

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. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева

И.В. Воротынцев

« 25 » мая 2022 г.

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

**по направлению подготовки  
18.04.01 Химическая технология**

(Код и наименование направления подготовки)

**Магистерская программа:  
Технология функциональных материалов электроники и фотоники**

(Наименование магистерской программы)

форма обучения:

очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация: **Магистр**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
на заседании Методической комиссии  
РХТУ им. Д.И. Менделеева

« 25 » 05 2022 г.,

Протокол № 16

Председатель

Н.А. Макаров

Москва 2022

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

**1.1 Основная профессиональная образовательная программа высшего образования – программа подготовки магистров (далее – программа магистратуры, ООП магистратуры),** реализуемая федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – магистратура по направлению подготовки **18.04.01 Химическая технология**, магистерская программа **«Технология функциональных материалов электроники и фотоники»**, представляет собой комплекс основных характеристик образования и организационно-педагогических условий, который представлен в виде учебного плана, календарного учебного графика, рабочих программ дисциплин (модулей), оценочных и методических материалов, форм аттестации.

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

- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 910 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **18.04.01 Химическая технология** (далее – ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки **18.04.01 Химическая технология**);
- Приказ Минобрнауки России от 06.04.2021 № 245 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры».
- Профессиональный стандарт 29.002 «Специалист технического обеспечения технологических процессов производства приборов квантовой электроники и фотоники», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 г. № 598н;
- Профессиональный стандарт 40.037 «Специалист по разработке технологии производства приборов квантовой электроники и фотоники», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 10.07.2014 г. № 446н;
- Профессиональный стандарт 40.039 «Специалист в области разработки полупроводниковых лазеров», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 10.07.2014 г. № 452н.

*Перечисляются все профессиональные стандарты, в соответствии с которыми разработана настоящая ООП*

– Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+%EF%F0%E8%EA%E0%E7/> (дата обращения: 30.03.2022).

– Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Министерства просвещения Российской Федерации от 05.08.2020 № 885/390 «О практической подготовке обучающихся» [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&link\\_id=0&nd=102850569&intelsearch=&firstDoc=1/](http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&link_id=0&nd=102850569&intelsearch=&firstDoc=1/) (дата обращения: 30.03.2022);

– Положение об организации и использовании электронного обучения и

дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27 марта 2020 г., протокол № 9, введенное в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27 марта 2020 г. № 29 ОД [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local/doc/pologenie\\_EOiDOT\\_2.pdf](https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local/doc/pologenie_EOiDOT_2.pdf) дата обращения: 30.03.2022);

– Положение о практической подготовке обучающихся в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 25.11.2020, протокол № 4, введено в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 26.11.2020 № 117 ОД [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local/doc/pologenie\\_prakt\\_podgotovka\\_2.pdf](https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local/doc/pologenie_prakt_podgotovka_2.pdf) дата обращения: 30.03.2022).

При освоении дисциплин и практик студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

– Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru/> (дата обращения: 30.03.2022).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 30.03.2022).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fero.i-exam.ru/> (дата обращения: 30.03.2022).

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

**Целью программы магистратуры** является создание для обучающихся условий для приобретения необходимого для осуществления профессиональной деятельности уровня знаний, умений, навыков, опыта деятельности и подготовки к защите выпускной квалификационной работы.

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

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

Срок получения образования по программе магистратуры:

в очной форме обучения, включая каникулы, предоставляемые после прохождения государственной итоговой аттестации, составляет 2 года.

Реализация программы магистратуры с применением исключительно электронного обучения, дистанционных образовательных технологий не допускается .

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

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

Структура программы магистратуры (обязательная часть; часть, формируемая участниками образовательных отношений; факультативы) – из соответствующего ФГОС.

Объем программы магистратуры, реализуемый за один учебный год, составляет не более 70 з.е. вне зависимости от формы обучения, применяемых образовательных технологий, реализации программы магистратуры с использованием сетевой формы, реализации программы магистратуры по индивидуальному учебному плану (за исключением ускоренного обучения), а при ускоренном обучении - не более 80 з.е.

Программа магистратуры состоит из следующих блоков:

- Блок 1 «Дисциплины (модули)»;
- Блок 2 «Практика»;
- Блок 3 «Государственная итоговая аттестация».

### Структура программы магистратуры

Структура программы магистратуры		Объем программы магистратуры в зачетных единицах
Блок 1	Дисциплины (модули)	не менее 51
Блок 2	Практика	не менее 25
Блок 3	Государственная итоговая аттестация	не менее 6
Объем программы магистратуры		120

В Блок 1 «Дисциплины (модули)» входят обязательные дисциплины и дисциплины, формируемые участниками образовательных отношений.

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

Типы учебной практики: ознакомительная практика; технологическая (проектно-технологическая) практика; эксплуатационная практика; научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы).

Типы производственной практики: технологическая (проектно-технологическая) практика; эксплуатационная практика; научно-исследовательская работа.

В Блок 3 «Государственная итоговая аттестация» входят:

выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

К обязательной части программы магистратуры относятся дисциплины (модули) и практики, обеспечивающие формирование общепрофессиональных компетенций, определяемых ФГОС ВО.

Дисциплины (модули) и практики, обеспечивающие формирование универсальных компетенций, определяемых ФГОС ВО, а также профессиональных компетенций, определяемых Организацией самостоятельно, могут включаться в обязательную часть программы магистратуры и (или) в часть, формируемую участниками образовательных отношений.

Объем обязательной части без учета объема государственной итоговой аттестации должен составлять не менее 20 процентов общего объема программы магистратуры.

#### 1.4 Требования к поступающему

Требования к поступающему определяются федеральным законодательством в области образования, в том числе Порядком приема на обучение по образовательным

программам высшего образования – программам магистратуры на соответствующий учебный год.

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

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

26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: производства неорганических веществ; производства продуктов основного и тонкого органического синтеза; производства продуктов переработки нефти, газа и твердого топлива; производства полимерных материалов, лаков и красок; производства энергонасыщенных материалов; производства лекарственных препаратов; производства строительных материалов, стекла, стеклокристаллических материалов, функциональной и конструкционной керамики различного назначения; производства химических источников тока; производства защитно-декоративных покрытий; производства элементов электронной аппаратуры и монокристаллов; производства композиционных материалов и нанокomпозитов, нановолокнистых, наноструктурированных и наноматериалов различной химической природы; производства редких и редкоземельных элементов);

40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).

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

- научно-исследовательский.

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

Область профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу магистратуры, включает: методы, способы и средства получения веществ и материалов с помощью физических, физико-химических и химических процессов, производство на их основе изделий различного назначения; создание, внедрение и эксплуатацию производств основных неорганических веществ, материалов и изделий электронной техники.

## **3 СТРУКТУРА ПРОГРАММЫ МАГИСТРАТУРЫ**

Содержание и организация образовательного процесса при реализации ООП высшего образования – магистратура по направлению подготовки **18.04.01. Химическая технология** регламентируется:

- учебным планом;
- календарным учебным графиком;
- рабочими программами дисциплин (модулей);
- рабочими программами практик;
- программой государственной итоговой аттестации;
- фондами оценочных средств;
- методическими указаниями по соответствующей ООП.

### **3.1 Учебный план**

Учебный план ООП магистратуры включает перечень дисциплин (модулей), практик, аттестационных испытаний промежуточной и государственной итоговой аттестации обучающихся, других видов учебной деятельности с указанием их объема в

зачетных единицах, последовательности и распределения по периодам обучения; выделяется объем контактной работы обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и самостоятельной работы обучающихся в академических (астрономических) часах. Для каждой дисциплины (модуля) и практики указывается форма промежуточной аттестации обучающихся.

Учебный план представлен в приложении.

### **3.2 Календарный учебный график**

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

Календарный учебный график представлен в приложении.

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

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

### **3.4 Рабочие программы практик**

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

При реализации ООП магистратуры предусматриваются следующие виды практик:

- –Учебная практика: научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы);
- Производственная практика: научно-исследовательская работа.

#### **3.4.1 Учебная практика: научно-исследовательская работа**

Тип практики: научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы). Задачей практики является формирование умений в постановке целей и задач научного исследования; приобретение обучающимися навыков работы с научно-технической литературой, в том числе и патентной, включая подбор, анализ и формулировку выводов, по теме исследования; получение знаний и навыков по методике постановке эксперимента в области материаловедения; формирование умений в области представления, обработки и оформления полученных в ходе эксперимента результатов.

Практика осуществляется в РХТУ им. Д.И. Менделеева и (или) на предприятиях, с которыми заключены договоры о практической подготовке.

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

Тип практики: научно-исследовательская работа.

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

Практика осуществляется в РХТУ им. Д.И. Менделеева и (или) на предприятиях, с которыми заключены договоры о практической подготовке.

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

Программа государственной итоговой аттестации является приложением к ООП магистратуры.

В государственную итоговую аттестацию входят в выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

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

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

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

ФОС сформирован на основе ключевых принципов оценивания:

- валидности: объекты оценки должны соответствовать поставленным целям обучения;
- надежности: использование единообразных стандартов и критериев для оценивания достижений;
- объективности: разные обучающиеся должны иметь равные возможности добиться успеха.

ФОС по дисциплинам, практикам, ГИА приведены в приложении.

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

## 4 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ МАГИСТРАТУРЫ

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

В результате освоения ООП магистратуры у выпускника должны быть сформированы универсальные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции. Выпускник, освоивший ООП, должен обладать следующими компетенциями.

### 4.1 Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действия.	УК-1.1 Знает методы анализа проблемных ситуаций на основе системного подхода. - УК-1.2 Умеет осуществлять поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации - УК-1.3 Умеет определять в рамках выбранного алгоритма вопросы или задачи, подлежащие дальнейшей разработке. - УК-1.4 Умеет разрабатывать стратегию достижения поставленной цели как последовательности шагов, предвидя результат каждого из них. - УК-1.5 Владеет способами решения поставленных задач, оценивания их достоинства и недостатки. -
Разработка и реализация проектов	УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1 Знает теоретические основы и понятийный аппарат управления проектами - УК-2.2 Знает основные виды и элементы проектов. - УК-2.3 Знает важнейшие принципы и методы управления проектами. - УК-2.4 Умеет использовать полученные знания для разработки и управления проектами. - УК-2.5 Умеет использовать инструменты и УК-2.6 Умеет анализировать и управлять рисками, возникающими при управлении проектами. УК-2.7 Владеет специальной терминологией управления проектами



<p>Командная работа и лидерство</p>	<p>УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели</p>	<p>УК-3.1 Знает конфликтологические аспекты управления в организации -</p> <p>УК-3.2 Знает методики изучения социально-психологических явлений в сфере управления и самоуправления личности, группы, организации. -</p> <p>УК-3.3 Умеет планировать и решать задачи личностного и профессионального развития не только своего, но и членов коллектива -</p> <p>УК-3.4 Умеет устанавливать с коллегами отношения, характеризующиеся конструктивным уровнем общения -</p> <p>УК-3.5 Умеет вырабатывать командную стратегию для достижения поставленной цели в решении профессиональных задач. -</p> <p>УК-3.6 Владеет теоретическими и практическими навыками предупреждения и разрешения внутриличностных, групповых и межкультурных конфликтов навыками установления доверительного контакта и диалога. -</p> <p>УК-3.7 Владеет способностями к конструктивному общению в команде, рефлексии своего поведения и лидерскими качествами. -</p>
<p>Коммуникация</p>	<p>УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия</p>	<p>УК-4.1 Знает на государственном и иностранном языках коммуникативно приемлемые стили делового общения -</p> <p>УК-4.2 Умеет представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных мероприятиях, включая международные.</p> <p>УК-4.3 Владеет интегративными умениями, необходимыми для написания, письменного перевода и редактирования различных текстов (рефератов, обзоров, статей и т.д.). -</p> <p>УК-4.4 Владеет интегративными умениями, необходимыми для эффективного участия в академических и профессиональных дискуссиях. -</p>
<p>Межкультурное взаимодействие</p>	<p>УК-5 Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия</p>	<p>УК-5.1 Знает аспекты проявления межкультурных конфликтов. -</p> <p>УК-5.2 Умеет адекватно объяснять особенности поведения и мотивации людей различного социального и культурного происхождения в процессе взаимодействия с ними, опираясь на</p>

		<p>знания причин появления социальных обычаев и различий в поведении людей. -</p> <p>УК-5.3 Владеет навыками создания недискриминационной среды взаимодействия при выполнении профессиональных задач. -</p>
<p>Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)</p>	<p>УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки</p>	<p>УК-6.1 Знает сущность проблем организации, и самоорганизации и развития личности, ее поведения в коллективе в условиях профессиональной деятельности; -</p> <p>УК-6.2 Знает методы самоорганизации и развития личности, выработки целеполагания и мотивационных установок, развития коммуникативных способностей и профессионального поведения в группе -</p> <p>УК-6.3 Умеет анализировать проблемные ситуации на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий, использовать методы диагностики коллектива и самодиагностики, самопознания, саморегуляции и самовоспитания; -</p> <p>УК-6.4 Владеет социально-психологическими технологиями и развития личности, выстраивания и реализации траектории саморазвития. -</p> <p>УК-6.5 Владеет способами мотивации членов коллектива к личностному и профессиональному развитию. -</p>

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

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
-------------------------------------	------------------------	--

