизики, учитывая атомный состав живых организмов, специфические особенности биомолекулярных систем и биомолекулярной механики, ознакомление с основными принципами и механизмами ферментативного катализа; рассмотрение основных концепций и направлений развития бионанотехнологий, включая структурные и функциональные принципы бионанотехнологий; ознакомление с основными подходами к молекулярному моделированию.

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

*Обладать* следующими компетенциями:

- способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с направлением и профилем подготовки (ОПК-3);
- готовностью к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез (ОПК-4);
- способностью использовать современные методики и методы, в проведении экспериментов и испытаний, анализировать их результаты и осуществлять их корректную интерпретацию (ПК-4).

*Знать:*

- основные положения и концепции молекулярной биофизики, основные концепции и направления развития бионанотехнологии;
- специфические особенности биомолекулярных систем и биомолекулярной механики;
- основные группы биологических соединений (аминокислоты, белки, нуклеиновые кислоты, углеводы, липиды);
- основные пакеты программ, используемые для молекулярного моделирования.

*Уметь:*

- анализировать физические взаимодействия в биосистемах, учитывая особенности ковалентных и нековалентных взаимодействий;
- анализировать структуру биомолекул на основе структурных и функциональных принципов бионанотехнологии;

*Владеть:*

- основными принципами и подходами для проведения расчетов по ферментативной кинетике;
- основными подходами для расчета кинетики трансмембранного транспорта.

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

1. Основные положения и концепции субклеточной и молекулярной биофизики. Общие положения биофизики белков и нуклеиновых кислот. Базовые представления биофизики сложных систем и биоэнергетики. Общие положения физиологической и анатомической биофизики. Основные концепции биофизики среды обитания.

2. Основы цитологии. Специфика живой материи. Клетка. Клеточная теория. Атомный состав живых организмов. Специфические особенности биомолекулярных систем. Специфика биомолекулярной механики. Принципы молекулярного узнавания Крейна. Энергетическое сопряжение. Физические взаимодействия в биосистемах.

Особенности ковалентных связей в биомолекулах. Особенности нековалентных взаимодействий. Комбинаторный характер молекулярного разнообразия.

3. Основные группы биологических соединений. Аминокислоты. Классификации. Белки. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры белков. Фолдинг белка и механизм его регуляции. Нуклеиновые кислоты. Структура нуклеиновых кислот. Денатурация ДНК. Углеводы. Классификация и структуры (моносахариды, олигосахариды, полисахариды). Липиды, их строение. Самосборка липидных структур. Биомембраны. Исследование липидов в составе мембран. Межмолекулярные взаимодействия в биомембранах. Фазовые переходы липидов в биомембранах.

4. Основные положения ферментативного (био) катализа. Основные понятия энзимологии. Специфика биокатализаторов. Классификация ферментов. Специфика ферментативных реакций. Фермент-субстратный комплекс. Механизмы ферментативного катализа. Механизмы и кинетика ферментативных реакций.

5. Основные концепции и направления развития бионанотехнологии. Эволюционный и инженерный подход к созданию бионаномашин. Примеры бионаномашин.

6. Аналитические методы в бионанотехнологии. Методы молекулярной биологии и биотехнологии. Структурный анализ. Биофизические нанотехнологии.

7. Структурные принципы бионанотехнологии. Структура и стабильность биомолекул. Самоассемблирование и самоорганизация. Функциональные принципы бионанотехнологии. Информационно-управляемое ассемблирование бионаномашин. Рибосома как информационно-управляемый наноассемблер. Особенности и принципы химических нанотрансформаций в биосистемах. Бионанотранспорт.

8. Моделирование бионаноструктур. Основные программные продукты для молекулярного моделирования. Моделирование макромолекул. Предсказание структуры и функций макромолекул. Предсказание белкового фолдинга. Моделирование докинга молекул.

#### 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:</b>	<b>1,89</b>	<b>68</b>
Лекции (Лек)	0,47	17
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,95	34
Практические занятия (ПЗ)	0,47	17
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,11</b>	<b>76</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,94	34
Подготовка к лабораторным занятиям	1,17	41,8
Контактная самостоятельная работа		0,2
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>Зачёт с оценкой</b>

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>1,89</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,47	12,75
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,95	25,5



Практические занятия (ПЗ)	0,47	12,75
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,11</b>	<b>57</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,94	25,5
Подготовка к лабораторным занятиям	1,17	31,35
Контактная самостоятельная работа		0,15
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>Зачёт с оценкой</b>

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Новые наноструктурированные материалы» (Б1.В.ДВ.03.01)**

**1. Цели дисциплины** – изучение наноструктурированных материалов: их строения, свойств, методов получения, методов измерения их характеристик, применение в технике. Основы наноструктур в биомедицине и фармацевтике.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями:

- способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с направлением и профилем подготовки (ОПК-3);
- готовностью к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез (ОПК-4);
- способностью формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их (ПК-1);
- способностью организовать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу (ПК-2);
- способностью использовать современные методики и методы, в проведении экспериментов и испытаний, анализировать их результаты и осуществлять их корректную интерпретацию (ПК-4).

*Знать:*

- основные понятия и характеристики наноструктурированных материалов;
- основные методы получения наноструктурированных материалов;
- методы аналитического измерения и определения структуры и свойств;
- оборудование, используемое для синтеза и получения наноструктурированных материалов.

*Уметь:*

- проводить аналитические исследования структур и свойств наноструктурированных материалов;
- предсказать отдельные свойства, зная характеристики структуры наноструктурированных материалов.

*Владеть:*

- методиками получения отдельных наноструктурированных материалов: пористого кремния, наногибридных аэрогелей;
- навыками к сбору, анализу и систематизации информации по рассматриваемой тематике.

**3. Краткое содержание дисциплины:**

Дисциплина состоит из четырех разделов:

Раздел 1. Объемные наноструктурированные материалы.

Раздел 2. Органические соединения и полимеры.

Раздел 3. Наноструктуры в биомедицине.

#### Раздел. 4. Наномашины и наноприборы.

В первом разделе будут изучаться объемные наноструктурированные материалы: разупорядоченные твердотельные структуры (методы синтеза, механические, электрические и другие свойства, многослойные материалы, металлические нанокластеры в оптических стеклах, пористый кремний), а также наноструктурированные кристаллы. Будут изучаться методы измерения характеристик и свойств наноматериалов. Примеры композитных функциональных материалов. Во втором разделе будут даны понятия полимерных структур, нанокристаллов ароматических и полидиациетиленовых соединений, характеристики и примеры проводящих полимеров, супрамолекулярных структур: дендритоподобных молекул, супрамолекулярных дендример, мицелл, а также возможности их применения в фармацевтике. В третьем разделе будут рассмотрены наноструктурированные материалы, применяемые в целях ранней диагностики опасных болезней, адресной доставки лекарств к пораженным тканям и органам, трансплантации и регенерации тканей, нанохирургии, протезирования, а также молекулярных инструментов. В четвертом разделе будут рассмотрены наномашины и наноприборы, микроэлектромеханические системы, наноэлектромеханические системы, молекулярные и супрамолекулярные триггеры (переключатели), нанороботы. На лабораторных работах и практических занятиях студенты будут знакомиться с методами получения наноструктурированных материалов, исследованием их характеристик и определением свойств. Для самостоятельного изучения отдельных составляющих дисциплины и подготовки к экзамену будут подготовлены специальные раздаточные материалы.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>7</b>	<b>252</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>2,35</b>	<b>85</b>
Лекции (Лек)	0,47	17
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,94	34
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3,65</b>	<b>131</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	3,65	131
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	<b>1</b>	<b>Экзамен 36</b>
Подготовка к экзамену		35,6
Контактная аттестация		0,4

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>7</b>	<b>189</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>2,35</b>	<b>63,75</b>
Лекции (Лек)	0,47	12,75
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,94	25,5
Практические занятия (ПЗ)	0,94	25,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3,65</b>	<b>98,25</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	3,65	98,25
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	<b>1</b>	<b>Экзамен 27</b>
Подготовка к экзамену		26,7
Контактная аттестация		0,3

## Аннотация рабочей программы дисциплины «Теория эксперимента для наноинженерии» (Б1.В.ДВ.03.02)

**1. Цели дисциплины** – формирование у магистрантов опыта и навыков оптимальной стратегии экспериментирования при изучении нанопроцессов и наносистем, построения прецизионных моделей нанопроцессов и наносистем, допускающих их практическое использование, ознакомление с методами планирования и анализа непрерывного и статического эксперимента для прецизионной оценки параметров моделей и выбора модели из совокупности конкурирующих, отражающей основные нюансы динамики и статики изучаемых нанопроцессов, проведение практических работ с применением современных средств вычислительной техники.

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

*Обладать* следующими компетенциями:

- способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с направлением и профилем подготовки (ОПК-3);
- готовностью к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез (ОПК-4);
- способностью формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их (ПК-1);
- способностью организовать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу (ПК-2);
- способностью использовать современные методики и методы, в проведении экспериментов и испытаний, анализировать их результаты и осуществлять их корректную интерпретацию (ПК-4).

*Знать:*

- Методы планирования научного эксперимента и построения моделей нанопроцессов и наносистем;
- Основы теории оценивания параметров линейно- и нелинейнопараметризованных моделей нанопроцессов и наносистем;
- Планы эксперимента. Дискретные и непрерывные планы. Критерии оптимальности планов D-, A-, E-, G- и их геометрическую интерпретацию. Метод случайного баланса;
- Сущность теоремы эквивалентности;
- Байесовский подход к прецизионной оценке параметров линейно- и нелинейно параметризованных моделей нанопроцессов и наносистем;
- Непрерывные оптимальные планы эксперимента для оценки параметров моделей нанопроцессов и наносистем. Методы синтеза оптимальных тестирующих индикаторных сигналов;
- Методы проверки статистических гипотез. Критерии проверки гипотез. Функции мощности критерия, несмещенные и равномерно наиболее мощные критерии;
- Методы планирования динамического эксперимента для прецизионной оценки параметров моделей гидродинамической структуры потоков, зерна катализатора с нанодцентрами, каталитического реактора
- Методы дискриминации математических моделей – энтропийный, отношения вероятностей;
- Обобщенные критерии оптимальности при планировании дискриминирующих экспериментов при решении задач наноинженерии.

*Уметь:*

- Выбирать оптимальную стратегию проведения экспериментальных исследований при решении задач наноинженерии;

- Осуществлять построение моделей нанопроцессов и наносистем и моделей экспериментального оборудования для реализации нанопроцессов;
- Оценивать параметры линейно- и нелинейно параметризованных одно- и многооткликковых моделей нанопроцессов и наносистем;
- Синтезировать оптимальные тестирующие индикаторные сигналы;
- Планировать проведение динамического эксперимента для оценки параметров моделей нанопроцессов и наносистем;
- Проводить оценку информативности эксперимента;
- Использовать теорему эквивалентности при создании процедур построения планов эксперимента;
- Рассчитывать значения элементов информационной матрицы и величин критериев оптимальности планов;
- Использовать неявные конечно-разностные и коллокационные методы решения уравнений моделей нанопроцессов и наносистем;
- Использовать методы Бартлетта и Хагао – проверки адекватности многооткликковых моделей нанопроцессов и наносистем экспериментальным данным;
- Осуществлять дискриминацию математических моделей физико-химических процессов с использованием критериев дискриминации, основанных на качественном и количественном анализе динамических и статических свойств моделей ( $\chi^2$ -критерий, энтропийный критерий Кульбака, обобщенный критерий отношения вероятностей);
- Проводить оценку надежности принятия решений о выборе наилучшей модели;
- Использовать методы случайного баланса и построения сверхнасыщенных планов эксперимента для разработки новых наноматериалов и новых полифункциональных катализаторов.

*Владеть:*

- Методами планирования непрерывного и статического эксперимента для установления оптимальной стратегии проведения экспериментальных исследований нанопроцессов и наносистем;
- Методами построения оптимальных планов на основе теоремы эквивалентности.
- Методами синтеза оптимальных тестирующих индикаторных сигналов для построения высокопрецизионных моделей нанопроцессов;
- Методами проверки статистических гипотез;
- Методами оценки параметров линейно- и нелинейнопараметризованных моделей нанопроцессов и наносистем;
- Методами оценки параметров моделей нанопроцессов и наносистем при использовании априорной информации о физико-химических свойствах объекта исследований;
- Методами проверки адекватности разработанных моделей нанопроцессов и наносистем экспериментальным данным;
- Методами дискриминации математических моделей нанопроцессов и наносистем;
- Практическими навыками применения вычислительной техники для решения задач, изучаемых в настоящей дисциплине.

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

Введение. Задачи курса. Классификация научных и научно-технических задач нанотехнологии. Общие подходы к их решению.

Задачи курса и его роль при моделировании нанопроцессов и наносистем. Общие подходы к решению проблемы установления механизма изучаемых нанопроцессов и построению по экспериментальным данным адекватных им математических моделей. Методы планирования научного эксперимента, оценки параметров моделей, проверка научных и научно-технических гипотез. Последовательный статистический анализ, построение

функций потерь и статических решающих функций. Выбор оптимальной стратегии проведения экспериментальных исследований.

1. Лабораторные исследования нанопроцессов и наносистем, их цели и задачи. Лабораторные химические реакторы.

1.1. Цели и задачи лабораторных исследований нанопроцессов.

1.2. Типы моделей кинетики химических реакций.

1.3. Модели реакторов при стационарных и нестационарных условиях протекания химических процессов.

1.4. Конструкции лабораторных реакторов – проточные интегральные, дифференциальные, безградиентные.

1.5. Методика проведения лабораторных экспериментов.

1.6. Анализ результатов экспериментов. Ошибки экспериментов скалярного и векторного типов. Плотности и функции распределения случайных ошибок эксперимента. Методы моделирования на ЭВМ случайных величин с априори заданными плотностями распределения. Преобразования скалярных и векторных случайных величин. Критерии независимости случайных величин. Линейные и нелинейные преобразования моделей нанопроцессов.

1.7. Определение оценок параметров моделей по результатам лабораторного эксперимента. Применение методов статистического моделирования при определении соответствия математической модели результатам эксперимента.

2. Основы теории оценивания. Оценка параметров линейно- и нелинейно параметризованных одно- и многооткликowych моделей нанопроцессов и наносистем.

2.1. Выборочный метод, распределение выборки, выборочные оценки. Общие требования, предъявляемые к оценкам. Оптимальные линейные оценки.

2.2. Метод наименьших квадратов. Оценка параметров одно- и многооткликowych линейно и нелинейно параметризованных моделей при равноточных и неравноточных наблюдениях. Точечные оценки параметров, дисперсионно-ковариационная матрица оценок параметров, точечная оценка значений откликов, дисперсионно-ковариационная матрица точечных оценок значений откликов.

2.3. Метод максимального правдоподобия, отношение правдоподобия. Неравенство информации, оценки с минимальной дисперсией и достаточные оценки. Оценка вектора параметров модели. Асимптотические свойства оценок максимального правдоподобия.

3. Планы эксперимента. Дискретные и непрерывные планы. Критерии оптимальности планов. Численные методы построения D-оптимальных и минимаксных планов при исследовании нанопроцессов и наносистем.

3.1. Планы экспериментов. Область экспериментирования. Спектр плана. Вероятностная мера плана. Точные и непрерывные оптимальные планы.

3.2. Метод случайного баланса. Экспериментальное определение доминирующих эффектов факторов, среди общей совокупности конкурирующих существенно превышающие доминирующие и общее число поставленных опытов. Для оценки числа доминирующих факторов используются теория распознавания образов и методы теории регрессионного и конъюнктного анализа. Метод случайного баланса иллюстрируется на примерах синтеза наноматериалов, используемых в катализе и микроэлектронике.

3.3. D-, A-, E-, G-критерии оптимальности планов. Геометрическая интерпретация критериев оптимальности.

3.4. Численные методы построения D-оптимальных непрерывных планов эксперимента для линейно параметризованных однооткликowych моделей.

4. Теорема эквивалентности оптимальных планов.

4.1 Основные свойства информационной матрицы. Взвешенная сумма дисперсий оценок отклика. Нижняя граница максимальной величины взвешенной дисперсии оценки отклика.

4.2. Теорема эквивалентности оптимальных планов эксперимента, ее доказательство.

4.3. Использование утверждений теоремы эквивалентности при создании процедур построения планов эксперимента для нанопроцессов.

5. Байесовский подход к оценке параметров линейно- и нелинейно параметризованных моделей нанопроцессов и наносистем.

5.1. Байесовский подход к решению задачи прецизионной оценки параметров модели. Субъективная интерпретация априорной информации. Теорема Байеса. Апостериорная плотность распределения вероятностей вектора параметров и откликов модели.

5.2. Однооткликковые модели. Байесовские процедуры уточнения их параметров. Построение последовательных планов эксперимента.

5.3. Многооткликковые модели. Последовательные байесовские процедуры прецизионной оценки их параметров. Непрерывные планы эксперимента.

6. Непрерывные оптимальные планы эксперимента для оценки параметров кинетических моделей и моделей кинетики адсорбции. Синтез оптимальных тестирующих индикаторных сигналов.

6.1. Классификация задач непрерывной параметрической идентификации. Процедуры оптимальной организации лабораторного и стендового эксперимента.

6.2. Построение моделей экспериментального оборудования для реализации нанопроцессов.

6.3. Синтез оптимальных тестирующих индикаторных сигналов. Оценка информативности эксперимента.

6.4. Классификация кинетических моделей, моделей кинетики адсорбции. Основные математические методы решения уравнений моделей. Расчет информационной матрицы и величин критериев оптимальности планов.

7. Планирование динамического эксперимента для прецизионной оценки параметров моделей гидродинамической структуры потоков, зерна катализатора с наночестами, каталитического реактора.

7.1. Классификация идентифицируемых моделей структуры потоков в реакторе, моделей зерна катализатора с наночестами, моделей каталитического реактора.

7.2. Планирование динамического эксперимента. Синтез оптимальных индикаторных сигналов, процедуры раздельной и совместной подачи различных индикаторов в исследуемый объект.

7.3. Неявные конечно-разностные и коллокационные методы решения уравнений моделей нанопроцессов и наносистем.

7.4. Построение оптимальных планов проведения динамического эксперимента. Оценка точности получаемых оценок параметров модели.

8. Проверка статистических гипотез. Простые и сложные гипотезы. Критерии проверки гипотез. Функция мощности критерия, несмещенные и равномерно наиболее мощные критерии.

8.1. Простые и сложные параметрические гипотезы. Нулевая гипотеза. Критерии статистической гипотезы. Основные статистики для формирования различных критериев. Ошибки первого и второго рода.

8.2. Функция мощности критерия. Несмещенный, наиболее мощный, равномерно наиболее мощный критерии. Условия существования равномерно наиболее мощного критерия, теорема Неймана-Пирсона.

8.3. Метод отношения правдоподобия. Методы Бартлетта и Хагао – проверки адекватности многоотклитковых моделей нанопроцессов и наносистем экспериментальным данным.

9. Дискриминация математических моделей. Методы дискриминации – энтропийный, отношения вероятностей.

9.1. Общие подходы к дискриминации математических моделей нанопроцессов и наносистем. Недостатки традиционных методов дискриминации моделей.

9.2. Критерии дискриминации, основанные на качественном анализе динамических и статических свойств моделей. Количественные критерии дискриминации моделей -  $\chi^2$ -критерий, энтропийный критерий Кульбака, обобщенный критерий отношения вероятностей. Их основные достоинства и недостатки.

9.3. Построение процедур выбора модели, наиболее соответствующей экспериментальным данным, среди совокупности конкурирующих. Байесовские методы, методы обобщенного отношения вероятностей. Оценка надежности решений о выборе наилучшей модели.

10. Планирование дискриминирующих экспериментов. Обобщенные критерии оптимальности.

10.1. Стратегия эффективного экспериментирования при дискриминации конкурирующих моделей. Дискриминантная функция Кульбака. Построение последовательного плана эксперимента, обеспечивающего максимальный прирост дискриминантной функции Кульбака.

10.2. Функция обобщенного отношения правдоподобия. Построение плана дискриминирующего эксперимента, обеспечивающего максимальный прирост суммы величин логарифма обобщенного отношения правдоподобия. Оценка надежности принимаемых решений.

10.3. Комплексные критерии дискриминации моделей и уточнение их параметров. Выбор оптимальной стратегии экспериментирования при решении задач наноинженерии.