<p>Научные исследования и разработки</p>	<p>ОПК-1. Способен организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок.</p>	<p>ОПК-1.1 Знает методологические основы научного знания;</p> <p>ОПК-1.2. Знает теоретические и эмпирические методы исследования;</p> <p>ОПК-1.3. Знает методологию диссертационного исследования и подготовки выпускной квалификационной работы;</p> <p>ОПК-1.4. Умеет использовать методы научного исследования при решении научных задач;</p> <p>ОПК-1.5 Умеет формулировать и представлять результаты научного исследования;</p> <p>ОПК-1.6 Владеет методами научного исследования;</p> <p>ОПК-1.7 Владеет приемами формулирования основных компонентов научного исследования и изложения научного труда (выпускной квалификационной работы).</p>
<p>Профессиональная методология</p>	<p>ОПК-2 Способен использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты для решения производственных и научных задач.</p>	<p>ОПК-2.1 Знает теорию физико-химических методов анализа. -</p> <p>ОПК-2.2 Знает принципы работы основных приборов в инструментальных методах химического анализа</p> <p>ОПК-2.3 Знает методы целенаправленного сбора и анализа научной литературы -</p> <p>ОПК-2.4 Умеет применять приобретенные практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных задач. -</p> <p>ОПК-2.5 Умеет анализировать научную литературу с целью выбора направления исследования по заданной теме. -</p> <p>ОПК-2.6 Владеет идеологией и системой выбора инструментальных методов химического анализа, а также оценкой возможностей каждого метода. -</p> <p>ОПК-2.7 Владеет метрологическими основами инструментальных методов анализа -</p> <p>ОПК-2.8 Владеет способами обработки полученных результатов и анализа их с учетом имеющихся литературных данных. -</p>
<p>Инженерная и технологическая подготовка</p>	<p>ОПК-3 Способен разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и</p>	<p>ОПК-3.1 Знает современные тенденции развития соответствующего направления химической промышленности. -</p> <p>ОПК-3.2 Знает технологические основы организации современных химических производств соответствующего профиля. -</p>

	<p>электроэнергии, контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку.</p>	<p>ОПК-3.3 Знает современные требования к аппаратному оформлению основных процессов соответствующего направления химической промышленности. -</p> <p>ОПК-3.4 Знает конструкцию современного технологического оборудования соответствующего профиля. -</p> <p>ОПК-3.5 Умеет составлять и анализировать современные технологические схемы основных процессов соответствующего профиля, а также их оптимизировать и наполнять передовым современным оборудованием.</p> <p>ОПК-3.6 Умеет выбирать оборудование для конкретных технологических процессов с учётом химических и физико-химических свойств перерабатываемых материалов. -</p> <p>ОПК-3.7 Умеет находить нестандартные решения задач технологического и аппаратного оформления процессов химической технологии соответствующего профиля. -</p> <p>ОПК-3.8 Умеет квалифицированно оценивать эффективность разрабатываемых и существующих химико-технологических процессов. -</p> <p>ОПК-3.9 Умеет применять в профессиональной деятельности современные технологии и оборудование. -</p> <p>ОПК-3.10 Владеет современными представлениями о передовых технологиях и оборудовании соответствующего направления химической промышленности. -</p> <p>ОПК-3.11 Владеет навыками разработки современных инновационных химико-технологических процессов соответствующего профиля. -</p>
<p>Производственная деятельность</p>	<p>ОПК-4 Способен находить оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и</p>	<p>ОПК-4.1 Знает методы оптимизации химико-технологических процессов с учетом требований качества, надежности и стоимости. -</p> <p>ОПК-4.2 Умеет применять аналитические и численные методы для решения задач создании продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты. -</p>

	экологической чистоты	<p>ОПК-4.3 Умеет оптимизировать химико-технологические процессы с использованием технологических, экономических и экологических критериев оптимальности при наличии ограничений в виде равенств. -</p> <p>ОПК-4.4 Владеет способами компьютерного моделирования и оптимизации химико-технологических процессов продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты</p>
--	-----------------------	--

### 4.3 Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
<b>Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности</b>				
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации.	Химическое, химико-технологическое производство  Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	ПК-1 Способен формулировать задачи в области химической технологии для самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы, разрабатывать планы их реализации и задания для исполнителей	ПК-1.1 Знает принципы планирования научной работы коллектива исполнителей исходя из целей, задач и ресурсов проведения НИОКР	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.  Профессиональный стандарт 29.002 «Специалист технического обеспечения технологических процессов производства приборов квантовой электроники и фотоники», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 7 сентября 2015 г. N 598н  Обобщенная трудовая функция  Ф. Координация работ по технической подготовке и сопровождению производства
			ПК-1.2 Умеет выбирать методы и средства проведения исследований и разработок	
			ПК-1.3 Владеет приемами оценки материальных, кадровых и временных ресурсов, потребных для научного исследования	

				<p>приборов квантовой электроники и фотоники на базе нанотехнологий.</p> <p>F/02.7 Разработка требований к уровню технической подготовки производства и контрольных показателей для его оценки (уровень квалификации – 7).</p>
		<p>ПК-2 Способен к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи</p>	<p>ПК-2.1 Знает алгоритм поиска, оценки и анализа научно-технической информации</p> <p>ПК-2.2 Умеет обобщать и систематизировать научно-техническую информацию -</p> <p>ПК-2.3 Владеет навыками соотнесения результатов собственной научной работы с отечественным и зарубежным опытом по тематике исследования -</p>	<p>Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.</p>
		<p>ПК-3 Способен применять современные приборы и методы исследования, планировать, организовывать и проводить</p>	<p>ПК-3.1 Знает экспериментальные методы и их приборное и аппаратное оформление для исследования веществ и материалов -</p>	<p>Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой</p>

		<p>эксперименты и испытания, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты</p>	<p>ПК-3.2 Умеет организовывать проведение экспериментов и испытаний веществ и материалов</p> <p>ПК-3.3 Владеет приемами обработки, анализа и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов</p>	<p>востребованы выпускники в рамках направления подготовки.</p> <p>Профессиональный стандарт 40.039 «Специалист в области разработки полупроводниковых лазеров», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 10.07.2014 N 452н (ред. от 12.12.2016)</p> <p>Обобщенная трудовая функция</p> <p>Разработка конструкции и технологии изготовления новой модели полупроводникового лазера (уровень квалификации – 7).</p> <p>Профессиональный стандарт 40.037 «Специалист по разработке технологии производства приборов квантовой электроники и фотоники», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 10.07.2014 N 452н (ред. от 12.12.2016)</p> <p>Профессиональный стандарт 40.039 «Специалист в области разработки полупроводниковых лазеров», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 10.07.2014 N 452н (ред. от 12.12.2016)</p>
--	--	---	---	---



				<p>Федерации от 10.07.2014 N 452н (ред. от 12.12.2016)</p> <p>Обобщенная трудовая функция</p> <p>Е. Разработка концепции технологии производства приборов квантовой электроники и фотоники на основе наноструктурных материалов (уровень квалификации – 7).</p>
		<p>ПК-4 Способен разрабатывать новые материалы и изделия электроники и наноэлектроники</p>	<p>ПК-4.1 Знает физические принципы работы материалов и изделий электроники и наноэлектроники</p> <p>ПК-4.2 Умеет подбирать материалы для создания изделий электроники и наноэлектроники с заданными функциональными свойствами -</p> <p>ПК-4.3 Владеет навыками создания материалов и изделий электроники и наноэлектроники с заданными свойствами</p>	<p>Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.</p> <p>Профессиональный стандарт 29.002 «Специалист технического обеспечения технологических процессов производства приборов квантовой электроники и фотоники», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 7 сентября 2015 г. N 598н</p> <p>Обобщенная трудовая функция</p> <p>Ф. Координация работ по технической подготовке и сопровождению производства</p>

				<p>приборов квантовой электроники и фотоники на базе нанотехнологий.</p> <p>F/02.7 Разработка требований к уровню технической подготовки производства и контрольных показателей для его оценки (уровень квалификации – 7).</p> <p>Профессиональный стандарт 40.039 «Специалист в области разработки полупроводниковых лазеров», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 10.07.2014 N 452н (ред. от 12.12.2016)</p> <p>Обобщенная трудовая функция</p> <p>А. Разработка конструкции и технологии изготовления новой модели полупроводникового лазера (уровень квалификации – 7).</p> <p>Профессиональный стандарт 40.039 «Специалист в области разработки полупроводниковых лазеров», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 10.07.2014 N 452н (ред. от 12.12.2016)</p> <p>Обобщенная трудовая функция</p>
--	--	--	--	--

				Е. Разработка концепции технологии производства приборов квантовой электроники и фотоники на основе наноструктурных материалов (уровень квалификации – 7).
		ПК-5 Способен осуществлять комплексный анализ научных основ технологии новых материалов и изделий электроники и наноэлектроники	<p>ПК-5.1 Знает современные требования к функциональным характеристиками материалов и изделий электроники и наноэлектроники</p> <p>ПК-5.2 Умеет модифицировать имеющиеся материалы для нужд создания новых изделий электроники и наноэлектроники -</p> <p>ПК-5.3 Владеет способами измерения функциональных характеристик материалов и изделий электроники и наноэлектроники</p>	<p>Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.</p> <p>Профессиональный стандарт 29.002 «Специалист технического обеспечения технологических процессов производства приборов квантовой электроники и фотоники», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 7 сентября 2015 г. N 598н</p> <p>Обобщенная трудовая функция</p> <p>Ф. Координация работ по технической подготовке и сопровождению производства приборов квантовой электроники и фотоники на базе нанотехнологий.</p> <p>Ф/02.7 Разработка требований к уровню технической подготовки производства и</p>

				<p>контрольных показателей для его оценки (уровень квалификации – 7).</p> <p>Профессиональный стандарт 40.039 «Специалист в области разработки полупроводниковых лазеров», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 10.07.2014 N 452н (ред. от 12.12.2016)</p> <p>Обобщенная трудовая функция</p> <p>А. Разработка конструкции и технологии изготовления новой модели полупроводникового лазера (уровень квалификации – 7).</p> <p>Профессиональный стандарт 40.039 «Специалист в области разработки полупроводниковых лазеров», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 10.07.2014 N 452н (ред. от 12.12.2016)</p> <p>Обобщенная трудовая функция</p> <p>Е. Разработка концепции технологии производства приборов квантовой электроники и фотоники на основе наноструктурных материалов (уровень квалификации – 7).</p>
--	--	--	--	---

## 5 АННОТАЦИИ РАБОЧИХ ПРОГРАММ ДИСЦИПЛИН, ПРАКТИК И ГИА

### 5.1 Дисциплины обязательной части

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Деловой иностранный язык»

**1. Цель дисциплины** — приобретение обучающимися общей, коммуникативной и профессиональной компетенций, уровень которых на отдельных этапах языковой подготовки позволяет использовать иностранный язык как в профессиональной деятельности в сфере делового общения, так и для целей самообразования, а также выполнять различные виды профессионально ориентированного перевода в производственной и научной деятельности.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-4.1; УК-4.2; УК-4.3; УК-4.4

*Знать:*

– основные способы сочетаемости лексических единиц и основные словообразовательные модели;

– русские эквиваленты основных слов и выражений профессиональной речи;

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

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

– приемы работы с оригинальной литературой по специальности.

*Уметь:*

– вести деловую переписку на изучаемом языке;

– работать с оригинальной литературой по специальности;

– работать со словарем;

– вести речевую деятельность применительно к сфере деловой и профессиональной коммуникации.

*Владеть:*

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

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

– основной иноязычной терминологией специальности;

– основами реферирования и аннотирования литературы по специальности.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2.4 Изучающее чтение текстов в сфере делового общения.

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

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

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

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

3.3 Ознакомительное чтение по тематике: «В банке. Финансы»; «Деловые письма»; «Устройство на работу». Формы делового письма. Понятие деловой корреспонденции. Приемы работы с Интернетом и электронной почтой в процессе делового общения.

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

### **4. Объем учебной дисциплины**

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>3,0</b>	<b>108,0</b>	<b>81,0</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,9</b>	<b>34,0</b>	<b>25,5</b>
Практические занятия (ПЗ)	0,9	34,0	25,5
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,1</b>	<b>38,0</b>	<b>28,5</b>
Контактная самостоятельная работа	1,1		<b>0,00</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		38,0	<b>28,50</b>
<b>Виды контроля:</b>			
<b>Экзамен</b>	<b>1,0</b>	<b>36,0</b>	<b>27,0</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,4	0,3
Подготовка к экзамену		35,6	26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Экзамен</b>		

### **Аннотация рабочей программы дисциплины «Управление проектами»**

**1 Цель дисциплины** – получение студентами практических навыков по запуску и управлению проектами. Данный курс координирует управление и реализацию проектов необходимого качества, в установленные сроки, в рамках принятого бюджета.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, УК-2.4, УК-2.5, УК-2.6, УК-2.7

*Знать:*

– основные понятия и методы управления проектами,

- систему оценки ресурсов, рисков, сроков проекта,
- принципы организации проектного управления

*Уметь:*

- разрабатывать и оформлять проектную документацию,
- применять методики оценки параметров управления в проектах,
- разрабатывать стратегию управления проектами

*Владеть:*

- методами и принципами управления проектами в соответствии с международными и российскими стандартами;
- методами анализа путей реализации проектов;
- методами анализа рисков в проектном управлении.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

#### **Раздел 1. Введение в управление проектами.**

Мировые стандарты управления проектами. Терминологический аппарат проектного управления. Современные системы менеджмента (ISO 9001, ISO 14001, ISO 50001). Критерии успешности проекта. Программы и портфели управления проектами. Содержание стандарта ANSIPMPMBOK GUIDE. Организационное окружение проекта. Жизненный цикл проекта. Группы процессов и области знаний PMBOK. Управление интеграцией проекта. Разработка устава проекта. Разработка плана управления проектом. Руководство и управление исполнением проекта. Мониторинг и управление работами проекта. Общее управление изменениями. Закрытие проекта.

**Раздел 2.** Области знаний управления проектами. Управление содержанием проекта. Планирование управления содержанием. План управления требованиями. Определение содержания. Создание иерархической структуры работ. Проверка содержания. Контроль содержания. Управление сроками проекта. Планирование управления расписанием. Определение состава операций. Определение последовательности операций. Оценка ресурсов операций. Оценка длительности операций. Разработка расписания. Контроль расписания. Управление стоимостью проекта. Планирование управления стоимостью. Стоимостная оценка. Разработка бюджета расходов. Контроль стоимости. Управление закупками проекта. Планирование закупок. Осуществление закупок. Контроль закупок. Закрытие закупок. Управление рисками проекта. Планирование управления рисками. Идентификация рисков. Качественный анализ рисков. Количественный анализ рисков. Планирование реагирования на риски. Мониторинг и управление рисками. Управление качеством. Планирование качества. Обеспечение качества. Контроль качества.

#### **Раздел 3. Методология управления проектами**

Подходы к организации работы команды (hadi-цикл, scrum). Руководитель проекта и лидер команды. Проектная команда. Аспекты мотивации команды. Локальная и рассредоточенная команды. Управление заинтересованными сторонами проекта. Идентификация заинтересованных сторон. Планирование управления заинтересованными сторонами проекта. Управление вовлеченностью заинтересованных сторон проекта. Контроль вовлеченности заинтересованных сторон. Управление коммуникациями проекта.

### **4 Объем учебной дисциплины**

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	0,94	<b>34</b>	<b>25,5</b>
Лекции	0,94	34	25,5
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,06</b>	<b>38</b>	<b>28,5</b>
Контактная самостоятельная работа	1,06	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		37,8	28,35
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет</b>		

## **Аннотация рабочей программы дисциплины «Социология и психология профессиональной деятельности»**

**1 Цель дисциплины** – формирование социально ответственной личности, способной осуществлять 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 и индикаторами их достижения:

*УК-3.1, УК-3.2, УК-3.3, УК-3.4, УК-3.5, УК-3.6, УК-3.7, УК-5.1, УК-5.2, УК-5.3 УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, УК-6.4, УК-6.5*

*Знать:*

- сущность проблем организации и самоорганизации личности, 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 на конструктивном уровне общения;
- вырабатывать командную стратегию для достижения поставленной цели в решении профессиональных задач.

*Владеть:*

- социально-психологическими технологиями самоорганизации и развития личности, выстраивания и реализации траектории саморазвития;
- теоретическими и практическими навыками предупреждения и разрешения внутриличностных, групповых и межкультурных конфликтов;
- способами мотивации членов коллектива к личностному и профессиональному развитию;
- способностями к конструктивному общению в команде, рефлексии своего поведения и лидерскими качествами.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

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

- 1.1 Современное общество в условиях глобализации и информатизации. Основные этапы развития психологии
- 1.2 Общее понятие о личности.
- 1.3 Социальные и психологические технологии самоорганизации и саморазвития личности.
- 1.4 Когнитивные процессы личности.
- 1.5 Функциональные состояния человека в труде. Стресс и его профилактика.
- 1.6 Психология профессиональной деятельности.

*Раздел 2. Познавательные процессы*

- 2.1 Основные этапы развития субъекта труда.
- 2.2 Трудовая мотивация и удовлетворенность трудом.
- 2.3 Целеполагание и планирование в профессиональной деятельности.
- 2.4 Профессиональная коммуникация.



- 2.5 Психология конфликта.  
 2.6 Трудовой коллектив. Психология совместного труда.  
 2.7 Психология управления.

#### 4 Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>34,0</b>	<b>25,5</b>
Лекции	0,94	16,0	12
Практические занятия (ПЗ)	0,5	18,0	13,5
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,06</b>	<b>38,0</b>	<b>28,5</b>
Контактная самостоятельная работа	1,06	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		37,8	28,35
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет</b>		

#### Аннотация рабочей программы дисциплины

##### «Инструментальные методы исследования в химической технологии»

**1 Цель дисциплины** – обучение студентов магистратуры знаниям, умениям и навыкам применения различных методов исследования материалов электроники и фотоники, а также знакомство с современным оборудованием для характеристики и контроля качества монокристаллических и нано-структурированных материалов и пленочных структур технического и ювелирного назначения.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ОПК-1.4; ОПК-1.5; ОПК-1.6; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-2.4; ОПК-2.5; ОПК-2.6; ОПК-2.7; ОПК-2.8.

*Знать:*

- теоретические основы и классификацию методов анализа, области их применения,
- устройство и функциональные возможности оборудования, используемого для анализа,
- требования, предъявляемые к объектам исследований, особенности подготовки образцов,
- ограничения, накладываемые на использование методов, точность измерения характеристик материала для каждого метода.

*Уметь:*

- выбирать методику проведения научного исследования,
- обрабатывать экспериментальные данные,
- анализировать результаты научных исследований.

*Владеть:*

- навыками использования методов анализа для решения практических научно-исследовательских задач

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

##### **Раздел 1. Масс-спектрометрический анализ.**

Общая схема метода. Виды ионизации частиц. Сравнение различных типов масс-анализаторов (магнитный, квадрупольный, время-пролетный, с ионно-циклотронным резонансом). Масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС). Блок-схема ИСП масс-спектрометра и назначение его основных систем. Пробоподготовка для ИСП-МС. Особенности количественного анализа: калибровка, внутренний стандарт, стандартная добавка, изотопное разбавление. Интерференции в ИСП-МС и способы их устранения. Возможности метода и области применения.

##### **Раздел 2.. Методы изучения структурных деталей разного масштаба.**

Электронная микроскопия. Устройство и разрешающая способность электронного микроскопа. Просвечивающая электронная микроскопия. Особенности подготовки органических и неорганических

образцов: срезы, пленки (фольги), суспензии, реплики, многослойные образцы. Способы повышения контрастности изображения. Примеры изображений. Достоинства и недостатки метода. Сканирующая (растровая) электронная микроскопия. Схема процессов, протекающих в образце при его взаимодействии с электронным пучком. Разрешающая способность микроскопа. Факторы, влияющие на вторичную эмиссию электронов. Требования, предъявляемые к образцам. Примеры изображений. Различия в формировании изображений просвечивающим и растровым микроскопом. Достоинства и недостатки метода. Преимущества растрового микроскопа по сравнению с просвечивающим. Туннельная сканирующая микроскопия. Природа туннельного эффекта. Устройство и основные характеристики туннельного микроскопа. Достоинства и недостатки метода. Примеры изображений. Атомно-силовая микроскопия. Взаимодействие атомов зонда и образца. Потенциал Леннарда-Джонса. Принцип и режимы работы атомно-силового микроскопа. Блок-схема метода. Подготовка образцов. Возможности метода. Достоинства и недостатки метода. Примеры изображений.

### **Раздел 3. Электронно-парамагнитный резонанс.**

Парамагнитные частицы. Классическая теория ЭПР. Магнитный момент частицы, причины его существования, его проекции. Энергия частицы в магнитном поле. Квантовая теория ЭПР. Эффект Зеемана. Виды спектров ЭПР. Основные параметры спектров ЭПР и информация, которую они несут. Интенсивность, форма и ширина резонансной линии. Фактор спектроскопического расщепления. Константы тонкой и сверхтонкой структуры. Примеры спектров ЭПР. Оборудование для ЭПР спектроскопии. Блок-схема радиоспектрометра. Возможности метода. Ядерный магнитный резонанс. Квантовая теория ЯМР. Частицы, применяемые в спектроскопии ЯМР. Основные параметры спектров ЯМР и информация, которую они несут. Химический сдвиг. Мультиплетность. Константа спин-спинового взаимодействия. Площадь сигнала резонанса. Примеры спектров. Подготовка образцов. Виды ЯМР-спектроскопии. Блок-схема ЯМР-спектрометра. Возможности метода.

### **Раздел 4. Колебательная спектроскопия.**

Комбинационное рассеяние света. Принципы и возможности метода, оборудование. Стоксова и анистоксова области. Квантовая и классическая трактовка комбинационного рассеяния. Характеристики линий – положение, ширина, поляризация. Трудности эксперимента, влияние люминесценции веществ. Типы колебаний – симметричное, антисимметричное и полносимметричное, валентное и деформационное. Вырожденные колебания. Полное колебательное представление. Применяемые лазеры и геометрии рассеяния. Фононы, магноны и поляритоны. Внешние и внутренние колебания, группировки в кристаллах. Бозонный пик. Исследование с помощью КРС полиморфизма, фазовых переходов, кристаллизации аморфных тел. Спектроскопия инфракрасного поглощения. Связь спектров ИК поглощения и КРС. Активные в ИК и КР линии. Подготовка образцов для КР и ИК. ИК-Фурье спектроскопия.

### **Раздел 5. Люминесцентная оптическая спектроскопия.**

Спектры люминесценции. Механизмы люминесценции. Характеристики спектров – ширина линий. Однородное и неоднородное уширение спектральных линий. Эффект Штарка. Сечение люминесценции, сечение усиления. Уравнение Фухтбауэра – Ладенбурга. Кинетика люминесценции. Представление кинетических зависимостей. Расчетное время жизни возбужденного состояния. Влияние на кинетику процессов поглощения из возбужденного состояния, ап-конверсии, кросс-релаксации, кооперативного феофиловского процесса. Селективная спектроскопия. Спектры возбуждения люминесценции. Спектры отражения. Спектры фотопроводимости. Спектрофлюориметры.

## **4 Объем учебной дисциплины**

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2</b>	<b>68</b>	<b>51</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>0,5</b>	<b>17</b>	<b>12,75</b>

Лекции	0,5	16	12
Практические занятия (ПЗ)	0,5	18	13,5
Лабораторные работы (ЛР)	1	34	25,5
в том числе в форме практической подготовки	0,5	17	12,75
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2</b>	<b>76</b>	<b>57</b>
Контактная самостоятельная работа	2	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		75,8	56,85
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Современное технологическое и аппаратурное оформление процессов химической технологии»**

**1 Цель дисциплины** – дать студентам знания об основных компонентах основных средств производства высокочистых веществ и изделий электронной компонентной базы, а также курс преследует цель дать сведения о методах проектирования чистых помещений, включая системы воздухообмена, очистки воды, подготовки жидких реактивов, холодоснабжения, энергообеспечения..

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3; ОПК-3.4; ОПК-3.5; ОПК-3.6; ОПК-3.7; ОПК-3.8; ОПК-3.9; ОПК-3.10; ОПК-3.11.

**Знать:**

- Современные тенденции развития химической промышленности.
- Технологические основы организации современных химических производств и помещений в области электроники и фотоники.
- Современные требования к аппаратурному оформлению процессов химической технологии в области производства высокочистых материалов для фотоники и электроники.
- Технологические и эксплуатационные требования к оборудованию для производства высокочистых материалов и изделий фотоники и электроники.

**Уметь:**

- Формулировать требования к технологическому и аппаратному оформлению процессов химической технологии материалов для фотоники и электроники..
- Оценивать эффективность разрабатываемых и существующих химико-технологических процессов получения материалов и изделий фотоники и электроники.
- Осуществлять выбор оборудования для технологических процессов с учетом химических и физико-химических свойств перерабатываемых материалов.
- Составлять технологические схемы и оптимизировать в соответствии с современными требованиями системы водоснабжения, хранения чистых газов, производство высокочистых веществ.

**Владеть:**

- Информацией о современных тенденциях в аппаратном оснащении современных промышленных помещений и лаборатории для изготовления различных приборов электроники и фотоники.
- Навыками разработки современных инновационных химико-технологических процессов, включая основные требования к аппаратному оформлению и поддержанию процессов химической технологии.

**3 Краткое содержание дисциплины**

**Раздел 1. Конструкции чистых помещений**

Конструкционные материалы и технологии их применения в создании чистых помещений

Технология шлюзов для чистых помещений

Технология боксов для чистых помещений

**Раздел 2. Системы воздухообеспечения в чистых помещениях**

Центральные и прецизионные кондиционеры.

Вытяжные вентиляторы и скрубберы.

Фильтровентиляционные модули.

### **Раздел 3. Системы холодоснабжения**

Чиллеры водо- и воздухоохлаждаемые.

Компрессорно-конденсаторные блоки.

Градирни сухие и мокрые.

### **Раздел 4. Системы производства и хранения чистых газов**

Электролизеры.

Генераторы.

Адсорбционные ресиверы

Осушители и фильтры.

Криогенные резервуары

Воздушные испарители, Криосепараторы

Криогенные насосы и трубопроводы

Газобаллонные шкафы, газовые панели, газораспределительные шкафы

Системы смешения газов и паров

Фильтры и фильтрующие сборки. Очистители, газопоглотители, диффузоры

Скрубберы

Трубопроводы и арматура для чистых газов

### **Раздел 5. Независимые энергетические установки**

Дизельные и газовые энергостанции

Когенерационные установки

Адсорбционные холодильные установки

Статические источники бесперебойного питания

Динамические источники бесперебойного питания

### **Раздел 6. Водоподготовка и подготовка жидких химикатов**

Станции подготовки деионизированной воды

Высокочистые клапаны, фитинги и трубопроводы для сверхчистой воды

Дозирующие насосы, фильтры, контроллеры, анализаторы для сверхчистой воды

Емкости для чистой воды и химических реактивов

Шкафы приготовления и подачи чистых химических растворов и суспензий

Шкафы сбора и удаления отработанных химических растворов

Системы контроля утечки жидких химикатов

Высокочистые клапаны, диафрагменные насосы, расходомеры, измерители давления, фитинги.

#### **4 Объем учебной дисциплины**

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>51</b>	<b>38,5</b>
Лекции	0,47	17	13
Практические занятия (ПЗ)	0,95	34	25,5
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>0,58</b>	<b>21</b>	<b>15,5</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,58	21	15,5
<b>Вид контроля:</b>			
Экзамен	1,0	36,0	27,0
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,4	0,3
Подготовка к экзамену		35,6	26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Экзамен</b>		

## Аннотация рабочей программы дисциплины «Оптимизация химико-технологических процессов»

**1 Цель дисциплины** – получение базовых знаний о методах оптимизации химико-технологических процессов и приобретение опыта их применения для решения оптимизационных задач, в частности с использованием автоматизированной системы компьютерной математики (СКМ) MATLAB, а также овладение с его помощью практикой компьютерного моделирования систем химической технологии с решением задач анализа, оптимизации и синтеза химико-технологических процессов (ХТП) и систем (ХТС).

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3; ОПК-4.4

*Знать:*

- иерархическую структуру химико-технологических процессов и методику системного анализа химических производств;
- методы компьютерного моделирования химико-технологических процессов;
- численные методы вычислительной математики для реализации на компьютерах моделей химико-технологических процессов;
- способы применения компьютерных моделей химико-технологических процессов для решения задач научных исследований, а также задач анализа и оптимизации химико-технологических систем;
- принципы применения методологии компьютерного моделирования при автоматизированном проектировании и компьютерном управлении химическими производствами.