Заключение. Заключительная лекция по подведению итогов курса.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>7</b>	<b>252</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>2,35</b>	<b>85</b>
Лекции (Лек)	0,47	17
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,94	34
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3,65</b>	<b>131</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	3,65	131
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	<b>1</b>	<b>Экзамен 36</b>
Подготовка к экзамену		35,6
Контактная аттестация		0,4

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>7</b>	<b>189</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>2,35</b>	<b>63,75</b>
Лекции (Лек)	0,47	12,75

Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,94	25,5
Практические занятия (ПЗ)	0,94	25,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3,65</b>	<b>98,25</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	3,65	98,25
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	<b>1</b>	<b>Экзамен 27</b>
Подготовка к экзамену		26,7
Контактная аттестация		0,3

### **Аннотация рабочей программы дисциплины «Полимерные наноструктуры и их ресурсосберегающие применения» (Б1.В.ДВ.04.01)**

**1. Цели дисциплины:** изучение наноструктурированных полимерных материалов: их строения, свойств, методов получения, методов измерения их характеристик, применение в технике и других областях народного хозяйства.

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

*Обладать* следующими компетенциями:

- готовностью к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи (ПК-3);
- готовностью разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку (ПК-6);

*Знать:*

- основные методы получения наноструктурированных полимерных материалов;
- методы измерения и определения полимерной наноструктуры и свойств наноструктурированных полимеров;
- оборудование, используемое для получения наноструктурированных полимерных материалов.

*Уметь:*

- проводить исследования структур и свойств наноструктурированных полимерных материалов;
- предсказать отдельные свойства наноструктурированных полимерных материалов, зная отдельные характеристики их структуры.

*Владеть:*

- методиками получения отдельных наноструктурированных полимерных материалов: блок-сополимеров, нанопористых полимеров, многослойных плёнок;
- навыками сбора, анализа и систематизации информации по рассматриваемой тематике.

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

**Раздел 1.** Общие свойства наноструктурных элементов в полимерных системах

Рассматриваются общие положения о процессах формирования наноструктуры полимерных материалов, основные свойства структурных элементов наноразмерного масштаба в полимерных системах, методы получения «наночастиц» или «нанореакторов» и практическое использование достоинств таких структур.

**Раздел 2.** Полимерные нанокompозиты и способы их получения

Проводится сравнение способов получения полимерных нанокompозитов, содержащих «наночастицы», сформированные в наноструктурированных полимерных системах: блок-сополимерах, дендримерах, нанопористых полимерах и многослойных плёнках. Наноструктуры в полимерных системах играют роль «нанореакторов» по



отношению к растущим наночастицам, размер, распределение по размерам и форма которых определяются условиями синтеза полимера и параметрами наноструктур.

Проведено ознакомление и обсуждение каталитических, магнитных и оптических свойств таких структурированных полимерных нанокомпозитов.

Рассмотрены примеры реализации элементов нанотехнологий, основанных на принципах создания наноструктур в аморфных и кристаллических полимерах, сополимерах и высокомолекулярных композитах.

**Раздел 3. Математическое моделирование процесса формирования наноструктуры полимерных материалов**

Рассмотрена задача математического моделирования методом Монте-Карло процесса формирования наноструктуры электропроводящего полимерного материала полипиррола на основе модели с фиксированным валентным углом и принципа необратимой агрегации Идена.

#### 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:</b>	<b>0,94</b>	<b>34</b>
Лекции (Лек)	0,47	17
Практические занятия (ПЗ)	0,47	17
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,06</b>	<b>74</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		73,8
Контактная самостоятельная работа		0,2
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>Зачет с оценкой</b>

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>0,94</b>	<b>25,5</b>
Лекции (Лек)	0,47	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,47	12,75
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,06</b>	<b>55,5</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		55,35
Контактная самостоятельная работа		0,15
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>Зачет с оценкой</b>

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Оптические явления в наноструктурах» (Б1.В.ДВ.04.02)

**1. Цели дисциплины:** изложить оптические закономерности в наноматериалах и наноструктурах и методы их практического применения.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями:

- готовностью к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи (ПК-3);
- готовностью разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку (ПК-6);

*Знать:*

- законы взаимодействия оптического излучения с нанообъектами;
- основные аномалии оптических свойств наноструктур;
- способы получения наноструктур с заданными оптическими свойствами, их области применения и перспективы.

*Уметь:*

- рассчитывать и определять экспериментально оптические параметры нанообъектов и наноструктурированных материалов.

*Владеть:*

- методами математического моделирования процесса взаимодействия оптического излучения с наноструктурами;
- современными инструментальными методами исследования перспективных наноматериалов.

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

#### **Раздел 1. Введение. Метаматериалы**

1.1. Основные законы геометрической оптики. Оптическая длина пути. Принцип Ферма. Показатель преломления.

1.2. Физическая оптика. Электромагнитные колебания и волны. Волновой вектор. Вектор Умова-Пойнтинга. Уравнения Максвелла. Диэлектрическая и магнитная проницаемости, их связь с показателем преломления. Понятие о дисперсии света.

1.3. Метаматериалы. Гипотеза Веселаго. Отрицательный показатель преломления. Способы создания метаматериалов. Разновидности метаматериалов. Области применения, перспективы.

#### **Раздел 2. Фотонные кристаллы. Плазмоника**

2.1. Фотонные кристаллы. Понятия фотонного кристалла, фотонной запрещенной зоны. Аналогия с зонной теорией твердых тел. Природные и искусственные фотонные кристаллы. Одно-, двух- и трехмерные фотонные кристаллы. Области применения, перспективы. Способы получения.

2.2. Численное решение уравнений Максвелла методом конечных разностей во временной области (FDTD). Исходные данные, начальные и граничные условия. Временная и координатная сетка. Условие сходимости. Использование метода FDTD для моделирования фотонных кристаллов.

2.3. Понятие квазичастицы. Поляритоны, плазмоны. Поверхностная электромагнитная волна (ПЭВ). Явления поверхностного и локализованного плазмонного резонанса. Способы возбуждения поверхностной плазмон-поляритонной волны. Затухание ПЭВ. Области применения, перспективы. Оптическая поверхностно-плазмонная микроскопия.

#### **Раздел 3. Интерференционные и дифракционные явления**

3.1. Интерференция. Оптические явления в тонких пленках. Принцип сложения колебаний и волн. Понятие когерентности. Интерференционная картина. Интерференция при отражении от тонких пленок. Просветление оптики.

3.2. Дифракция. Понятие дифракции. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракционная картина. Дифракция Френеля, дифракция Фраунгофера. Дифракция на различных препятствиях. Дифракционные решетки. Разрешающая способность оптических приборов. Критерий Рэлея.

3.3. Рассеяние света. Вида рассеяния. Рассеяние Рэлея. Формула Рэлея. Эффект Тиндаля. Применение рассеяния в измерительной технике: ультрамикроскопия, нефелометрия. Рассеяние Ми.

#### **Раздел 4. Элементы квантовой оптики наноструктур**

4.1. Оптические ловушки. Давление света. Описание методами физической и квантовой оптики. Применение оптических ловушек.

4.2. Квантовый размерный эффект. Квантовые ямы, квантовые нити, квантовые точки. Метод эффективной массы.

4.3. Оптические свойства полупроводниковых наноструктур. Понятие об экситонах. Способы формирования полупроводниковых наноструктур. Применение в оптоэлектронике.

#### 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:</b>	<b>0,94</b>	<b>34</b>
Лекции (Лек)	0,47	17
Практические занятия (ПЗ)	0,47	17
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,06</b>	<b>74</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		73,8
Контактная самостоятельная работа		0,2
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>Зачет с оценкой</b>

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>0,94</b>	<b>25,5</b>
Лекции (Лек)	0,47	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,47	12,75
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,06</b>	<b>55,5</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		55,35
Контактная самостоятельная работа		0,15
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>Зачет с оценкой</b>

#### 4.5. Практики

##### Аннотация рабочей программы «Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков» (Б2.В.01(У))

**1. Цель практики** – научить магистрантов практическим умениям и навыкам использования современных математических методов, моделей, информационных и программных средств, лабораторного оборудования и приборов для решения широкого круга задач моделирования, оптимизации, автоматизированного проектирования и управления химическими, нефтехимическими, биотехнологическими производствами – объектами научно-исследовательской деятельности магистранта.

**2. В результате прохождения практики обучающийся должен:**

*Обладать* следующими профессиональными (ПК) компетенциями:

- способность формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их (ПК-1);

- способность организовать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу (ПК-2);

- готовность к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи (ПК-3);
- способность использовать современные методики и методы, в проведении эксперимента и испытаний, анализировать их результаты и осуществлять их корректную интерпретацию (ПК-4);
- способность составлять научно-технические отчеты и готовить публикации по результатам выполненных исследований (ПК-5);
- готовность разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку (ПК-6);

*знать:*

- порядок организации и проведения научных и практических исследований с использованием современных методов и технологий;
- современные модели, методы, методики решения задач моделирования, проектирования, оптимизации и управления химико-технологическими процессами и системами;
- функциональные возможности универсального и специализированного программного обеспечения для решения практических задач научных исследований;

*уметь:*

- осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю пройденной практики, в том числе с применением Интернет-технологий;
- использовать современные приборы и методики по профилю программы магистратуры, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты;

*владеть:*

- способами и приемами сбора, подготовки и анализа экспериментальных данных по тематике научно-практических исследований;
- средствами компьютерной техники для подготовки и систематизации результатов практических исследований.

### **3. Краткое содержание практики**

Раздел 1. Изучение объекта практического исследования научно-исследовательской работы магистранта. Анализ истории становления и развития объекта практических исследований; современного состояния, наилучших существующих технологий, методов и способов интенсификации технологических процессов, эффективности использования оборудования и других технических и технико-экономических решений.

Раздел 2. Проведение лабораторных или практических исследований и экспериментов по тематике научно-исследовательской работы магистранта. Изучение и использование современных методик исследования, характеристик оборудования, установок. Составление планов экспериментов и выбор методов их анализа и обработки. Систематизация полученных результатов.