*Уметь:*

- применять полученные знания при решении профессиональных задач компьютерного моделирования процессов в теплообменниках и химических реакторах;
- решать обратные задачи структурной и параметрической идентификации математического описания процессов химических превращений в реакторах с мешалкой и трубчатых реакторах, а также математического описания процессов теплопередачи в теплообменниках;
- решать прямые задачи компьютерного моделирования процессов в реакторах с мешалкой;
- решать прямые задачи компьютерного моделирования процессов в трубчатых реакторах;
- решать задачи оптимизации процессов химических превращений в реакторах и процессов теплопередачи в теплообменниках.

*Владеть:*

- методами применения стандартных пакетов прикладных программ, в частности пакета MATLAB, для моделирования и оптимизации процессов в теплообменниках, а также в химических реакторах идеального перемешивания и идеального вытеснения.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

#### **Раздел 1. Характеристика задач оптимизации процессов химической технологии.**

Тема 1. Иерархическая структура процессов химических производств, их математическое моделирование и оптимизация. Химико-технологические системы и их иерархическая структура. Компьютерное моделирование химических производств. Этапы математического моделирования и оптимизации. Разработка математического описания процессов и алгоритмов расчета химико-технологических процессов. Применение методологии системного анализа и CALS-технологий для решения задач моделирования и оптимизации в автоматизированных системах АИС, САПР, АСНИ, АЛИС, АСУ и АСОУП. Применение принципа «черного ящика» при математическом моделировании. Математическое описание процессов, моделирующий алгоритм и расчетный модель химико-технологического процесса. Виртуальное производство. Автоматизированные системы прикладной информатики.

Тема 2. Основные принципы оптимизации стационарных и динамических процессов химической технологии. Задачи оптимального проектирования и управления. Анализ, оптимизация и синтез химико-технологических систем. Экономические, технико-экономические и технологические критерии оптимальности химических производств. Выбор критериев оптимальности (целевых функций) и оптимизирующих переменных (ресурсов оптимизации). Численные методы одномерной и многомерной оптимизации с ограничениями I-го и II – го рода. Структура программ для решения

оптимизационных задач с применением пакета MATLAB, ввод и вывод информации, в том числе с использованием текстовых файлов.

## **Раздел 2. Оптимизация типовых химико-технологических процессов.**

Тема 3. Аналитические методы оптимизации химико-технологических процессов. Необходимые и достаточные условия экстремумов функций многих переменных. Квадратичные формы. Графическое представление экстремумов функций одной и двух переменных с применением пакета MATLAB. Определение оптимальных условий протекания обратимой химической реакции. Анализ оптимальных условий протекания простых реакций в реакторах с мешалкой и экономическим критерием оптимальности.

Тема 4. Численные методы одномерной оптимизации. Методы сканирования, локализации переменной и золотого сечения, а также с обратным переменным шагом и чисел Фибоначчи. Стандартная функция MATLAB для определения минимума функции одной переменной – fminbnd. Решение алгебраических и трансцендентных уравнений с применением стандартных функций MATLAB – roots и fzero соответственно.

Тема 5. Численные методы многомерной оптимизации. Методы нулевого, первого и второго порядка. Решение задач оптимизации процессов, решения систем нелинейных уравнений и аппроксимации данных с применением стандартной функции MATLAB fminsearch. Решение задач аппроксимаций функций многочленами произвольной степени с применением стандартной функции MATLAB – polyfit, а также решения систем линейных алгебраических уравнений методом обратной матрицы с использованием стандартной функции MATLAB – \textbackslash. Решение систем обыкновенных дифференциальных уравнений с применением стандартных функций MATLAB – ode45 (45 – номер конкретного метода) или для жестких систем - тех же функций с добавлением одного из символов t, tb или s(в зависимости от степени жесткости систем).

## **Раздел 3. Оптимизация процессов в каскаде последовательных и параллельных аппаратов химических производств.**

Тема 6. Оптимизация процессов в каскаде последовательных и параллельных аппаратов с ограничениями в виде равенств с применением метода множителей Лагранжа. Понятия условного экстремума и неопределенных множителей Лагранжа. Вывод соотношений для определения экстремума функции Лагранжа. Оптимальное распределение потока сырья между параллельно работающими аппаратами. Оптимизация последовательных многостадийных процессов методом неопределенных множителей Лагранжа.

Тема 7. Принцип динамического программирования и его графическая иллюстрация. Постановка задачи динамического программирования (ДП). Математическая формулировка принципа максимума Беллмана. Решение комбинаторной задачи о коммивояжере методом динамического программирования.

Тема 8. Оптимизация процессов в каскаде последовательных аппаратов методом динамического программирования. Вывод соотношений для решения задачи минимизации суммарного объема каскада последовательных химических реакторов, в которых протекает простейшая реакция первого порядка. Графическое решение задачи динамического программирования для каскада последовательных реакторов, в которых протекает простейшая реакция второго порядка.

## **Раздел 4. Технологическая оптимизация процессов химических производств методом нелинейного программирования.**

Тема 9. Оптимизация процессов химической технологии для действующих производств при известных значениях конструкционных параметров. Формулировка задачи нелинейного программирования (НЛП) с ограничениями I – го и II – го рода. Решение задачи НЛП с применением стандартной функции MATLAB – fmincon. Определение оптимального времени пребывания в реакторе идеального перемешивания и периодическом реакторе, в которых протекает простейшая последовательная реакция, а также оптимальной температуры - в реакторе идеального перемешивания с простейшей обратимой реакцией

Тема 10. Определение оптимальных значений конструкционных параметров при проектировании химических производств. Формулировка задачи нелинейного программирования (НЛП) с ограничениями I – го и II – го рода. Решение задачи НЛП с применением стандартной функции

MATLAB – fmincon. Решение задачи оптимального проектирования теплообменника типа «смешение-смешение» с технико-экономическим критерием оптимальности.

## Раздел 5. Экономическая оптимизация производственных процессов методом линейного программирования.

Тема 11. Оптимизация производства изделий при ограничениях на изготовление комплектующих деталей. Формулировка задачи линейного программирования (ЛП) и ее геометрическая интерпретация. Условия совместности задачи ЛП. Анализ 3-х возможных вариантов решений. Графическое решение задачи ЛП. Решение конкретной задачи ЛП с применением стандартной функции MATLAB – linprog.

Тема 12. Оптимальная организация производства продукции при ограниченных запасах сырья. Формулировка задачи линейного программирования (ЛП) и ее геометрическая интерпретация. Условия совместности задачи ЛП. Анализ 3-х возможных вариантов решений. Графическое решение задачи ЛП. Решение конкретной задачи ЛП с применением стандартной функции MATLAB – linprog.

### 4 Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>51</b>	<b>38,25</b>
Лекции	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34	25,5
Лабораторные работы (ЛР)	0,48	17	12,75
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2,58</b>	<b>93</b>	<b>69,75</b>
Контактная самостоятельная работа	2,58	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		92,6	69,45
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

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

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Дополнительные главы математики»

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

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

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.3.

Знать:

- основные приёмы и методы обработки статистической информации: расчёт выборочных характеристик случайных величин, использование статистических гипотез для переноса результатов выборочного обследования на генеральную совокупность;
- методы регрессионного и корреляционного анализа;
- основы дисперсионного анализа;
- методы анализа многомерных данных;
- базовую терминологию, относящуюся к теоретическому описанию основных перспективных направлений развития методов обработки экспериментальных данных;

Уметь:

- анализировать и критически оценивать современные научные достижения в области своих научных исследований;
  - использовать полученные знания для решения профессиональных и социальных задач.
- Владеть:**
- базовой терминологией, относящейся к статистической обработке экспериментальных данных;
  - практическими навыками обработки статистической информации с использованием информационных технологий;
  - методологией современных научных исследований, критической оценкой полученных результатов, творческим анализом возникающих новых проблем в области химии и химической технологии.

### 3. Краткое содержание дисциплины

#### Раздел 1. Основы математической статистики

Основные статистические методы анализа экспериментальных данных. Типы измерительных шкал. Применение информационных технологий для обработки результатов эксперимента. Предварительная обработка результатов эксперимента: построение эмпирической функции распределения, гистограммы, кумуляты. Получение статистических оценок распределения выборки. Свойства оценок. Точечные оценки. Интервальные оценки параметров распределения. Проверка статистических гипотез. Основные понятия. Схема проверки гипотез. Проверка гипотез о равенстве дисперсий, о равенстве математических ожиданий. Проверка гипотезы о виде закона распределения по критерию  $\chi^2$  – Пирсона. Проверка гипотез непараметрическими методами: критерий Манна-Уитни и критерий Вилкоксона. Вычисление выборочного коэффициента корреляции Пирсона. Ранговые коэффициенты корреляции Спирмена и Кендалла. Оценка значимости коэффициентов корреляции.

#### Раздел 2. Статистические методы анализа данных

Дисперсионный анализ: понятие дисперсионного анализа, основные определения. Однофакторный и двухфакторный дисперсионный анализ. Регрессионный анализ. Линейная регрессия от одного параметра. Оценка значимости коэффициентов уравнения регрессии и его адекватности. Нелинейная регрессия.

#### Раздел 3. Статистическая обработка многомерных данных

Понятие о методах анализа многомерных данных. Назначение и классификация многомерных методов. Основы корреляционного и ковариационного анализа. Многомерный регрессионный анализ. Методы снижения размерности: метод главных компонент и факторный анализ. Основные понятия и предположения факторного анализа. Общий алгоритм. Основные этапы факторного анализа. Основные методы классификации. Дискриминантный анализ. Основные понятия и предположения дискриминантного анализа. Дискриминантный анализ как метод классификации объектов. Кластерный анализ. Общая характеристика методов кластерного анализа. Меры сходства. Иерархический кластерный анализ. Метод k-средних. Критерии качества классификации. Перспективы развития статистических методов обработки экспериментальных данных.

### 4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>34</b>	<b>25,5</b>
Лекции	0,44	16	12
Практические занятия (ПЗ)	0,5	18	13,5
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,06</b>	<b>38</b>	<b>28,5</b>
Контактная самостоятельная работа	1,06	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		37,6	28,2
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		



## **Аннотация рабочей программы дисциплины «Информационные технологии в образовании»**

**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 и индикаторами их достижения:

ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3.

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

**1.1. Общие сведения, определения, понятия в области информационных технологий и информационных систем.** Рассеяние и старение информации. Специфика информации по химии и химической технологии. Информационные системы (ИС) и информационные технологии. Структура и классификация ИС. Этапы развития информационных технологий. Виды информационных технологий. Информационные ресурсы. Автоматизированные информационно-поисковые системы (АИПС). Диалоговые поисковые системы: основные функции и возможности, способы доступа. 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.

**1.2. Реферативные журналы. Описание основных существующих баз данных.** Реферативные журналы: Реферативный журнал «Химия», «Chemical Abstracts». Структура, указатели, алгоритмы различных видов 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.**

**2.1. АИПС Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ) и АИПС STN-International.** Основные Базы данных ВИНИТИ. Предметное содержание и наполнение. Структура документов в БД ВИНИТИ. Информационно-поисковый язык. Поисковая стратегия. 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.).

**2.2. Виды источников информации, индексы цитирования, классификаторы, тематический поиск.** 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, ВИНТИ, 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.**

**3.1. Обзор существующих зарубежных 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.

**3.2. Информационные возможности Science Direct и электронного издания Американского химического общества.** 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.

**3.3. Зарубежные информационные системы агрегаторы научно-технической информации.** Агрегаторы научно-технической информации Reaxys, Web of Science, Scopus, Google Academy. Индексы цитирования. Тематический поиск.

**Раздел 4. Источники патентной информации.**

**4.1. Основные понятия объектов интеллектуальной собственности.** 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.

**4.2. 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.**

**5.1. Интернет как технология.** Использование технологии вебинаров в учебном процессе. Совместная работа над документами и организации совместного онлайн пространства для научной работы. Эффект самоорганизации в глобальной компьютерной сети. Характеристика социальных сетей. Понятие о блогосфере. Использование систем контроля версий GitHub. Виды поисковых машин. Структура и принцип работы поисковых машин.

**5.2. Поисковые системы и энциклопедические порталы.** 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.

#### 4 Объем учебной дисциплины.

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,95</b>	<b>34</b>	<b>25,5</b>
Практические занятия (ПЗ)	0,95	34	25,5
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,05</b>	<b>38</b>	<b>28,5</b>
Контактная самостоятельная работа	1,05	0,2	0,15

Самостоятельное изучение разделов дисциплины		37,8	28,35
<b>Вид контроля:</b>		<b>Зачет</b>	

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Коллоидная химия композиционных материалов электроники»**

**1 Цель дисциплины** – углубление знаний о поверхностных явлениях, происходящих на границах раздела фаз при формировании композиционных материалов; формирование умений в области направленного регулирования коллоидно-химических свойств наполненных систем и формирование компетенций в области получения композиционных материалов с заданным комплексом эксплуатационных параметров. Программа включает в себя разделы, посвященные основным типам наполнителей и их коллоидно-химическим характеристикам; адсорбционному модифицированию поверхности частиц, природе сил взаимодействия между частицами наполнителя, стабилизированного поверхностно-активными веществами или высокомолекулярными соединениями, и процессам структурообразования при получении композиционных материалов и покрытий.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

*ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3.*

**Знать:**

- современные научные достижения и перспективные направления работ в области направленного регулирования коллоидно-химических свойств наполненных систем и получения композиционных материалов с заданным комплексом эксплуатационных параметров;
- основные подходы и возможности адсорбционного модифицирования поверхности наполнителя с применением поверхностно-активных веществ и высокомолекулярных соединений;
- основные направления развития расширенной теории ДЛФО и области ее применимости для оценки и прогнозирования свойств систем, содержащих дополнительные модификаторы поверхности;
- основные закономерности формирования пространственных структур в дисперсных системах.

**Уметь:**

- проводить анализ научно-технической литературы в области направленного регулирования коллоидно-химических свойств наполненных систем и получения композиционных материалов с заданным комплексом эксплуатационных параметров;
- выбирать эффективные модификаторы поверхности частиц дисперсных систем с учетом данных об их коллоидно-химических свойствах;
- определять основные характеристики пространственных структур по данным об их реологическом поведении.

**Владеть:**

- методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами для самостоятельного поиска необходимой информации о теоретических и научно-исследовательских достижениях в данной области знаний;
- методами оценки и прогнозирования поведения систем, содержащих такие дополнительные модификаторы поверхности как поверхностно-активные вещества и высокомолекулярные соединения;
- методами определения основных реологических характеристик ньютоновских и неньютоновских систем.

**3 Краткое содержание дисциплины**

**Раздел 1. Основные характеристики наполнителей композиционных материалов.** Композиционные материалы как дисперсные системы. Разновидности композиционных материалов и их классификация. Традиционные и современные экспериментальные методы оценки дисперсности, удельной поверхности и пористости используемых в промышленности наполнителей. Возможные

типы упаковок частиц в композициях. Методы расчета оптимального дисперсного состава наполнителей для обеспечения максимально плотной упаковки.

**Раздел 2. Адсорбционное модифицирование поверхности частиц наполнителей.** Адсорбционное модифицирование поверхности частиц наполнителей. Адсорбция из растворов на поверхности твердых тел, классификация типов изотерм адсорбции. Связь вида изотерм с механизмом адсорбции и строением адсорбционных слоев. Адсорбция неионогенных поверхностно-активных веществ из полярных и неполярных сред на поверхности адсорбентов различной полярности. Адсорбция ионогенных поверхностно-активных веществ из полярных и неполярных сред на поверхности адсорбентов различной полярности. Адсорбция полимеров из растворов на поверхности твердых тел. Примеры решения некоторых конкретных технологических задач. Изменение лиофильности поверхности, величины и знака поверхностного потенциала частиц наполнителя методом адсорбционного модифицирования. Управление процессами стабилизации и дестабилизации дисперсных систем.

**Раздел 3. Оценка влияния модификаторов на взаимодействие частиц (расширенная теория ДЛФО).** Теория ДЛФО как метод оценки и прогнозирования свойств поверхности при наличии дополнительных модификаторов. Адсорбционная составляющая расклинивающего давления. Влияние адсорбционных слоев из молекул ПАВ или полимеров на энергию молекулярного взаимодействия частиц. Эффекты экранирования и защиты расстоянием. Стерическая составляющая расклинивающего давления. Уравнения для расчета энергии стерического взаимодействия частиц. Варианты энергетических кривых взаимодействия частиц со слоями стабилизаторов и их анализ.

**Раздел 4. Реология дисперсных систем.** Формирование пространственных структур в дисперсных системах. Коагуляционные, атомные и фазовые контакты, условия их возникновения, прочность и обратимость разрушения. Реологическое поведение различных дисперсных систем. Зависимость вязкости ньютоновских дисперсных систем от концентрации дисперсной фазы. Влияние концентрации дисперсной фазы на процессы структурообразования и реологическое поведение неньютоновских систем. Методы изучения реологических свойств дисперсных систем.

Общее количество разделов - 4.

#### 4 Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,944</b>	<b>34</b>	<b>25,5</b>
Лекции	0,222	8	6
Практические занятия (ПЗ)	0,722	26	19,5
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,056</b>	<b>38</b>	<b>28,5</b>
Контактная самостоятельная работа	1,056	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		37,8	28,35
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачёт</b>		

#### Аннотация рабочей программы дисциплины

#### «Методы исследования и проектирования структуры и свойств поверхности материалов электроники»

**1 Цель дисциплины** – получение дополнительных знаний о подходах к исследованию свойств поверхности; получение умений в области прогнозирования свойств поверхности, и формирование компетенций в области проектирования структуры и свойств поверхности твердых тел. Программа включает в себя углубленное изучение экспериментальных и теоретических методов исследования процессов, происходящих на границах раздела фаз твердое-газ и твердое-жидкость, и методов определения свойств реальных поверхностей.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

*ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3.*

### **Знать:**

- современные научные достижения и перспективные направления работ, посвященных методам исследования и проектирования основных свойств поверхности;
- основные подходы к определению поверхностной энергии и поверхностного натяжения на различных границах раздела фаз;
- возможности и ограничения современного оборудования для экспериментального определения свойств реальных поверхностей;
- основные направления развития теории ДЛФО и области ее применимости для оценки и прогнозирования свойств поверхности.

### **Уметь:**

- проводить анализ научно-технической литературы, посвященной современным теоретическим подходам и экспериментальным методам исследования структуры и свойств поверхности;
- планировать экспериментальные работы для определения основных свойств поверхности;
- использовать современные представления теории ДЛФО для оценки и прогнозирования поведения систем, не содержащих дополнительных модификаторов поверхности.

### **Владеть:**

- методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами для самостоятельного поиска необходимой информации о теоретических и научно-исследовательских достижениях в данной области знаний;
- методами определения основных свойств поверхности с учетом возможностей современного оборудования;
- методами оценки и прогнозирования поведения систем, не содержащих дополнительных модификаторов поверхности.

## **3 Краткое содержание дисциплины**

### ***Раздел 1. Взаимосвязь технологических характеристик поверхности твердых тел с их коллоидно-химическими свойствами***

Требования, предъявляемые к твердым поверхностям материалов и изделий в различных отраслях промышленности. Взаимосвязь технологических характеристик поверхности изделий с основными коллоидно-химическими свойствами материалов: переход от свойств поверхности изделия к свойствам поверхности материала и далее к характеристикам поверхностного слоя. Поверхностные явления: адгезия, адсорбция, смачивание, электроповерхностные свойства твердых тел, и их влияние на характеристики изделия. Краткий обзор методов исследования основных коллоидно-химических свойств материалов.

### ***Раздел 2. Поверхностная энергия твердых тел***

Поверхностная энергия твердых тел. Классификация поверхностей: идеальная, атомарно-чистая, реальная. Методы получения атомарно-чистых поверхностей. Современное оборудование для получения атомарно-чистых поверхностей. Реальные поверхности. Методы оценки величины поверхностной энергии твердых тел на основе теоретических и экспериментальных данных.

### ***Раздел 3. Смачивание идеальных и реальных твердых тел жидкостями***

Смачивание идеальных и реальных твердых тел жидкостями. Методы исследования шероховатости поверхности. Влияние шероховатости поверхности на процессы смачивания. Гетерогенные поверхности, влияние природы и размеров химической неоднородности на смачивание. Особенности экспериментального определения свойств гетерогенных поверхностей. Некоторые закономерности условно-химического смачивания расплавами металлов и расплавами оксидов. Экспериментальные и теоретические методы оценки краевых углов при смачивании твердых поверхностей расплавами.

### ***Раздел 4. Теория ДЛФО как метод оценки и прогнозирования свойств поверхности***

Основные составляющие расклинивающего давления в соответствии с современными представлениями теории ДЛФО. Молекулярная составляющая расклинивающего давления.

Микроскопическая теория молекулярных сил Гамакера, макроскопическая теория Лифшица. Расчет сложной константы Гамакера, зависимость ее величины от природы дисперсной фазы и дисперсионной среды. Экспериментальные методы определения константы Гамакера. Ионно-электростатическая (электростатическая) составляющая расклинивающего давления. Уравнения для расчета энергии электростатического взаимодействия между частицами различной природы с учетом их формы. Экспериментальные методы определения величин, необходимых для расчета. Возможные способы регулирования электростатического взаимодействия частиц путем введения электролитов и изменения pH дисперсионной среды. Структурная составляющая расклинивающего давления. Структура сольватных слоев на гидрофильных и гидрофобных поверхностях. Варианты энергетических кривых взаимодействия частиц. Прогнозирование процессов, происходящих в системе, на основе анализа потенциальных кривых.

Общее количество разделов - 4.

#### 4 Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,944</b>	<b>34</b>	<b>25,5</b>
Лекции	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,944	34	25,5
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,056</b>	<b>38</b>	<b>28,5</b>
Контактная самостоятельная работа	1,056	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		37,8	28,35
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачёт</b>		

#### Аннотация рабочей программы дисциплины

##### «Методы синтеза наночастиц и нанокomпозиционных материалов»

**1 Цель дисциплины** – углубление знаний, умений, владений и формирование компетенций в области синтеза наночастиц и нанокomпозиционных материалов, используемых в электронной технике, строения нанокomпозиционных материалов, взаимосвязей «состав – структура – условия синтеза – свойства» нанокomпозиционных материалов, а также знаний, умений и владений в области современных и перспективных нанокomпозитов и направлений дальнейшего развития этой области материаловедения..

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-4.3; ПК-5.1; ПК-5.2

*Знать:*

- современные научные достижения и перспективные направления работ в области синтеза наночастиц и нанокomпозиционных материалов для электроники;
- современные кристаллохимические, термодинамические, структурные представления о строении и свойствах твердых тел как звеньях единой цепи;
- технологические процессы синтеза наночастиц и нанокomпозиционных материалов для электроники, основы проектирования и практические аспекты исследования их состава, структуры и свойств, области применения;
- основные пути создания новых методов синтеза наночастиц и нанокomпозиционных материалов для электроники.

*Уметь:*

- проводить анализ научно-технической литературы в области современных и перспективных методов синтеза наночастиц и нанокomпозиционных материалов для электроники;
- формулировать требования к материалам и определять эффективные пути создания новых

методов синтеза наночастиц и нанокomпозиционных материалов с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения;

- проводить экспериментальные исследования состава, структуры и свойств наночастиц и нанокomпозиционных материалов для электроники;
- применять теоретические знания по современным и перспективным методам синтеза наночастиц и нанокomпозиционных материалов для электроники, для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях.

*Владеть:*

- методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам синтеза наночастиц и нанокomпозиционных материалов для электроники;
- методологическими подходами, особенностями синтеза и выявления взаимосвязей состава, структуры, свойств и технологии наночастиц и нанокomпозиционных материалов для электроники, обеспечивающими обоснованное принятие решений при разработке новых материалов для различных областей применения;
- методами критического анализа и оценки современных научных достижений, генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области синтеза наночастиц и нанокomпозиционных материалов для электроники;
- способностью и готовностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области синтеза наночастиц и нанокomпозиционных материалов для электроники с учетом правил соблюдения авторских прав.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

#### **Раздел 1. Введение**

1.1. Содержание и задачи курса «Методы синтеза наночастиц и нанокomпозиционных материалов».

Рынок нанотехнологий переживает свое стремительное развитие, о чем свидетельствует рост инвестиций в отрасль, а также количества научных разработок, патентов и публикаций по данной проблематике. Ежегодно наблюдается увеличение числа компаний, представляющих нанотехнологии, а также объем коммерчески реализуемой продукции, изготовленной с применением нанотехнологий. В исследованиях, направленных на получение наноструктурированных материалов и, в частности, оптически прозрачных керамик, основное внимание уделяется получению нанопорошков, их составу, форме и размерам частиц.

Химические методы позволяют изготавливать высокодисперсные порошки, в том числе нанопорошки, стремящиеся понизить свою энергию за счет агрегации. Выбор того или иного метода получения нанопорошков или комбинация различных методов их синтеза позволяют формировать агломераты и даже отдельные частицы с заданными размерами структурой и свойствами, от которых, в конечном итоге, зависят эксплуатационные свойства готового керамического изделия.

1.2. Классификация методов получения наночастиц.

Существует классификация, основанная на природе основного процесса, в результате которого происходит синтез наноматериалов. При таком подходе методы получения наноматериалов можно разделить на механические, физические, химические и биологические.

#### **Раздел 2. Диспергационные методы получения нанопорошков.**

2.1. Механическое измельчение

Механическая энергия, передаваемая твердому телу при измельчении, в первую очередь, расходуется на изменение дисперсности системы и изменение упорядоченности структуры измельчаемого материала. Выбор характера воздействия на твердое тело (количество энергии, скорость и интенсивность ее передачи) позволяет влиять на свойства получаемого продукта.

2.2. Механохимический метод

Механохимический метод занимает промежуточное место между механическими и химическими методами. Основой механосинтеза является механическая обработка твердых смесей исходных компонентов (оксиды, гидроксиды, соли, кислоты), в результате которой происходит измельчение и пластическая деформация веществ, ускоряющие массоперенос, при этом активируется

химическое взаимодействие твердых реагентов (фактически происходит твердофазный синтез с образованием сложных оксидов)

### 2.3. Ультразвуковое диспергирование

Ультразвуковое диспергирование – тонкое размельчение твердых веществ или жидкостей, переход веществ в дисперсное состояние с образованием золя под действием ультразвуковых колебаний. Обычно термином “диспергирование” обозначается измельчение твердых тел в жидкой среде.

### 2.4. Распылительная сушка

К механическим методам получения можно также отнести распылительную сушку. При распылительной сушке происходит испарение растворителя из высушиваемого продукта. В результате получают сухой порошкообразный или гранулированный продукт.

Высушиваемый продукт с помощью форсунок или вращающихся дисков распыляется (диспергируется) в сушильную камеру. Здесь он контактирует с сушильным агентом, в роли которого может выступать горячий воздух, газы, образующиеся при сгорании топлива или перегретый пар.

## **Раздел 3. Конденсационные методы получения нанопорошков.**

Химические методы получения порошков обычно являются многостадийными, что затрудняет их классификацию. Их можно классифицировать по среде (жидкость, газ, плазма), в которой происходит основной физико-химический процесс. Наибольшее распространение в технологии функциональной керамики получили методы получения порошков в жидкой фазе, как методы несложные в аппаратном оформлении, не требующие высоких энергозатрат и обеспечивающие получение нанопорошков близких к "идеальным" в достаточном количестве для производства.

### 3.1. Испарение-конденсация.

В процессе «испарение - конденсация» жидкие или твердые вещества испаряют при контролируемой температуре в атмосфере инертного газа низкого давления с последующей конденсацией пара в охлаждающей среде или на охлаждающих устройствах.

### 3.2. Метод «горения»

Метод основан на термообработке смесей исходных компонентов, взятых в виде соединений, способных легко восстанавливаться, и «горючего», в качестве которого обычно используют такие органические соединения, которые легко окисляются с выделением большого количества тепла и не вносят загрязнений в получаемый продукт (глицин, лимонная кислота, мочевины и др). Пламя при горении является низкотемпературной плазмой. Важной особенностью метода является то, что в процессе сжигания происходит выделение большого количества газообразных продуктов, которые разрыхляют исходные компоненты, позволяя получить нанопорошки.