Раздел 3. Проведение компьютерного моделирования и обработки экспериментальных и практических результатов. Изучение и/или закрепление навыков работы с использованием универсального и специализированного программного обеспечения (программных модулей, комплексов программных средств). Обоснование выбора комплекса программных средств для решения практических задач научно-исследовательской работы. Приобретение и закрепление навыков подготовки исходных данных для компьютерного моделирования, в том числе, на основе изучения технологических регламентов производств и нормативно-методических документов объекта исследований, поиска информации в базах данных и на официальных сайтах предприятий, организаций, информационно-библиотечных систем и др. Систематизация полученных результатов расчета.

Раздел 4. Подготовка и оформление отчета по практике

**4. Объем практики**

Виды учебной работы	Объем	
	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость практики</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>
Индивидуальное задание	1,0	36
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе практики	5,0	179,8
Контактная самостоятельная работа		0,2
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>Зачет с оценкой</b>

Виды учебной работы	Объем	
	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость практики</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>
Индивидуальное задание	1,0	27
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе практики	5,0	134,85
Контактная самостоятельная работа		0,15
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>Зачет с оценкой</b>

## Аннотация рабочей программы: «Производственная практика: НИР» (Б.В02.(Н))

**1. Цель практики «Производственная практика: НИР»** – формирование необходимых компетенций для осуществления научно-исследовательской деятельности по направлению подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии по магистерской программе «Ресурсосберегающие нанопроцессы, технологии и оборудование».

**2. В результате выполнения практики «Производственная практика: НИР» обучающийся по программе магистратуры должен:**

*Обладать следующими общепрофессиональными (ОПК) компетенциями:*

– готовностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-1);

– готовностью к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез (ОПК-4);

– готовностью к защите объектов интеллектуальной собственности и коммерциализации прав на объекты интеллектуальной собственности (ОПК-5);

*профессиональными (ПК) компетенциями:*

- способность формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их (ПК-1);

- способность организовать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу (ПК-2);

- готовность к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи (ПК-3);

- способность использовать современные методики и методы, в проведении эксперимента и испытаний, анализировать их результаты и осуществлять их корректную интерпретацию (ПК-4);

- способность составлять научно-технические отчеты и готовить публикации по результатам выполненных исследований (ПК-5);

- готовность разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку (ПК-6);

- готовность к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению, выбору оборудования и технологической оснастке (ПК-7);

- готовность к разработке технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного оборудования (ПК-8);

- способность к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения, к оценке экономической эффективности технологических процессов, их экологической безопасности (ПК-9);

- способность оценивать инновационный и технологический риски при внедрении новых технологий (ПК-10);

- способность разрабатывать мероприятия по комплексному использованию сырья, по замене дефицитных материалов (ПК-11);

- способность создавать технологии утилизации отходов и системы обеспечения экологической безопасности производства (ПК-12).

*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 практики «Производственная практика: НИР»**

**Введение.** Выбор темы исследования.

**Раздел 1.** Обзор литературы по теме исследования. Составление аналитического литературного обзора.

Обоснование актуальности темы. Поиск и проработка литературы из всех доступных источников за определенный (согласованный с руководителем) период времени. Анализ литературы и составление литературного обзора по теме диссертации.

**Раздел 2.** Постановка цели и задач исследования. Проведение экспериментальных и расчетно-экспериментальных исследований по теме.

Формулирование цели исследования (какой результат предполагается получить) и постановка задачи исследования (что делать – теоретически и экспериментально). Описание экспериментальных стендов и установок для проведения исследований. Отработка методик исследований, определение погрешностей экспериментальных данных. Планирование эксперимента, проведение эксперимента, анализ и интерпретация результатов, выводы и заключения. Приобретение навыков работы со специализированным программным обеспечением для проведения компьютерных вычислительных экспериментов по теме работы. Написание тезисов докладов и статей; составление докладов с использованием современного компьютерного обеспечения. Составление отчета и презентации.

**Раздел 3.** Обзор текущей литературы. Составление методик исследования. Написание тезисов, статей, отчетов и докладов.

Поиск текущей литературы по базам ВИНТИ РАН, каталогам электронных библиотек, приведенных в разделе 11 настоящей программы дисциплины. Составление методик исследования и их отработка.

Написание тезисов докладов, составление докладов и презентаций. Выступление на конференциях различного уровня. Написание статей в научные журналы. Составление отчета по НИР за 2-ой семестр и презентации отчета.

**Раздел 4.** Проведение экспериментальных и расчетно-экспериментальных исследований по теме диссертации.

Определение характеристик объектов исследования. Проведение эксперимента (лабораторного и вычислительного), анализ и интерпретация результатов, формулирование выводов и заключений. Сопоставление собственных данных с данными научных источников из литературы, объяснение закономерностей, обнаруженных в процессе исследования. Выявление новизны результатов. Формулировка рекомендаций к использованию на практике результатов, полученных в ходе исследования.

Подготовка отчета и презентации результатов НИР за 2-ой семестр.

**Раздел 5.** Обзор текущей литературы. Написание методической (теоретической) главы диссертации.

Поиск и проработка текущей литературы, необходимой для интерпретации результатов исследования. Написание главы диссертации, содержащей характеристики объектов исследования, методики определения этих характеристик и методики проведения экспериментов.

Написание тезисов докладов, составление докладов и презентаций. Выступление на конференции МКХТ и других семинарах и конференциях различного уровня.

**Раздел 6.** Проведение экспериментальных и расчетно-экспериментальных исследований по теме.

Калибровки приборов, отладка экспериментальных стендов. Проведение экспериментальных исследований, анализ и интерпретация результатов. Проведение компьютерных вычислительных экспериментов. Сопоставление полученных результатов с данными научных источников, описание механизмов и корреляций, обнаруженных в процессе исследования. Интерпретация результатов компьютерного моделирования.

Формулирование новизны полученных результатов. Формулировка рекомендаций к использованию результатов на практике.

Подготовка отчета и презентации результатов НИР за 3-ий семестр.

**Раздел 7.** Проведение экспериментальных и расчетно-экспериментальных исследований по теме. Формулирование научных выводов

Проведение экспериментов, окончательный анализ результатов. Интерпретация полученных зависимостей и корреляций. Завершается работа выводами и заключением, в которых тезисно, по порядку выполнения задач, излагаются результаты всего исследования.

**Раздел 8.** Оформление материалов магистерской диссертации, подготовка отчета по НИР и презентации к защите.

Оформление материалов магистерской диссертации, согласно ГОСТа. Подготовка материалов презентации к докладу и самого доклада.

#### 4. Объем практики «Производственная практика: НИР»

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость практики</b>	<b>36,0</b>	<b>1296</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>17,0</b>	<b>612</b>
Контактная работа с преподавателем	17,0	612
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>18,0</b>	<b>648</b>
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе практики	18,0	647,4
Контактная самостоятельная работа		0,6
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>Экзамен (36)</b>
Подготовка к экзамену	<b>1,0</b>	35,6
Контактная аттестация		0,4
<b>В том числе по семестрам:</b>		
<b>1 семестр</b>		
<b>Общая трудоемкость в семестре</b>	<b>9,0</b>	<b>324</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>4,75</b>	<b>171</b>
Контактная работа с преподавателем	4,75	171
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>4,25</b>	<b>153</b>
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе практики	4,25	152,8
Контактная самостоятельная работа		0,2
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>Зачет с оценкой</b>
<b>2 семестр</b>		
<b>Общая трудоемкость в семестре</b>	<b>6,0</b>	<b>216</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>2,75</b>	<b>99</b>
Контактная работа с преподавателем	2,75	99
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3,25</b>	<b>117</b>
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе практики	3,25	116,8
Контактная самостоятельная работа		0,2
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>Зачет с оценкой</b>
<b>3 семестр</b>		



<b>Общая трудоемкость в семестре</b>	<b>9,0</b>	<b>324</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>4,5</b>	<b>162</b>
Контактная работа с преподавателем	4,5	162
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>4,5</b>	<b>162</b>
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе практики	4,5	161,8
Контактная самостоятельная работа		0,2
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>Зачет с оценкой</b>
<b>4 семестр</b>		
<b>Общая трудоемкость в семестре</b>	<b>12,0</b>	<b>432</b>
<b>Контактная работа (КР)</b>	<b>5,0</b>	<b>180</b>
Контактная работа с преподавателем	5,0	180
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>6,0</b>	<b>216</b>
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе практики	6,0	216
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>Экзамен (36)</b>
Подготовка к экзамену	<b>1,0</b>	35,6
Контактная аттестация		0,4

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость практики</b>	<b>36,0</b>	<b>972</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>17,0</b>	<b>459</b>
Контактная работа с преподавателем	17,0	459
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>18,0</b>	<b>486</b>
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе практики	18,0	485,55
Контактная самостоятельная работа		0,45
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>Экзамен 27</b>
Подготовка к экзамену	<b>1,0</b>	26,7
Контактная аттестация		0,3
<b>В том числе по семестрам:</b>		
<b>1 семестр</b>		
<b>Общая трудоемкость в семестре</b>	<b>9,0</b>	<b>243</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>4,75</b>	<b>128,25</b>
Контактная работа с преподавателем	4,75	128,25
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>4,25</b>	<b>114,75</b>
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе практики	4,25	114,6
Контактная самостоятельная работа		0,15
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>Зачет с оценкой</b>
<b>2 семестр</b>		
<b>Общая трудоемкость в семестре</b>	<b>6,0</b>	<b>162</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>2,75</b>	<b>74,25</b>
Контактная работа с преподавателем	2,75	74,25
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3,25</b>	<b>87,75</b>

Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе практики	3,25	87,6
Контактная самостоятельная работа		0,15
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>Зачет с оценкой</b>
<b>3 семестр</b>		
<b>Общая трудоемкость в семестре</b>	<b>9,0</b>	<b>243</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>4,5</b>	<b>121,5</b>
Контактная работа с преподавателем	4,5	121,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>4,5</b>	<b>121,5</b>
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе практики	4,5	121,35
Контактная самостоятельная работа		0,15
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>Зачет с оценкой</b>
<b>4 семестр</b>		
<b>Общая трудоемкость в семестре</b>	<b>12,0</b>	<b>324</b>
<b>Контактная работа (КР)</b>	<b>5,0</b>	<b>135</b>
Контактная работа с преподавателем	5,0	135
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>6,0</b>	<b>162</b>
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе практики	6,0	162
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>Экзамен 27</b>
Подготовка к экзамену	<b>1,0</b>	26,7
Контактная аттестация		0,3

**Аннотация рабочей программы «Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в том числе технологическая практика)» (Б2.В.03(П))**

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

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

*обладать следующими профессиональными (ПК) компетенциями:*

- способность формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их (ПК-1);
- способность организовать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу (ПК-2);
- готовность к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи (ПК-3);
- способность использовать современные методики и методы, в проведении эксперимента и испытаний, анализировать их результаты и осуществлять их корректную интерпретацию (ПК-4);
- способность составлять научно-технические отчеты и готовить публикации по результатам выполненных исследований (ПК-5);
- готовность разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку (ПК-6);

- готовность к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению, выбору оборудования и технологической оснастке (ПК-7);
- готовность к разработке технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного оборудования (ПК-8);
- способность к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения, к оценке экономической эффективности технологических процессов, их экологической безопасности (ПК-9);
- способность оценивать инновационный и технологический риски при внедрении новых технологий (ПК- 10);
- способность разрабатывать мероприятия по комплексному использованию сырья, по замене дефицитных материалов (ПК-11);
- способность создавать технологии утилизации отходов и системы обеспечения экологической безопасности производства (ПК-12);

*знать:*

- существующие способы и методы организации и управления технологическими процессами и производствами;
- принципы организации проведения экспериментов и испытаний по контролю качества продукции;
- принципы и способы защиты объектов интеллектуальной собственности и коммерциализации прав на объекты интеллектуальной собственности;

*уметь:*

- работать с технологическими регламентами, техническими регламентами, техническими условиями и другими документами, регламентирующими деятельность на предприятии;
- проводить анализ объекта исследований как объекта управления, проектирования, реконструкции, модернизации;
- 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 с использованием универсального и специализированного программного обеспечения;
- анализировать возникающие в научно-исследовательской деятельности затруднения и способствовать их разрешению;

*владеть:*

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

### **3. Краткое содержание практики**

Закрепление теоретических знаний, полученных обучающимися при изучении программы магистратуры.

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

Развитие у обучающихся навыков научно-исследовательской деятельности.

### **4. Объем практики**

Виды учебной работы	Объем	
	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость практики</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>

Индивидуальное задание	1,0	36
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе практики	5,0	179,8
Контактная самостоятельная работа		0,2
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>Зачет с оценкой</b>

Виды учебной работы	Объем	
	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость практики</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>
Индивидуальное задание	1,0	27
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе практики	5,0	134,85
Контактная самостоятельная работа		0,15
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>Зачет с оценкой</b>

### Аннотация рабочей программы преддипломной практики (Б2.В04(Пд))

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

**2. В результате прохождения преддипломной практики обучающийся должен: обладать следующими профессиональными (ПК) компетенциями:**

- способность формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их (ПК-1);
- способность организовать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу (ПК-2);
- готовность к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи (ПК-3);
- способность использовать современные методики и методы, в проведении эксперимента и испытаний, анализировать их результаты и осуществлять их корректную интерпретацию (ПК-4);
- способность составлять научно-технические отчеты и готовить публикации по результатам выполненных исследований (ПК-5);
- готовность разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку (ПК-6);
- готовность к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению, выбору оборудования и технологической оснастке (ПК-7);
- готовность к разработке технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного оборудования (ПК-8);
- способность к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения, к оценке экономической эффективности технологических процессов, их экологической безопасности (ПК-9);
- способность оценивать инновационный и технологический риски при внедрении новых технологий (ПК- 10);
- способность разрабатывать мероприятия по комплексному использованию сырья, по замене дефицитных материалов (ПК-11);
- способность создавать технологии утилизации отходов и системы обеспечения экологической безопасности производства (ПК-12);

*знать:*

- физико-химические закономерности технологии по профилю выпускной квалификационной работы;
- экономические показатели технологии;
- комплекс мероприятий по технике безопасности, охране окружающей среды, охране труда;

*уметь:*

– работать с технологическими регламентами, техническими регламентами, техническими условиями и другими документами, регламентирующими деятельность на предприятии;

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

– осуществлять контроль самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы;

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

– выполнять расчеты, связанные как с разработкой заданий для отдельных исполнителей, так и с составлением планов и программ проведения научных исследований и технических разработок в целом;

*владеть:*

– системой планирования и организации научно-исследовательских и проектных работ в рамках изучаемой программы магистратуры;

– основными должностными функциями руководящего персонала (руководителя научной группы, проекта, программы) в рамках изучаемой программы магистратуры.

### 3. Краткое содержание преддипломной практики

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

Изучение экономики и организации производства, охраны труда, охраны окружающей среды, мер техники безопасности в масштабах отделения, участка предприятия. Подготовка исходных данных для выполнения выпускной квалификационной работы.

### 4. Объем преддипломной практики

Виды учебной работы	Объем	
	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость практики</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>
Индивидуальное задание	1,0	36
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе преддипломной практики	5,0	179,8
Контактная самостоятельная работа		0,2
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>Зачет с оценкой</b>

Виды учебной работы	Объем	
	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость практики</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>
Индивидуальное задание	1,0	27
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе преддипломной практики	5,0	134,85
Контактная самостоятельная работа		0,15
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>Зачет с оценкой</b>

#### **4.6. Государственная итоговая аттестация: защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты (Б.3)**

**1. Цель государственной итоговой аттестации** – выявление уровня теоретической и практической подготовленности выпускника вуза к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

**2. В результате государственной итоговой аттестации обучающийся по программе магистратуры должен обладать следующими компетенциями:**

*общекультурными компетенциями:*

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

*общепрофессиональными компетенциями:*

- готовностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-1);
- готовностью руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОПК-2);
- способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с направлением и профилем подготовки (ОПК-3);
- готовностью к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез (ОПК-4);
- готовностью к защите объектов интеллектуальной собственности и коммерциализации прав на объекты интеллектуальной собственности (ОПК-5);

*профессиональными компетенциями:*

- способностью формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их (ПК-1);
- способностью организовать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу (ПК-2);
- готовностью к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи (ПК-3);
- способностью использовать современные методики и методы, в проведении экспериментов и испытаний, анализировать их результаты и осуществлять их корректную интерпретацию (ПК-4);

- способностью составлять научно-технические отчеты и готовить публикации по результатам выполненных исследований (ПК-5);
- готовностью разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку (ПК-6);
- готовностью к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению, выбору оборудования и технологической оснастке (ПК-7);
- готовностью к разработке технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного оборудования (ПК-8);
- способностью к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения, к оценке экономической эффективности технологических процессов, их экологической безопасности (ПК-9);
- способностью оценивать инновационный и технологический риски при внедрении новых технологий (ПК-10);
- способностью разрабатывать мероприятия по комплексному использованию сырья, по замене дефицитных материалов (ПК-11);
- способностью создавать технологии утилизации отходов и системы обеспечения экологической безопасности производства (ПК-12).

*Знать:*

- принципы и порядок постановки и формулирования задач научных исследований на основе результатов поиска, обработки и анализа научно-технической информации;
- методы математического моделирования, оптимизации, управления и проектирования химико-технологических процессов (ХТП) и систем;
- методы и подходы к проектированию информационных систем, баз данных и знаний для решения задач моделирования, синтеза и управления энерго- и ресурсосберегающими процессами в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии;
- методы искусственного интеллекта для решения задач прогнозирования, оптимизации и управления ХТП;
- правила и порядок подготовки научно-технических отчетов, аналитических обзоров и справок, требования к представлению результатов проведенного исследования в виде научного отчета, статьи или доклада;
- приемы защиты интеллектуальной собственности;

*Уметь:*

- разрабатывать новые технические и технологические решения на основе результатов научных исследований;
- создавать математические модели описания технологических процессов, позволяющих прогнозировать технологические параметры, характеристики аппаратуры и свойства получаемых веществ, материалов и изделий;
- использовать универсальное и специализированное программное обеспечение для решения задач моделирования, проектирования, оптимизации и управления энерго- и ресурсосберегающими химическими процессами и химико-технологическими системами;
- разрабатывать программы и выполнять научные исследования, обработку и анализ их результатов, формулировать выводы и рекомендации;

*Владеть:*

- методами математического моделирования, информационного моделирования и искусственного интеллекта и навыками их использования при решении профессиональных задач;
- методологией и методикой анализа, синтеза и оптимизации процессов обеспечения качества, химической продукции с применением проблемно-ориентированных методов;
- навыками работы в коллективе, планирования и организации коллективных научных исследований;

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

### 3. Краткое содержание государственной итоговой аттестации:

Государственная итоговая аттестация обучающихся по программе магистратуры проводится в форме защиты выпускной квалификационной работы (ВКР), включая подготовку к защите и процедуру защиты, – магистерской диссертации. Государственная итоговая аттестация в форме защиты ВКР проходит в 8 семестре на базе знаний, полученных студентами при изучении дисциплин направления 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

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

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

### 4. Объем государственной итоговой аттестации

Программа относится к базовой части учебного плана, к блоку 3 «Государственная итоговая аттестация» (БЗ) и рассчитана на сосредоточенное прохождение в 4 семестре (2 курс) обучения в объеме 216 ч (6 ЗЕ). Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую подготовку в области математического моделирования энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, методов искусственного интеллекта, экспертных систем, баз данных и знаний, а также умеют применить их практические приложения для задач моделирования, проектирования, оптимизации и управления ХТП и ХТС в соответствии с темой магистерской диссертации.

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

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>6</b>	<b>162</b>
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>6</b>	<b>162</b>
Выполнение, написание и оформление ВКР	6	162
<b>Вид контроля: защита ВКР</b>		<b>защита ВКР</b>



## 4.7. Факультативы

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Профессионально-ориентированный перевод» (ФТД.1)

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

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

*Обладать следующими компетенциями:*

- готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3);
- готовностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-1);
- готовностью руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОПК-2);
- способностью составлять научно-технические отчеты и готовить публикации по результатам выполненных исследований (ПК-5).

*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. Перевод предложений с видовременными формами Indefinite, Continuous*

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

Особенности перевода вопросительных и отрицательных предложений в различных временах.

1.2 Перевод предложений во временах Indefinite, Continuous. Чтение и перевод по теме "Нефтехимия".