### 3.3. Метод самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС).

К методу горения тесно примыкает метод самораспространяющегося высокотемпературного синтеза. СВС представляет собой режим протекания сильной экзотермической реакции (реакции горения), в котором тепловыделение локализовано в слое и передается от слоя к слою путем теплопередачи.

### 3.4. Глицин-нитратный метод.

К одной из разновидностей метода горения можно отнести и глицин-нитратный метод, В этом методе для производства наночастиц оксидов ме-таллов применяют водный раствор глицина и нитрата какого-либо металла. Раствор нагревают, пока избыток воды не выкипает и оставшееся сухое вещество не воспламеняется.

### 3.5. Метод совместного осаждения.

Метод соосаждения является одним из самых широко распространенных методов получения нанопорошков. Этим методом обычно получают вещество-предшественник (прекурсор), которое после термической обработки в соответствующей газовой среде, получается в виде порошка необходимого соединения.

### 3.6. Золь-гель метод и его разновидности.

Для получения нанопорошков в настоящее время наиболее широко используют золь-гель метод. Золь-гель технология материалов, в том числе, наноматериалов, включает получение золя с последующим переводом его в гель. Гель – коллоидная система, состоящая из жидкой дисперсионной среды, заключенной в пространственную сетку, образованную соединившимися частицами



дисперсной фазы. Золь-гель метод можно применять не только для получения нанопорошков, но и пленок, волокон и монолитных изделий, когда из геля формируют заготовку, которую сушат и обжигают.

Существует множество модификаций этого метода, которые обеспечивают синтез керамических порошков, протекающий по одинаковой схеме, состоящей из трех стадий:

раствор хорошо растворимых солей исходных компонентов  $\rightarrow$  (1)  $\rightarrow$  золь  $\rightarrow$  (2)  $\rightarrow$  гель  $\rightarrow$  (3)  $\rightarrow$  оксид.

### 3.7. Метод Печини (цитратный метод)

Этот метод известен как относительно несложный, практичный и недорогой метод синтеза оксидных порошков, в котором полимерный материал, полученный из соли металлов многоосновной карбоновой кислоты и многоатомного спирта, подвергается прокаливанию. Образование полимера происходит в результате реакции этерификации между цитратным комплексом металлов и этиленгликолем.

Подробно рассматриваются варианты алкоксидного, гибридного и полимерного золь-гель метода.

## **Раздел 4. Другие современные методы получения наночастиц.**

### 4.1. Криохимический метод, метод “вымораживания”.

Метод заключается в быстром замораживании распыленных растворов солей с получением криогранул. Хорошие результаты дали опыты распыления в жидкий азот. Быстрое замораживание приводит к равномерному распределению частиц, т.е. компонентов, приближающемуся к их распределению в исходном растворе.

### 4.2. Гидротермальный метод.

Проведение процесса в сверхкритических условиях, когда исчезает граница между жидкостью и газом и теряет смысл понятие поверхностного натяжения, замедляет агрегацию и рост частиц, но не препятствует совершенствованию их кристаллической структуры.

Жидкости при повышении температуры и давления могут находиться в сверхкритических условиях, когда нет границы между жидкой и газообразной фазой. В таких условиях отсутствует основная причина агрегации – поверхностное натяжение на границе жидкость – газ. При использовании воды и водных растворов солей, кислот и оснований такие методы обычно называют гидротермальными.

### 4.3. Гетерофазный синтез в растворе.

Гетерофазный синтез в жидкой фазе основан на топохимической реакции между твердой фазой и окружающей ее жидкостью. Ультрадисперсный порошок помещают в жидкую фазу, где происходит внедрение ионов из жидкой фазы в твердую или обмен ионами между фазами.

### 4.5. Разложение элементоорганических соединений.

Методы разложения и последующий твердофазный синтез в небрикетирированном состоянии относятся к методам получения керамических порошков, где определяющими являются процессы в твердой фазе.

### 4.6. Плазмохимический метод.

Плазмохимический синтез проводится в специальных плазменных реакторах – плазмотронах. Плазма с температурой 4000 – 8000 К создается внутри реактора путем зажигания высокочастотного газового разряда или электрической дуги в Ar, N<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> и других газах. Иногда в качестве источника энергии используется лазер, теплота химической реакции и т.д.

### 4.7. Электрохимический синтез нанопорошков.

В основе метода лежат многоэлектронные процессы совместного электровыделения металлов и неметаллов из различных расплавов с последующим их взаимодействием на катоде на атомарном уровне. Использование электрического тока позволяет осуществлять процессы, которые в обычных условиях не происходят или идут очень медленно.

### 4.8. Электроэрозионный метод.

Электроэрозионный метод получения порошков осуществляется за счет электроискрового разряда в соответствующей среде и приводит к электроэрозионному диспергированию электродов. Действие плазмы дугового разряда способствует химическому взаимодействию диспергированного металла с окружающей средой. Микродуги, возникающие между электродами, погруженными в жидкость, вызывают их эрозию.

### 4.9. Ударно-волновой метод (детонационный синтез).

Это синтез в плазме, образующейся в процессе взрыва. При синтезе взрыв – сильно неравновесный процесс, – как правило, осуществляют в закрытом сосуде – бомбе. При взрыве взрывчатого вещества за время  $0,2 - 5 \cdot 10^{-6}$  с температура достигает 4000 °С, а давление в зависимости

от типа устройства ударно–волнового нагружения повышается до 50 ГПа (для плоского), до 80 ГПа (для осесимметричного) и до 1000 ГПа (для сферического).

#### 4.10. Получение наночастиц методом электровзрыва.

Если через проволоку диаметром 0,1 – 1,0 мм за  $10^{-5} \dots 10^{-7}$  с пропустить ток плотностью  $10^4 \dots 10^6$  А/мм<sup>2</sup>, то происходит взрыв и распыление проволоки в наночастицы.

#### 4.11. Метод лазерного испарения.

Метод лазерного испарения вещества, также называемый лазерной абляцией или лазерной искрой, или лазерным парофазным осаждением (ЛПА или PLD — pulsed laser deposition), основан на удалении вещества с поверхности при её лазерном облучении. Метод делится на несколько этапов: испарение материала с мишени, развитие плазменного факела из частиц облучаемого вещества, осаждение наночастиц на подложке.

#### 4.12. Метод гидролиза в пламени.

В данном варианте метода горения летучие соединения (обычно хлориды или карбонилы металлов) распыляют в кислород-водородное пламя. За счет высокотемпературного гидролиза образуются наноразмерные капли расплавленного оксида.

### Раздел 5. Особенности получения нанокomпозиционных материалов.

Нанопорошки – это, прежде всего, исходное сырье для получения консолидированных наноструктурных материалов заданной формы и с необходимыми функциональными свойствами, предназначенных для практического использования. Из полученных нанопорошков при добавлении необходимого количества и вида временной технологической связки (ВТС) получают формовочные массы, из которых формуют заготовки требуемой формы и размеров.

Условно технологию получения нанокomпозита можно представить в виде четырех процессов:

- 1). получение слабоагрегированного нанопорошка;
- 2). подготовка формовочной массы (смешивание с другими порошками и добавками (модификаторы, временные технологические связки и т.п.));
- 3). формование максимально плотной и равноплотной заготовки;
- 4). удаление временной технологической связки;
- 5). спекание заготовки;
- 6) окончательная обработка изделия.

Одной из основных проблем в производстве нанокomпозитов является склонность наночастиц к образованию агрегатов различной прочности, что осложняет получение качественного наноструктурированного продукта. Для разрушения агрегатов требуются большие механические усилия и регулирование температурно-временных режимов спекания.

В то же время, условия формования заготовок из нанопорошков в значительной мере определяет пористость и механические свойства получаемых изделий, и, следовательно, к выбору способа формования заготовок из нанопорошков нужно подходить не менее ответственно, чем к способу синтеза исходных нанопорошков.

#### 4 Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1</b>	<b>34</b>	<b>25,5</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>0,25</b>	<b>8</b>	<b>6</b>
Лекции	0,25	8	6
Практические занятия (ПЗ)	0,75	26	19,5
в том числе в форме практической подготовки	0,25	8	6
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2</b>	<b>74</b>	<b>55,5</b>
Контактная самостоятельная работа	2	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		73,6	55,2
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Обработка результатов физико-химического анализа материалов»**

**1 Цель дисциплины** – состоит в обучении студентов магистратуры знаниям, умениям и навыкам использования информации, ее обработки и интерпретации, а также практическое освоение современных методов исследований.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-2.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3.

**Знать:**

- Современные информационные базы данных, содержащих физико-химические характеристики веществ, на основе которых формируются изделия электроники.
- Возможности численного моделирования диаграмм фазовых равновесий многокомпонентных систем.
- Современные системы сканирующей электронной микроскопии, их характеристики и возможно решения тех или иных задач по анализу морфологии.
- Современные аппаратные решения для исследований структуры и фазового состава материалов методами рентгеновской дифракции
- Экспериментальные методы исследования спектрально-люминесцентных характеристик объемных, поликристаллических и тонкопленочных материалов

**Уметь:**

- Извлекать информацию о физико-химических характеристиках веществ, на основе которых формируются материалы и изделия электроники, современные баз данных отечественных и зарубежных производителей.
- Формировать пакет входных экспериментальных данных в различные системы численного моделирования для расчета многокомпонентных диаграмм фазовых равновесий.
- Подготавливать образцы для проведения электронно-микроскопического анализа и интерпретировать результаты проведенного морфологического, элементного и фазового анализов.
- Подготавливать, проводить съемку и проводить количественный анализа спектров рентгеновской дифракции порошковых кристаллических и аморфных материалов.
- Подготавливать образцы, проводить съемку и компьютерную обработку спектров фотолюминесценции, комбинационного рассеяния света, оптического поглощения в видимой и ИК области.

**Владеть:**

- Навыками работы с современными информационными ресурсами в области хранения и обработки данных по физико-химическим характеристикам веществ,
- Современными методами анализа морфологии, структуры, фазового и элементного составов материалов на основе конденсированных фаз индивидуальных веществ и химических соединений.

**3 Краткое содержание дисциплины**

**Раздел 1. Информационные системы и системы численного моделирования по фазовым равновесиям термодинамических систем.**

Современные информационные системы по физико-химическим свойствам материалов для изготовления изделий электроники и фотоники.

Современные системы численного моделирования диаграмм фазовых равновесий и их использование для выбора условий получения материалов с заданными свойствами.

**Раздел 2. Экспериментальные методы анализа структуры и состава гетерофазных пленочных структур.**

Экспериментальные методы исследования материалов электронной техники с помощью электронной микроскопии. Возможности современных сканирующих электронных микроскопов с различными системами формирования энергетических пучков. Особенности математической обработки сигналов электронных и ионных систем анализа поверхности материалов. Методы анализа фазового, структурного и элементного состава в современных системах сканирующей электронной микроскопии. Особенности применения рентгено-флуоресцентного анализа в режимах энерго-дисперсионного и волнового измерения.

Сравнительный анализ возможностей современных систем рентгеновской дифракции. Особенности программного обеспечения для обработки результатов дифрактограмм кристаллических, аморфных и наноразмерных объектов.

### **Раздел 3. Экспериментальные методы анализа микропримесного анализа материалов для фотоники и электроники.**

Экспериментальные методы исследования материалов микропримесного состава материалов для фотоники и электроники включают методы масс-спектрометрии с различными вариантами пробоподготовки. Масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой. Масс-спектрометрия с плазмой тлеющего разряда. Вторично-ионная масс-спектрометрия. Особенности пробоподготовки препаратов для проведения анализов. Обработка интерференций в масс-спектрометрических исследованиях. Работа со стандартными образцами.

### **Раздел 4. Экспериментальные методы исследования спектрально-люминесцентных характеристик материалов для фотоники и электроники.**

Экспериментальные методы исследования спектрально-люминесцентных характеристик объемных, поликристаллических и тонкопленочных материалов для фотоники и электроники. Математическая обработка спектральных и спектрально-кинетических данных. Причины уширения спектров люминесценции – однородное и неоднородное уширение. Штарковское расщепление линий. Спектры люминесценции многоцентровых материалов. Разложение спектров на элементарные компоненты. Отделение линий штарковских компонент одного центра от линий, образованных разными центрами свечения.

Кинетика затухания люминесценции, разрешенные и неразрешенные переходы. Влияние на кинетику кооперативных процессов и ион-ионного взаимодействия. Влияние на кинетику температурного, концентрационного и примесного тушения люминесценции. Расчет квантового выхода. Построение кинетических кривых и расчет времени жизни сложных, многоцентровых люминофоров.

#### **4 Объем учебной дисциплины**

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1</b>	<b>34</b>	<b>25,5</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>0,25</b>	<b>8</b>	<b>6</b>
Лекции	0,25	8	6
Практические занятия (ПЗ)	0,75	26	19,5
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>0,25</b>	<b>8</b>	<b>6</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2</b>	<b>74</b>	<b>55,5</b>
Контактная самостоятельная работа	2	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		73,6	55,2
<b>Вид контроля:</b>			
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

#### **Аннотация рабочей программы дисциплины «Основы фотоники»**

**1 Цель дисциплины** – изучение основных физических явлениях и процессов, протекающих в активных и пассивных элементах твердотельных и волоконных лазеров, волоконно-оптических, электро-оптических и нелинейно-оптических устройств. Без таких знаний невозможны сознательные и эффективные подходы к разработке и организации технологий в сфере производства материалов и изделий фотоники..

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3.

*Знать:*

– Основные фундаментальные физические явления и закономерности, лежащие в основе функционирования твердотельных и волоконных лазеров и иных важнейших, изделий и приборов квантовой электроники, волоконной и нелинейной оптики

– Основные тенденции развития и современные проблемы физики лазеров, оптической спектроскопии, волоконной и нелинейной оптики;

*Уметь:*

- Качественно провести обзор имеющихся в современной научной литературе экспериментальных и теоретических данных по различным проблемам физики лазеров, оптической спектроскопии, волоконной и нелинейной оптики;

- Выделить в большом объеме научно-технической информации важные с точки зрения области своих научных интересов моменты, не тратя время на изучение информации, второстепенной с этой точки зрения.