*Раздел 2. Перевод предложений с использованием видовременных форм Perfect, Perfect Continuous.*

2.1. Перевод предложений во временах групп Perfect, Perfect Continuous (утвердительные, вопросительные и отрицательные формы). Особенности употребления вспомогательных глаголов.

2.2 Перевод страдательного залога. Трудные случаи перевода страдательного залога.

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

2.3. Перевод придаточных предложений.

Придаточные подлежащие.

Придаточные сказуемые.

Придаточные определительные.

Придаточные обстоятельственные, придаточные дополнительные.

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

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

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

2.6. Различные варианты перевода существительного в предложении.

2.7. Модальные глаголы и особенности их перевода.

Развитие навыков перевода по теме "Наука завтрашнего дня".

2.8. Специальная терминология по теме "Лаборатория".

2.9. Сокращения. Особенности их перевода. Развитие навыков перевода на примере текстов по теме "Лаборатория, измерения в химии и биотехнологии".

*Раздел 3. Особенности перевода предложений с использованием неличных форм глагола.*

3.1. Неличные формы глагола.

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

3.2. Инфинитивные обороты.

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

3.3. Оборот подлежащее с инфинитивом. Различные варианты перевода.

Терминология по теме "Ресурсосберегающие нанопроцессы".

3.4. Перевод причастных оборотов.

Абсолютный причастный оборот и варианты перевода.

Развитие навыков перевода по теме "Ресурсосберегающие нанопроцессы, технологии и оборудование".

#### 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 (КР):</b>	<b>0,94</b>	<b>34</b>
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,06</b>	<b>38</b>
Упражнения по соответствующим разделам дисциплины	1,06	37,8
Контактная самостоятельная работа		0,2
<b>Вид контроля: <u>зачет</u> / экзамен</b>	<b>-</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 (КР):</b>	<b>0,94</b>	<b>25,5</b>
Практические занятия (ПЗ)	0,94	25,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,06</b>	<b>28,5</b>
Упражнения по соответствующим разделам дисциплины	1,06	28,35
Контактная самостоятельная работа		0,15
<b>Вид контроля: <u>зачет</u> / экзамен</b>	<b>-</b>	<b>зачет</b>

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

**1. Цель дисциплины** направлена на 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 должен:**

*Обладать следующими компетенциями:*

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

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

- готовностью руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОПК-2);

- способностью организовать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу (ПК-2).

*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;

- выработать 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. Когнитивны 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. Конфликтотенные 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	Зач. ед.	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>72</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>0,94</b>	<b>34</b>
Лекции (Лек.)	0,47	17
Практические занятия (ПЗ)	0,47	17
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,06</b>	<b>38</b>
Реферат/доклад с презентацией	1,06	12
Самостоятельное изучение разделов		10
Подготовка группового проекта		7,8
Подготовка к деловой игре		8
Контактная самостоятельная работа		0,2
<b>Вид контроля: зачет</b>		<b>Зачет</b>

Виды учебной работы	Зач. ед.	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>0,94</b>	<b>25,5</b>
Лекции (Лек.)	0,47	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,47	12,75
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,06</b>	<b>28,5</b>
Реферат/доклад с презентацией	1,06	9
Самостоятельное изучение разделов		7,5
Подготовка группового проекта		5,85
Подготовка к деловой игре		6
Контактная самостоятельная работа		0,15
<b>Вид контроля: зачет</b>		<b>Зачет</b>

## 5. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ МАГИСТРАТУРЫ

### 5.1 Требования к кадровому обеспечению

Кадровое обеспечение программы магистратуры соответствует требованиям ФГОС:

– реализация программы магистратуры обеспечивается руководящими и научно-педагогическими работниками университета, а также лицами, привлекаемыми к реализации программы магистратуры на условиях гражданско-правового договора,

квалификация которых соответствует квалификационным характеристикам, установленным в Едином квалификационном справочнике должностей руководителей, специалистов и служащих, раздел «Квалификационные характеристики должностей руководителей и специалистов высшего профессионального и дополнительного профессионального образования», утвержденном приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 11 января 2011 г. № 1н (зарегистрирован Министерством Юстиции Российской Федерации 23 марта 2011 г., № 20237) и профессиональными стандартами (при наличии);

– Доля научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок) имеющих образование, соответствующее профилю преподаваемой дисциплины (модуля), в общем числе научно-педагогических работников, реализующих программу магистратуры, должна составлять не менее 70 процентов;

– Доля научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок), имеющих ученую степень (в том числе ученую степень, присвоенную за рубежом и признаваемую в Российской Федерации) и (или) ученое звание (в том числе ученое звание, полученное за рубежом и признаваемое в Российской Федерации), в общем числе научно-педагогических работников, реализующих программу магистратуры, должна быть не менее:

75 процентов для программы академической магистратуры;

– Доля научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок) из числа руководителей и работников организаций, деятельность которых связана с направленностью (профилем) реализуемой программы магистратуры (имеющих стаж работы в данной профессиональной области не менее 3 лет) в общем числе работников, реализующих программу магистратуры, должна быть не менее:

5 процентов для программы академической магистратуры;

– Общее руководство научным содержанием программы магистратуры определенной направленности (профиля) должно осуществляться штатным научно-педагогическим работником организации, 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;

– среднегодовое число публикаций научно-педагогических работников университета в расчете на 100 научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок) составляет 6,2 в журналах, индексируемых в базах данных Web of Science или Scopus или 62,4 в журналах, индексируемых в Российском индексе научного цитирования, или в научных рецензируемых изданиях, определенных в Перечне рецензируемых изданий согласно пункту 12 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней» (Собрание законодательства Российской Федерации, 2013, № 40, ст. 5074);

– научные руководители, назначаемые магистрантам, имеют ученую степень, осуществляют самостоятельную научно-исследовательскую деятельность или участвуют в осуществлении такой деятельности по направленности подготовки, имеют публикации по результатам указанной научно-исследовательской деятельности в ведущих отечественных и (или) зарубежных рецензируемых научных журналах и изданиях, а также осуществляют апробацию результатов указанной научно-исследовательской деятельности на национальных и международных конференциях.

Подготовка магистрантов по направлению 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии магистерской программе «Ресурсосберегающие нанопроцессы, технологии и оборудование» реализуется на факультете информационных технологий и управления (на кафедрах кибернетики химико-технологических процессов и компьютерно-интегрированных систем в химической технологии). Все научные руководители магистрантов имеют ученые степени и/или ученые звания и соответствуют приведенным выше требованиям.

## 5.2. Материально-техническое обеспечение

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

Перечень материально-технического обеспечения включает в себя лекционные учебные аудитории (оборудованные видеопроекторными 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 аспирантов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и 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 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии магистерской программы «Ресурсосберегающие нанопроцессы, технологии и оборудование», реализуемым на кафедре кибернетики химико-технологических процессов (КХТП), включает:

### 5.2.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

**На кафедре кибернетики химико-технологических процессов** имеется 2 компьютерных класса. Всего 48 единиц вычислительной техники (с процессорами Pentium – II и выше), из которых 37 компьютеров используются в образовательном процессе. При этом число компьютеров, объединенных в локальные сети и имеющих выход в интернет, 33. Количество компьютеров, находящихся на балансе, в расчете на одного студента составляет 0.49.

Каждый год происходит постоянное обновление материально-технической базы. Так, например, в 2011 году было закуплено 15 новых мониторов и системных блоков (стоимостью 350 тысяч рублей) для проведения лабораторных работ по ряду дисциплин. В 2017 году были приобретены 10 рабочих вычислительных станций. Также был закуплен ИК-Фурье спектрометр ФСМ-1201 стоимостью 450 тысяч рублей.

Кафедра кибернетики располагает компьютерными классами на 10 посадочных мест (ауд. 243а), 16 посадочных мест (ауд. 247), 3 учебно-научными лабораториями: лабораторией современных средств автоматизации, лабораторией математического



моделирования и лабораторией гетерогенного катализа (физико-химическая лаборатория). Все лаборатории оснащены необходимыми приборами и аппаратами.

Лаборатория современных средств автоматизации (ауд. 244) оснащена: 1) двухпозиционной системой управления калорифером на базе ТРМ-2, 2) двухпозиционной системой регулирования температуры жидкости в емкости с мешалкой на базе 2ТРМ1 3) трёхпозиционной системой регулирования температуры жидкости в ёмкости с мешалкой на базе ИРТ5920, 4) переносной трёхпозиционной системой регулирования температуры воздуха на базе ИРТ5920Н, 5) системой непосредственного цифрового управления калорифером с использованием БУСТ, 6) импульсной системой управления калорифером с использованием широтно-импульсной модуляции на базе ТРМ12-РiС, 7) микропроцессорной одноконтурной системой регулирования температуры на выходе из калорифера на базе ТРМ101, 8) микропроцессорной одноконтурной системой регулирования температуры жидкости в ёмкости на базе ТРМ101, 9) каскадной автоматической системой регулирования уровня на базе контроллера СуВго2, 10) микропроцессорной системой управления объектом периодического действия на базе программируемого логического контроллера ПЛК150, 11) микропроцессорной системой управления калорифером на базе программируемого логического контроллера ПЛК150, 12) микропроцессорной системой управления климатической камерой КК-350 ТХВ на базе программируемого логического контроллера ПЛК150. Каждая установка имеет автоматизированное рабочее место, основу которого составляет ПК с системным блоком, напрямую соединённым через СОМ-порт с базовыми микропроцессорными устройствами. Все 12 ПК объединены в единую лабораторную сеть, имеют необходимое программное обеспечение и доступ в Интернет.

Лаборатория математического моделирования (ауд. 243) оснащена установками теплообмена, ректификации, абсорбции, кристаллизации, фазового равновесия, сушки, химическим реактором, мембранной установкой, азротенком. Для занятий используются 2 ПК с предустановленным программным обеспечением.

Лаборатория гетерогенного катализа (физико-химическая лаборатория, ауд. 207) оснащена каталитической установкой для проведения химических реакций, насадочной ректификационной установкой Луммарк, газоанализатором ГИАМ-310-02-2-2, газовым хроматографом 3700 с двумя капиллярными и четырьмя насадочными колонками, ПИД регулятором одноканальным ТРМ-101-СС.

Удельный вес стоимости оборудования (не старше 5 лет) в общей стоимости оборудования 20,3 %

В целом можно сделать следующее заключение: кафедра обладает хорошей материально-технической базой для проведения необходимых практических занятий аспирантов. Материально-техническая база постоянно обновляется, причем IBM PC-совместимые компьютеры, используемые в учебном процессе, обновляются наиболее часто.

#### *5.2.2. Учебно-наглядные пособия:*

Большинство дисциплин вариативной части, преподаваемых в магистратуре, хорошо обеспечены учебно-наглядными материалами, в том числе доступными через сеть Интернет.

В базе данных по учебным дисциплинам содержатся перечни дисциплин, трудоемкость, формы контроля и перечень компетенций, формируемых при изучении учебных дисциплин.

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

На кафедре кибернетики ХТП реализующей основную профессиональную образовательную программу по направлению 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие

процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии магистерской программе «Ресурсосберегающие нанопроцессы, технологии и оборудование», имеется в достаточном количестве персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, USB-портами, принтерами, многофункциональными устройствами и программными средствами; мультимедийное проекционное оборудование; веб-камеры; цифровой фотоаппарат; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет; беспроводная точка доступа в локальную сеть и сеть Интернет.

#### *5.2.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:*

Для реализации ООП магистратуры по направлению подготовки 18.04.02 магистерской программе «Ресурсосберегающие нанопроцессы, технологии и оборудование» на кафедре кибернетики ХТП используются информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплинам базовой и вариативной части программы; методические рекомендации к практическим занятиям; электронные учебные пособия по дисциплинам базовой и вариативной части; кафедральные библиотеки электронных изданий по дисциплинам вариативной части; электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедр в электронном виде; видеоуроки к разделам дисциплин.

Обеспеченность современными учебными пособиями, выпущенными преподавателями кафедры кибернетики ХТП для магистрантов, высокая. Ко всем научным изданиям и учебным пособиям, выпущенным через РИО РХТУ им. Д.И. Менделеева имеется доступ через фонды информационно-библиотечного фонда. Кроме того, большинство дисциплин, преподаваемых на кафедре, имеют развернутую информационно-образовательную и информационно-методическую поддержку, к ресурсам в сети Интернет.

Информационно-образовательные, информационно-методические, учебно-исследовательские ресурсы представлены на сайте кафедры <http://khttp.muctr.ru>

### **5.3. Учебно-методическое обеспечение**

Для реализации ООП по направлению 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, магистерская программа «Ресурсосберегающие нанопроцессы, технологии и оборудование» используются фонды учебной, учебно-методической, научной, периодической научно-технической литературы Информационно-библиотечного центра (ИБЦ) РХТУ им. Д. И. Менделеева и кафедры, участвующей в реализации программы.

ИБЦ университета обеспечивает информационную поддержку всем направлениям деятельности университета, 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 организации образовательного процесса по всем дисциплинам ООП и гарантирует возможность качественного освоения магистрантами ООП по направлению 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии магистерской программы «Ресурсосберегающие нанопроцессы, технологии и оборудование».

Фонд ИБЦ укомплектован печатными и/или электронными изданиями основной учебной литературы по всем учебным курсам, дисциплинам (модулям) согласно ФГОС ВО по направлению 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2019 составляет 1708372 экз.

Обучающиеся обеспечены учебными изданиями из расчета не менее 50 экземпляров каждого из изданий основной литературы, перечисленной в рабочих

программах дисциплин (модулей), практик, и не менее 25 экземпляров дополнительной литературы на 100 обучающихся, и изданной за последние 10 лет.

Каждый обучающийся по ООП обеспечен не менее чем одним учебным и одним учебно-методическим печатным и/или электронным изданием по каждой дисциплине профессионального цикла, входящей в образовательную программу.

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

ИБЦ 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 и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы. Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

### 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                      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>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>                      Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.</p>	<p>Электронно-библиотечная система издательства "Лань" — ресурс, включающий в себя как электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний. ЭБС «ЛАНЬ» предоставляет пользователям мобильное приложение для iOS и Android, в которых интегрированы бесплатные сервисы для незрячих студентов и синтезатор речи.</p> <p><b>Коллекции:</b> «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ, «Информатика» - изд-ва "Лань", Национальный Открытый Университет"ИНТУИТ", "Инженерно-технические науки" изд-ва "Лань".</p>

		<p>Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор № 33.03-Р-2.0-1775/2-10 от 26.09.2019г. Сумма договора – 642 083-68 С «26» сентября 2019г. по «25» сентября 2020г. Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a> Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.</p>	<p>Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ, «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», Национальный Открытый Университет«ИНТУИТ», Инженерно-технические науки" изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент» изд-ва Дашков и К. А также отдельные издания в соответствии с Договором.</p>
2.	<p>Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)</p>	<p>Принадлежность – собственная РХТУ. Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://lib.muctr.ru/">http://lib.muctr.ru/</a> Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера.</p>	<p>Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.</p>
3	<p>Информационно - справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России».</p>	<p>Принадлежность сторонняя. 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. Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://reforma.kodeks.ru/reforma/">http://reforma.kodeks.ru/reforma/</a> Количество ключей – 5 лицензий + локальный доступ с компьютеров ИБЦ.</p>	<p>Электронная библиотека нормативно-технических изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД</p>
4	<p>Электронная библиотека диссертаций (ЭБД).</p>	<p>Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – РГБ, Договор № 29.01-Р-2.0-826/2018 от 03.10.2018 г. С «15» октября 2018 г. по «14» июля 2019 г. Сумма договора - 299130-00 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>
5	<p>ЭБС «Научно-электронная библиотека eLibrary.ru».</p>	<p>Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «РУНЭБ», договор № 29.01-Р-2.0-1020/2018 от 07.12.2018 г. С «01» января 2019 г. по «31»</p>	<p>Электронные версии периодических и неперiodических изданий по различным отраслям науки</p>

		<p>декабря 2019 г. Ссылка на сайт – <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a> Сумма договора - 934 693-00 Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p>	
6	БД ВИНТИ РАН	<p>Принадлежность сторонняя Договор № 5Д/2018 от 01.02.2018 г. Сумма договора - 24000-00 С «02» февраля 2018 г. по «05» мая 2019 г. Ссылка на сайт- <a href="http://www.viniti.ru/">http://www.viniti.ru/</a> Количество ключей – локальный доступ для пользователей РХТУ в ИБЦ РХТУ</p>	<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</p>
7	Справочно-правовая система «Консультант+»	<p>Принадлежность сторонняя, Договор № 45-70ЭА/2018 от 09.07.2018 г. С «10» июля 2018 г. по «09» июля 2019 г. Сумма договора- Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по ip-адресам.</p>	<p>Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.</p>
8	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>	<p>Гарант — справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.</p>
9	Издательство Wiley	<p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Wiley/130 от 10.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – <a href="http://onlinelibrary.wiley.com/">http://onlinelibrary.wiley.com/</a> Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p>	<p>Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др.</p>

10	QUESTEL ORBIT	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Questel/130 от 05.09.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – <a href="http://www.questel.orbit.com">http://www.questel.orbit.com</a> Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip- адресам неограничен.	ORBIT является глобальным оперативно обновляемым патентным порталом, позволяющим осуществлять поиск в перечне заявок на патенты, полученных, приблизительно, 80- патентными учреждениями в различных странах мира и предоставленных грантов.
11	ProQuest Dissertation and Theses Global	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № ProQuest/130 от 09.10.2019г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – <a href="http://www.proquest.com/products-services/pqdtglobal.html">http://www.proquest.com/products-services/pqdtglobal.html</a> Количество ключей – дост уп для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	База данных ProQuest Dissertation & Theses Global (PQDT Global) авторитетная коллекция из более 3,5 млн. зарубежных диссертаций, более 1,7 млн. из которых представлены в полном тексте.
12	American Chemical Society	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № ACS/130 от 25.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – <a href="http://www.acs.org/content/acs/en.html">http://www.acs.org/content/acs/en.html</a> Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip- адресам неограничен.	Коллекция журналов по химии и химической технологии Core + издательства American Chemical Society
13	American Institute of Physics (AIP)	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № AIP/130 от 24.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – <a href="http://scitation.aip.org/">http://scitation.aip.org/</a> Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip- адресам неограничен.	Коллекция журналов по техническим и естественным наукам издательства Американского института физики (AIP)
14	База данных Reaxys и Reaxys	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка	Структурно-химическая база данных Reaxys включает в себя структурную

	Medicinal Chemistry Компании Elsevier	(Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Reaxys /130 от 10.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – <a href="https://www.reaxys.com/">https://www.reaxys.com/</a> Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и патентных публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза. Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.
15	Scopus	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Scopus/130 от 09.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – <a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a> . Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства <b>ELSEVIER</b>
16	Ресурсы международной компании Clarivate Analytics	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № WoS/130 от 05.09.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – <a href="http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&amp;search_mode=GeneralSearch&amp;SID=R1Ij2TUymdd7bUatOIJ&amp;preferencesSaved=">http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&amp;search_mode=GeneralSearch&amp;SID=R1Ij2TUymdd7bUatOIJ&amp;preferencesSaved=</a> Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Открыт доступ к ресурсам: <b>WEB of SCIENCE</b> – реферативная и наукометрическая база данных. <b>MEDLINE</b> – реферативная база данных по медицине.
17	Royal Society of Chemistry (Королевское химическое общество)	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № RSC/130 от 08.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – <a href="http://pubs.rsc.org/">http://pubs.rsc.org/</a> Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии.