- грамотно поставить физический эксперимент по исследованию оптических (в том числе, нелинейно-оптических), спектрально-люминесцентных, лазерных генерационных и иных характеристик новых оптических материалов, в том числе – корректно произвести подготовку образца к тому или иному виду его исследований;

- правильно интерпретировать и анализировать результаты отдельных экспериментов такого рода, а также систематизировать и обобщать результаты серий таких экспериментов с учетом имеющихся литературных данных, в том числе - критически осмыслить обнаруженные экспериментальные зависимости и тенденции с точки зрения их статистической значимости с учетом случайных и систематических погрешностей измерений;

- подготовить научную публикацию, доклад на научном мероприятии и раздел квалификационной работы по результатам таких экспериментов.

*Владеть:*

- основной специальной русско- и англоязычной терминологией, применяемой в таких областях науки, как физическое материаловедение, волоконная и нелинейная оптика, оптическая спектроскопия, физика лазеров, физическая электроника;

- навыками поиска в библиотеках и в электронных ресурсах научно-технической литературы информации по физическому материаловедению, квантовой электронике, волоконной и нелинейной оптике, оптической спектроскопии, по соответствующим разделам общей физики, физической химии твердого состояния, физической электроники.

- навыками общения со своими будущими коллегами – представителями смежных профессий (прежде всего, физиками и техническим персоналом) с использованием хорошо известных им терминов, понятий и категорий.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

#### **Раздел 1. Введение в физику лазеров**

1.1. Основные понятия и определения в лазерной физике. Фотолюминесценция, вынужденная люминесценция, время жизни и квантовый выход, сечение люминесценции, оптическое поглощение из основного и возбужденного состояний. Когерентность. Основные типы лазеров, их преимущества и недостатки. Активная среда и рабочие частицы твердотельных лазеров, требования к ним. Виды накачки лазеров.

1.2. Конструкция и принцип работы лазера и оптического квантового усилителя. Порог генерации и пороговое условие генерации, коэффициент поглощения и коэффициент усиления активной среды, инверсная заселенность, трех- и четырехуровневая схема генерации, активные и пассивные потери. Энергетические характеристики лазеров: дифференциальный и полный КПД, максимальная мощность генерации, термомеханические и термооптические факторы, ограничивающие максимальную мощность генерации.

1.3. Пространственные характеристики лазерного излучения, диаметр и расходимость лазерного луча. Дифракционный предел, продольные и поперечные моды, Способы достижения одномодовой лазерной генерации. Получение ультра-коротких лазерных импульсов в режиме синхронизации мод и важнейшие методы достижения этого режима. Специальные требования к активной среде лазеров, работающих в режиме синхронизации мод. Дисперсия групповых скоростей и способы ее компенсации.

1.4. Временные характеристики лазерного излучения, непрерывная и импульсная генерация, полуширина импульса, скважность, частота следования импульсов. Режим свободных импульсов. Получение коротких лазерных импульсов высокой средней мощности в режиме модуляции добротности. Способы получения данного режима генерации. Активная и пассивная модуляция добротности. Обтюратор, ячейка Поккельса, акусто-оптический модулятор. Насыщающиеся поглотители.

1.5. Спектральные характеристики лазерного излучения. Спектр усиления активной среды и спектр генерации. Паразитное поглощение и поглощение из возбужденного состояния как факторы, ограничивающие диапазон генерации лазера. Способы управления частотой лазерного излучения, многочастотная генерация и ее применение. Плавное перестраиваемая по частоте лазерная генерация, способы такой перестройки, особые требования к активной среде перестраиваемых лазеров. Полуширина спектра люминесценции кристалла и диапазон перестройки генерации лазера на этом кристалле.

## **Раздел 2. Оптическая спектроскопия материалов фотоники**

2.1. Изолированные одно- и многоэлектронные атомы (ионы), квантовые числа, электронные оболочки и орбитали, спин. Основные виды взаимодействий, правила сложения орбитальных и спиновых моментов, принцип Паули и правила Хунда. Замкнутая и незамкнутая электронные оболочки, энергетические уровни, электронные термы и их обозначения, диаграмма энергетических уровней РЗ-ионов Дике.

2.2. Примесные атомы (ионы) в конденсированной среде. Запрещенная зона и локальные энергетические уровни примесных ионов. Штарковское расщепление электронных уровней примесных центров кристаллическим полем (полем лигандов) матрицы. Электронно-колебательное взаимодействие.

2.3. Оптическое поглощение. Электронные переходы и правила отбора. Электродипольные и магнитнодипольные переходы. Вероятности переходов, сечения переходов, коэффициенты ветвления. Метод Джадда-Офельта. Основные виды люминесценции. Моноэкспоненциальный и непоэкспоненциальный распад возбужденного состояния. Безызлучательная многофононная релаксация возбужденного состояния. Особенности спектральных переходов с переносом заряда и межконфигурационных переходов. Безызлучательный перенос энергии возбужденного состояния между оптическими центрами в твердых телах. Резонансный и нерезонансный, обычный и кооперативный перенос. Факторы, определяющие эффективность различных видов переноса. Микропараметр донор-акцепторного взаимодействия. Ап-конверсия и кросс-релаксация как особые виды такого переноса. Пленение возбуждений. Концентрационное тушение люминесценции.

2.4. Важнейшие редкоземельные ионы-активаторы для лазеров и люминофоров. Иттрий как лазерный активатор. Преимущества и недостатки. Штарковское расщепление основного состояния  $Yb^{3+}$  и полуширины спектральных полос как важнейшие параметры активных сред, легированных  $Yb$ . Тулий как лазерный ион. Спектральная область генерации ионов тулия и сферы применения лазеров этого диапазона. Важнейшие схемы оптической накачки кристаллов легированных тулием. Гольмий как дополнительный активатор тулиевых лазеров. Эрбий как активатор для лазеров и усилителей. Спектральные области его генерации (усиления) и значения этих областей. Важнейшие схемы оптической накачки эрбиевых лазеров и усилителей, особенности динамики заселения и разгрузки различных энергетических уровней  $Er^{3+}$ . Роль со-активаторов в оптических средах, легированных эрбием. Неодим как лазерный ион. Спектральные переходы  $Nd^{3+}$ , используемые для лазерной генерации, диапазоны и области применения этой генерации. Самарий и диспрозий как активаторы для люминофоров. Условия, необходимые для получения лазерной генерации ионов  $Dy^{3+}$  в среднем ИК-диапазоне. Реализованные каналы генерации и используемые способы накачки. Применение когерентного излучения среднего ИК-диапазона.  $Eu^{3+}$  как активатор люминофоров. Термостимулированная люминесценция, ее механизмы и сферы применения. Особенности и области применения спектральных  $4f \leftrightarrow 5d$  – переходов в ионах  $Eu^{2+}$  и  $Ce^{3+}$ . Лазерная генерация ионов  $Ce^{3+}$  на  $4f \leftrightarrow 5d$  – переходе и проблемы ее получения. Особые требования к матрицам для твердотельных лазеров ультрафиолетового диапазона.

2.5. Особенности спектрально-люминесцентных свойств 3d-ионов в конденсированных средах. Превалирующие виды взаимодействий 3d- электронной оболочки в этих ионах.  $t_{2g}$  и  $e_g$  – орбитали. Теория кристаллического поля как способ описания и прогнозирования энергий электронных уровней

3d – ионов. Диаграммы Танабе-Сугано. Электронные и электронно-колебательные переходы в ионах группы железа.

2.6. Важнейшие 3d ионы-активаторы ( $Ti^{3+}$ ,  $Cr^{3+}$ ,  $Cr^{4+}$  и  $Cr^{2+}$ ) для люминофоров, а также перестраиваемых и фемтосекундных твердотельных лазеров, их сравнительные характеристики, преимущества и недостатки. Способы накачки и диапазоны генерации этих ионов. Двухвалентный кобальт в различных структурных локализациях как вид рабочих частиц активных и пассивных элементов лазерной техники. Особенности спектрально-люминесцентных характеристик трехвалентного хрома в сильном, среднем и слабом кристаллическом поле. Стабилизация валентного состояния  $Ti^{3+}$  и  $Cr^{4+}$  ионов. Проблемы безызлучательной релаксации возбужденного состояния ионов  $Cr^{4+}$  и  $Co^{2+}$ .

### Раздел 3. Основы волоконной оптики

3.1. Особенности распространения света по волокну. Типы и конструкция оптических волокон, числовая апертура, длина волны отсечки. История развития волоконной оптики. Преимущества волоконно-оптической связи. Основные сферы применения оптических волокон. Модовая, хроматическая и волноводная дисперсии света в волокнах, основные причины затухания сигнала в волокнах и способы борьбы с ними. Сроки службы и стойкость волокон к различным воздействиям.

3.2. Важнейшие способы коммутации оптических волокон. Разъемные и неразъемные соединения волокон. Основные виды оптических соединителей и разветвителей, мультиплексоров, оптических переключателей. Оптические потери на соединениях и способы борьбы с ними.

3.3. Способы генерации и усиления оптических сигналов в волокнах. Конструкция, принцип работы, достоинства и недостатки итербиевых волоконных лазеров и эрбиевых волоконных усилителей. Важнейшие пассивные оптические элементы (брэгговские зеркала, GTW-волокна).

### Раздел 4. Нелинейно-оптические явления в фотонике

4.1. Причины возникновения и виды нелинейно-оптических явлений. Классификация и физическая сущность нелинейно-оптических явлений, когерентные, некогерентные и параметрические явления, квадратичная и кубическая нелинейность.

4.2. Эффект Поккельса и эффекты Керра. Керровская самофокусировка (саморасфокусировка), каналирование, схлопывание света в конденсированной среде. Физическая сущность и практические применения данных явлений. Прочие виды самофокусировки (саморасфокусировки) света в конденсированных средах. Самомодуляция и кросс-модуляция света в конденсированной среде.

4.3. Генерация высших гармоник лазерного излучения, суммарной и разностной частот, опыт Франкена. Параметрические генерация и усиление света. Физическая сущность и практические применения данных явлений. Ограничение на симметрию кристаллов, в которых возможны такие явления. Условие фазового синхронизма.

4.4. Многофотонные процессы. Отличия от каскадных процессов. Условие возникновения и квантово-механическое обоснование возможности протекания многофотонных процессов. Многофотонное оптическое поглощение, люминесценция, фотоионизация, оптический пробой.

4.5. Фононы, фононные моды, комбинационное рассеяние света. Вынужденное комбинационное рассеяние света, условия его возникновения. ВКР-лазеры и усилители, их конструкции и практическое применение.

4.6. Магнито-оптические явления и их применение в фотонике. Прямой и обратный эффекты Зеемана. Циркулярная поляризация света. Эффект Фарадея, его физическая сущность, конструкции и принцип работы фарадеевских изоляторов света, используемые для этого материалы.

#### 4 Объем учебной дисциплины.

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>108</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,5</b>	<b>51</b>	<b>38,25</b>
Лекции	1	34	25,5
Практические занятия (ПЗ)	0,5	17	12,75

<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,5</b>	<b>57</b>	<b>42,75</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,5	57	42,75
<b>Вид контроля:</b>			
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Экзамен</b>		

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Применение САПР для проектирования процессов технологии ВФМ»**

**1 Цель дисциплины** – получение магистрантом знаний в области применения систем автоматизированного проектирования процессов технологии с использованием вакуум-формовочных машин и ознакомление с программным продуктом, реализующим численное моделирование технологических процессов...

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-2.4.

**Знать**

о возможностях численного моделирования разнообразных процессов с помощью программы ANSYS 5.5 ED .

**Уметь**

формулировать задачи проектирования и определять граничные условия для заданной области решения.

**Владеть**

навыками использования программы ANSYS 5.5 ED.

**3 Краткое содержание дисциплины**

**Тема 1. Напряженно-деформированное состояние упругого тела.**

Статический анализ углового кронштейна. Твердотельное моделирование с применением примитивов, Булевы операции, галтели, неравномерное давление, отображение деформированного состояния и напряжений.

**Тема 2. Течение жидкости.**

Моделируется ламинарное и турбулентное течение в двумерном расширяющемся канале. Регулярное разбиение на элементы, создание новой кнопки на инструментальной панели, рестарт вычислений в FLOTTRAN.

**Тема 3. Течения вязкой несжимаемой жидкости.**

Выполняется расчет ламинарного течения вязкой несжимаемой жидкости в каверне.

**Тема 4. Смешивание трех газов.**

Задача формулируется как плоская и решается за несколько итераций. Изучаются тепломассоперенос при участии трех компонентов в задаче внутреннего течения; параметризация, управление окнами, командный ввод.

**Тема 5. Задача о контактом взаимодействии твердых тел.**

Моделируется контактное взаимодействие в подвижном штифтовом соединении. Выполняется 3-D моделирование. Формируются контактные пары.

**Тема 6. Стационарный тепловой анализ.**

Исследуется распределение температуры в пластине с двумя отверстиями. Задание теплопроводности как функции температуры, построение графиков по произвольно заданному пути, получение графика температур и теплового потока.

**Тема 7. Лучистый теплообмен.**

Выполняется расчет упрощенной модели электровакуумного прибора в защитном кожухе. Моделируется лучистый теплообмен между шарообразным нагревательным элементом и внутренней стенкой цилиндрического кожуха.

**Тема 8. Магнитный анализ соленоидного пускателя.**



При решении задачи изучаются параметрический ввод, построение геометрической и конечно-элементной модели, осевая симметрия, автоматический выбор размеров элементов, виртуальные перемещения, векторная визуализация, операции с элементной таблицей.

#### **Тема 9. Магнитное поле постоянного магнита.**

Выполняется расчет магнитного поля постоянного магнита. В поле помещена пластина из ферромагнитного материала. Определяется распределение силовых линий магнитного поля, созданного постоянным магнитом.

#### **Тема 10. Нестационарная тепловая задача.**

Решается нестационарная тепловая задача с табличным заданием граничных условий на примере пластины. Выполнено табличное задание переменных во времени граничных условий.