18.	Электронные ресурсы издательства SpringerNature	<p>Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+РФФИ) Информационное письмо РФФИ № 809 от 24.06.2019 г.</p> <p>С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г.</p> <p>Ссылка на сайт <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Полнотекстовая коллекция электронных журналов Springer по различным отраслям знаний.</li> <li>- Полнотекстовые 85 журналов Nature Publishing Group</li> <li>- Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols</li> <li>- Коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга Springer Materials (The Landolt-Bornstein Database)</li> <li>- Полный доступ к статическим и динамическим справочным изданиям по любой теме</li> <li>- Реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH</li> <li>- Nano Database</li> </ul>
19.	База данных SciFinder компании Chemical Abstracts Service	<p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № CAS/130 от 23.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – <a href="https://scifinder.cas.org">https://scifinder.cas.org</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам и персональной регистрации.</p>	<p>SciFinder — поисковый сервис, обеспечивающий многоаспектный поиск как библиографической информации, так и информации по химическим реакциям, структурным соединениям и патентам. Основная тематика обширного поискового массива — химия, а также ряд смежных дисциплин, таких как материаловедение, биохимия и биомедицина, фармакология, химическая технология, физика, геология, металлургия и другие.</p>
20	Издательство Elsevier на платформе ScienceDirect	<p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ № исх.- 1294 от 09 10 2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – <a href="https://www.sciencedirect.com">https://www.sciencedirect.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам.</p>	<p>«Freedom Collection» — полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов.</p> <p>«Freedom Collection eBook collection» — содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук.</p> <p>Доступ к архивам 2014-2018гг.</p>



21	ЭБС «Лань»	<p>Принадлежность - сторонняя  Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор №29.01-3-2.0-1299/2018 от 06.03.2019 г.  <b>С «06» марта 2019г. по «25» сентября 2019г.</b>  Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>  Сумма договора – 73 247-39  Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.</p>	<p>Коллекция книг по естественно-научным и техническим отраслям наук.</p>
22	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.  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>	<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 ФГОСов.</p>

<p>Бесплатные архивные коллекции, приобретенные Минобрнауки для вузов.</p>
<p><a href="#">Архив Издательства American Association for the Advancement of Science. Пакет «Science Classic» 1880-1996</a></p>
<p><a href="#">Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005</a></p>
<p><a href="#">Архив издательства Института физики (Великобритания). Пакет «Historical Archive 1874-1999» с первого выпуска каждого журнала по 1999, 1874-1999</a></p>
<p><a href="#">Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010</a></p>
<p><a href="#">Архив издательства Oxford University Press. Пакет «Archive Complete» с первого выпуска каждого журнала по 1995, 1849-1995</a></p>
<p><a href="#">Архив издательства Sage. Пакет «2010 SAGE Deep Backfile Package» с первого выпуска каждого журнала по 1998, 1890-1998</a></p>
<p><a href="#">Архив издательства Taylor &amp; Francis. Full Online Journal Archives. с первого выпуска каждого журнала по 1996, 1798-1997</a></p>
<p><a href="#">Архив издательства Cambridge University Press. Пакет «Cambridge Journals Digital Archive (CJDA)» с первого выпуска каждого журнала по 2011, 1827-2011</a></p>
<p><a href="#">Архив журналов Королевского химического общества(RSC). 1841-2007</a></p>

Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:

1. Directory of Open Access Journals (DOAJ) <http://doaj.org/>  
Ресурс объединяет более 10000 научных журналов по различным отраслям знаний (около 2 миллионов статей) из 134 стран мира.
2. Directory of Open Access Books (DOAB) <https://www.doabooks.org/>  
В базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами.
3. BioMed Central <https://www.biomedcentral.com/>  
База данных включает более 300 рецензируемых журналов по биомедицине, медицине и естественным наукам. Все статьи, размещенные в базе, находятся в свободном доступе.
4. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>  
Крупнейшим бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.
5. 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.

[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.

#### **5.4. Контроль качества освоения программы магистратуры. Оценочные средства**

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

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

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

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

### **6. Рабочие программы дисциплин**

Рабочие программы дисциплин (перечень дисциплин из учебного плана):

1. Философские проблемы науки и техники (Б1.Б.01)
2. Деловой иностранный язык (Б1.Б.02)
3. Моделирование технологических и природных систем (Б1.Б.03)
4. Дополнительные главы математики (Б1.Б.04)
5. Информационные технологии в образовании (Б1.Б.05)
6. Ресурсосберегающие наносистемы и технологии в микро- и наноэлектронике (Б1.В.01)
7. Тепловые, оптические и магнитные свойства твёрдых тел (Б1.В.02)
8. Основы создания нанообъектов и наноструктурированных материалов (Б1.В.03)
9. Квантовая химия в ресурсосберегающих процессах (Б1.В.04)
10. Ресурсосберегающие сверхкритические технологии в нанотехнологии (Б1.В.05)
11. Методы нелинейной динамики в нанопроцессах (Б1.В.ДВ.01.01)
12. Наночастицы углерода и их инженерные приложения (Б1.В.ДВ.01.02)
13. Хемометрика наносистем (Б1.В.ДВ.02.01)
14. Молекулярная биофизика и бионанотехнологии (Б1.В.ДВ.02.02)
15. Новые наноструктурированные материалы (Б1.В.ДВ.03.01)
16. Теория эксперимента для нанотехнологии (Б1.В.ДВ.03.02)
17. Полимерные наноструктуры и их ресурсосберегающие применения (Б1.В.ДВ.04.01)
18. Оптические явления в наноструктурах (Б1.В.ДВ.04.02)
19. Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков (Б2.В.01(У))
20. Производственная практика: НИР (Б2.В.02(Н))

21. Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в том числе технологическая практика) (Б2.В.03(П))
22. Преддипломная практика (Б2.В.04(Пд))
23. Государственная итоговая аттестация: защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты (Б3)  
Факультативов
24. Профессионально-ориентированный перевод (ФТД.В.01)
25. Социология и психология профессиональной деятельности (ФТД.В.02),

входящих в ООП по направлению подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, магистерская программа «Ресурсосберегающие нанопроцессы, технологии и оборудование», выполнены в виде отдельных документов, являющихся неотъемлемой частью данной ООП.

## 7. Оценочные материалы

Оценочные материалы по дисциплинам (перечень дисциплин из учебного плана):

1. Философские проблемы науки и техники (Б1.Б.01)
2. Деловой иностранный язык (Б1.Б.02)
3. Моделирование технологических и природных систем (Б1.Б.03)
4. Дополнительные главы математики (Б1.Б.04)
5. Информационные технологии в образовании (Б1.Б.05)
6. Ресурсосберегающие наносистемы и технологии в микро- и нанoeлектронике (Б1.В.01)
7. Тепловые, оптические и магнитные свойства твёрдых тел (Б1.В.02)
8. Основы создания нанообъектов и наноструктурированных материалов (Б1.В.03)
9. Квантовая химия в ресурсосберегающих процессах (Б1.В.04)
10. Ресурсосберегающие сверхкритические технологии в нанотехнологии (Б1.В.05)
11. Методы нелинейной динамики в нанопроцессах (Б1.В.ДВ.01.01)
12. Наночастицы углерода и их инженерные приложения (Б1.В.ДВ.01.02)
13. Хемометрика наносистем (Б1.В.ДВ.02.01)
14. Молекулярная биофизика и бионанотехнологии (Б1.В.ДВ.02.02)
15. Новые наноструктурированные материалы (Б1.В.ДВ.03.01)
16. Теория эксперимента для нанотехнологии (Б1.В.ДВ.03.02)
17. Полимерные наноструктуры и их ресурсосберегающие применения (Б1.В.ДВ.04.01)
18. Оптические явления в наноструктурах (Б1.В.ДВ.04.02)
19. Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков (Б2.В.01(У))
20. Производственная практика: НИР (Б2.В.02(Н))
21. Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в том числе технологическая практика) (Б2.В.03(П))
22. Преддипломная практика (Б2.В.04(Пд))
23. Государственная итоговая аттестация: защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты (Б3)  
Факультативов
24. Профессионально-ориентированный перевод (ФТД.В.01)
25. Социология и психология профессиональной деятельности (ФТД.В.02),

входящих в ООП по направлению подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, магистерская программа «Ресурсосберегающие нанопроцессы, технологии и оборудование»,

выполнены в виде отдельных документов, являющихся неотъемлемой частью данной ООП.

### **8. Методические материалы по дисциплинам**

Методические материалы по дисциплинам (перечень дисциплин из учебного плана):

1. Философские проблемы науки и техники (Б1.Б.01)
2. Деловой иностранный язык (Б1.Б.02)
3. Моделирование технологических и природных систем (Б1.Б.03)
4. Дополнительные главы математики (Б1.Б.04)
5. Информационные технологии в образовании (Б1.Б.05)
6. Ресурсосберегающие наносистемы и технологии в микро- и наноэлектронике (Б1.В.01)
7. Тепловые, оптические и магнитные свойства твёрдых тел (Б1.В.02)
8. Основы создания нанообъектов и наноструктурированных материалов (Б1.В.03)
9. Квантовая химия в ресурсосберегающих процессах (Б1.В.04)
10. Ресурсосберегающие сверхкритические технологии в наноинженерии (Б1.В.05)
11. Методы нелинейной динамики в нанопроцессах (Б1.В.ДВ.01.01)
12. Наночастицы углерода и их инженерные приложения (Б1.В.ДВ.01.02)
13. Хемометрика наносистем (Б1.В.ДВ.02.01)
14. Молекулярная биофизика и бионанотехнологии (Б1.В.ДВ.02.02)
15. Новые наноструктурированные материалы (Б1.В.ДВ.03.01)
16. Теория эксперимента для наноинженерии (Б1.В.ДВ.03.02)
17. Полимерные наноструктуры и их ресурсосберегающие применения (Б1.В.ДВ.04.01)
18. Оптические явления в наноструктурах (Б1.В.ДВ.04.02)
19. Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков (Б2.В.01(У))
20. Производственная практика: НИР (Б2.В.02(Н))
21. Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в том числе технологическая практика) (Б2.В.03(П))
22. Преддипломная практика (Б2.В.04(Пд))
23. Государственная итоговая аттестация: защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты (Б3) Факультативов
24. Профессионально-ориентированный перевод (ФТД.В.01)
25. Социология и психология профессиональной деятельности (ФТД.В.02),

входящих в ООП по направлению подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, магистерская программа «Ресурсосберегающие нанопроцессы, технологии и оборудование», выполнены в виде отдельных документов, являющихся неотъемлемой частью данной ООП.



			ОК-1	ОК-2	ОК-3	ОПК-1	ОПК-2	ОПК-3	ОПК-4	ОПК-5	ПК-1	ПК-2	ПК-3	ПК-4	ПК-5	ПК-6	ПК-7	ПК-8	ПК-9	ПК-10	ПК-11	ПК-12	
Практики	Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков									+	+	+	+	+	+								
	Производственная практика: НИР				+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в том числе технологическая практика)									+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	Преддипломная практика									+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	Государственная итоговая аттестация: защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Факультативы	Профессионально-ориентированный перевод			+	+	+								+									
	Социология и психология профессиональной деятельности		+	+		+					+												