#### **4 Объем учебной дисциплины.**

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>34</b>	<b>25,5</b>
Лекции	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34	25,5
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,06</b>	<b>38</b>	<b>28,5</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,06	37,8	28,35
Контактная самостоятельная работа		0,2	0,15
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет</b>		

### **Аннотация рабочей программы дисциплины «Кристаллохимические особенности конструирования современных материалов фотоники, нано- и микроэлектроники»**

**1 Цель дисциплины** – обучение студентов знаниям, умениям и навыкам использования информации производства материалов и компонентов микро- и микроэлектроники, формирование и совершенствование комплексного подхода к особенностям конструирования современных материалов и устройств современных материалов и устройств фотоники, нано- и микроэлектроники.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-3.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3; ПК-5.1; ПК-5.2

*Знать:*

- основные направления в производстве современных материалов и устройств фотоники, нано- и микроэлектроники;
- теоретические основы научных направлений конструирования современных материалов и устройств фотоники, нано- и микроэлектроники;
- основные принципы методов исследования материалов фотоники, нано- и микроэлектроники;
- физическую и химическую сущность процессов и явлений, протекающих в материалах и устройствах фотоники, нано- и микроэлектроники, как при их получении так и в ходе эксплуатации.

*Уметь:*

- правильно использовать закономерности для реализации потенциальных возможностей исходных компонентов и оборудования при проектировании и создании современных материалов фотоники, нано- и микроэлектроники;
- применять знания для разработки структуры, закономерностей развития и устойчивости производства компонентов фотоники нано- и микроэлектроники;
- планировать и реализовывать исследования материалов фотоники и микроэлектроники, использовать результаты исследований в профессиональной деятельности;

- уметь использовать полученные знания для лучшего усвоения смежных дисциплин специализации на этапе обучения для выбора оптимальных технологических решений в будущей исследовательской работе.

*Владеть:*

- информацией о современных тенденциях развития систем фотоники, нано- и микроэлектроники для создания материалов и устройств с улучшенными физико-техническими характеристиками;
- навыками использования знаний о структуре и свойствах современных материалов и особенностях конструирования устройств для фотоники, микро- и наноэлектроники в будущей исследовательской работе

### **3 Краткое содержание дисциплины**

#### **Раздел 1. Основные виды и принципы формования материалов и изделий фотоники нано- и микроэлектроники**

##### **1.1. Технологии литья и пластического формования**

Основные виды и принципы формования материалов и изделий фотоники нано- и микроэлектроники. Технологии свободного литья, и литья под давлением. Пленочная технология литья. Литье из горячих термопластичных и терморезактивных шликеров. Получение материалов методом экструзии, и штамповки.

##### **1.2. Прессование.**

Основные принципы прессования, требования к исходным материалам компонентов фотоники и микроэлектроники, зерновой состав, коэффициент упаковки дополнительные характеристики порошков, приготовление формовочной массы (пресс-порошка).

Классификация и особенности применения современных видов прессования: полусухое одноосное двухстороннее прессование, горячее прессование, гидростатическое прессование, горячее изостатическое прессование, квазиизостатическое прессование искровое плазменное спекание, влияние выбора метода формования на структуру и свойства получаемого изделия.

#### **Раздел 2. Новейшие методы конструирования современных материалов и устройств фотоники, нано- и микроэлектроники**

##### **2.1. Аддитивные технологии**

Аддитивные технологии: 3D-печать или «аддитивное производство» – процесс создания цельных трехмерных объектов практически любой геометрической формы на основе цифровой модели. 3D-печать основана на концепции построения объекта последовательно наносимыми слоями, отображающими контуры модели.

Аддитивное производство (Additive Manufacturing) – это создание изделий, основанное на поэтапном добавлении материала на основу в виде плоской платформы или осевой заготовки. В самом термине «аддитивность» (от лат. additivus – прибавляемый) заложен основной принцип этого процесса. Такой способ изготовления также называют «выращиванием» из-за послойного создания изделия.

Таким образом, суть аддитивного производства – в сложении, а не вычитании. Если при традиционном производстве вначале имеется заготовка, от которой потом отсекается все лишнее, то в случае с аддитивными технологиями новое изделие создается из ничего, а точнее, из расходного материала.

##### **2.2. Экструзионная печать**

Сюда входят такие методы, как послойное наплавление (FDM) и многоструйная печать (MJM). В основе этого метода лежит выдавливание (экструзия) расходного материала с последовательным формированием готового изделия. Как правило, расходные материалы состоят из термопластиков, либо композитных материалов на их основе.

Послойное склеивание, этот подход основывается на соединении порошкового материала в единое целое. Формирование производится разными способами. Наиболее простым является склеивание, как в случае со струйной трехмерной печатью (3DP).

##### **2.3. Технологии лазерного спекания**

Технологии лазерного спекания (SLS и DMLS) и плавки (SLM), позволяющие создавать цельнометаллические детали. Как и в случае со струйной трехмерной печатью, эти устройства наносят тонкие слои порошка, но материал не склеивается, а спекается или плавится с помощью лазера. Лазерное спекание (SLS) применяется для работы как с пластиковыми, так и с металлическими порошками, хотя металлические гранулы обычно имеют более легкоплавкую оболочку, а после печати

дополнительно спекаются в специальных печах. DMLS – вариант SLS установок с более мощными лазерами, позволяющими спекать непосредственно металлические порошки без добавок.

SLM-принтеры предусматривают уже не просто спекание частиц, а их полную плавку, что позволяет создавать монолитные модели, не страдающие от относительной хрупкости, вызываемой пористостью структуры. Как правило, принтеры для работы с металлическими порошками оснащаются вакуумными рабочими камерами, либо замещают воздух инертными газами.

#### 2.4. 3D стереолитография, лазерная стереолитография и ламинирование.

Сравнительные преимущества и недостатки, принцип работы и конструкция этих 3D принтеров, получение наноструктурированных материалов для фотоники микро- и наноэлектроники с их использованием.

От других технологий трехмерной печати лазерную стереолитографию отличает использование не порошков, а фотополимеров в жидком состоянии, которые накладываются тонкими слоями. Материал затвердевает под лазерным лучом или ультрафиолетовой лампой, после чего мы получаем готовую 3D-модель. Технология заключается, таким образом, в построении твердого тела в жидкой среде.

Изготовление объектов методом ламинирования (LOM) – технология быстрого прототипирования, разработанная компанией Helisys Inc. Метод подразумевает последовательное склеивание листового материала (бумаги, пластика, металлической фольги) с формированием контура каждого слоя с помощью лазерной резки. Объекты, производимые этим методом, обычно подлежат дополнительной механической обработке после печати. Толщина наносимого слоя напрямую зависит от толщины используемого листового материала.

### **Раздел 3. Новейшие материалы для изделий современной фотоники микро- и наноэлектроники.**

#### 3.1. Прозрачные поликристаллические материалы.

Прозрачные поликристаллические материалы. Виды и история возникновения прозрачной керамики, основные факторы влияющие на прозрачность керамических материалов. Кристаллохимические особенности строения прозрачных поликристаллических материалов. Основные и перспективные способы получения прозрачной керамики. Существующие и перспективные области применения и сравнительная характеристика прозрачных керамических материалов с основными конкурирующими материалами - монокристаллами, стеклами и стеклокристаллическими материалами.

#### 3.2 Наноалмазы.

Характеристика кристаллической структуры и свойства наноалмазов (НА).

Основные способы получения наноалмазов, механизм детонационного синтеза наноалмазов и особенности промышленного получения наноалмазов.

Области применения: в настоящее время лидируют три основных направления: ~ 70% используемых НА приходится на финишное полирование, ~ 25% НА используют в гальванике и ~ 5% — в масляных композициях. В ближайшей перспективе чрезвычайно емкими областями применения НА могут стать производства полимер-алмазных композиций, катализаторов с переносом заряда и модифицированных биостойких бетонов.

Металло-алмазные упрочняющие покрытия, антифрикционные упрочняющие смазочные композиции с НА, антифрикционные композиционные материалы, зародыши для выращивания алмазных пленок: наноалмазы используют при получении искусственных CVD алмазных пленок при производстве кремниевых подложек.

Ультрадисперсный наноалмазографит - области применения, состав и структура материала, получение наноалмазографитной шихты. Способы получения наноалмазов, механизм детонационного синтеза наноалмазов и особенности промышленного получения наноалмазов.

#### 3.3. Неуглеродные нанотрубки и другие наноструктуры.

История появления и методы формирования неуглеродных нанотрубок. Основные методы синтеза и морфология наноструктурированных оксидов переходных металлов. функциональные свойства и применение неуглеродных нанотрубок

Производные фуллеренов, классификация, структурные особенности, свойства и возможное применение заполненных фуллеренов, фуллереновых аддуктов и гетерофуллеренов.

#### 3.4. Электронные чернила.

Технология и принцип работы электронных чернил, полноцветные электронные чернила, E-ink дисплеи с минимальным временем отклика. Преимущества и применение электронных чернил Сравнение с LCD и OLED дисплеями: «Плюсы и минусы» экранов E-Ink по сравнению с LCD/OLED, старение электронной бумаги.

Электронная бумага (Electronic Paper Display) и электронные чернила (Electronic Ink) – это технология по воспроизведению изображений, которая имитирует внешний вид обычных чернил для отображения информации. Первоначальные исследования электронных чернил начались в лаборатории Массачусетского технологического института (MIT Media Lab) в 1996 году. Профессор Джозеф Якобсон назвал разработанные им чернила «E Ink».

#### 4 Объем учебной дисциплины.

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,5</b>	<b>51</b>	<b>38,25</b>
Лекции	1	17	25,5
Практические занятия (ПЗ)	0,5	34	12,75
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,5</b>	<b>57</b>	<b>42,75</b>
Контактная самостоятельная работа	2	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		56,6	42,45
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

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

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Монокристаллы для фотоники и электроники»

**1 Цель дисциплины** – получение магистрантами компетенций в области технологий производства, а также основных свойств и сфер применения важнейших современных полупроводниковых, функциональных, лазерных и нелинейно-оптических монокристаллов, а также оптических волокон, применяемых или имеющих реальные перспективы применения в фотонике и электронике.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3

*Знать:*

– Важнейшие современные полупроводниковые, функциональные, лазерные и нелинейно-оптические монокристаллы, а также основные типы оптических волокон, их основные свойства, технологию производства и сферы применения;

– Основные современные проблемы материаловедения в области создания новых и совершенствования традиционных монокристаллических и волоконно-оптических материалов для квантовой электроники, волоконной и нелинейной оптики;

*Уметь:*

– грамотно поставить эксперимент по выращиванию, а также исследованию структурных, физико-химических, кристаллохимических, термомеханических и иных характеристик монокристаллических материалов, относящихся к различным классам химических веществ и соединений, в том числе – корректно произвести подготовку выращенного образца к тому или иному виду его исследований;

– правильно интерпретировать и проанализировать результаты отдельных экспериментов такого рода, а также систематизировать и обобщать результаты серий таких экспериментов с учетом имеющихся литературных данных, в том числе - критически осмыслить обнаруженные

экспериментальные зависимости и тенденции с точки зрения их статистической значимости с учетом случайных и систематических погрешностей измерений;

- - подготовить научную публикацию, доклад на научном мероприятии и раздел квалификационной работы по результатам таких экспериментов.

*Владеть:*

- основной специальной русско- и англоязычной терминологией, применяемой в таких областях науки, как физическое материаловедение, рост кристаллов, квантовая электроника, волоконная и нелинейная оптика;

- навыками поиска в библиотеках и в электронных ресурсах научно-технической литературы информации по физическому материаловедению, росту кристаллов, квантовой электронике, волоконной и нелинейной оптике, по соответствующим разделам химии, физики и физической химии твердого состояния, физической электроники. Быть способным выделить в большом объеме научно-технической информации важные с точки зрения конкретной тематики исследования моменты, не тратя время на изучение информации, второстепенной с этой точки зрения.

- навыками общения со своими будущими коллегами – представителями смежных профессий (прежде всего, физиков и технического персонала) с использованием хорошо известных им терминов, понятий и категорий.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

#### **Раздел 1. Важнейшие монокристаллы полупроводников, их свойства, методы получения и сферы применения**

1. Кремний
2. Карбид кремния
3. Алмаз
4. Арсенид галлия
5. Нитрид галлия
6. Прочие полупроводники типа АПВV
7. Селенид цинка, номинально-чистый и легированный хромом и железом
8. Прочие полупроводники типа АПВVI
9. Обзор прочих полупроводников

#### **Раздел 2. Важнейшие функциональные монокристаллы, их свойства, методы получения и сферы применения**

1. Лейкосапфир
2. Фианит и ЧСЦ

#### **Раздел 3. Важнейшие оксидные лазерные и рамановские монокристаллы, их свойства, методы получения и сферы применения**

1. Иттрий-алюминиевый гранат и иттрий-алюминиевый перовскит
2. Ванадаты
3. Сексвиоксиды
4. Кристаллы со структурой апатита
5. Разупорядоченные боросиликаты
6. Моноклинные и тетрагональные вольфраматы и молибдаты
7. Титан-сапфир
8. Оксидные кристаллы, легированные ионами хрома
9. Важнейшие кристаллы для пассивных лазерных затворов

#### **Раздел 4. Важнейшие лазерные кристаллы фторидов**

1. Общие особенности кристаллов фторидов
2. кристаллы со структурой флюорита
3. Кристаллы фторидов со структурой шеелита

4. Кристаллы со структурой кальквирита

#### Раздел 5. Пьезо- и сегнетоэлектрики, нелинейно-оптические кристаллы

1. Кварц
2. Лангаситы
3. Титанат бария
4. Ниобат лития
5. Обзор прочих ниобатов и танталатов
6. Титанил-фосфат калия
7. Водорастворимые фосфаты

#### Раздел 6. Магнитные и магнитооптические кристаллы

1. Ферриты и железо-содержащие гранаты
2. Кристаллы для фарадеевских вращателей

#### Раздел 7. Сцинтилляционные кристаллы

1. Щелочно-галлоидные кристаллы
2. Вольфрамат свинца и родственные ему кристаллы
3. Прочие сцинтилляционные кристаллы

#### Раздел 8. Волоконно-оптические материалы

1. Изготовление заготовок методами «порошок в трубе», вертикального осевого и наружного осаждения
2. Изготовление заготовок методами модифицированного химического осаждения из паровой фазы
3. Вытягивание кварцевого волокна из заготовки
4. Обзор специальных, в том числе, монокристаллических волокон

#### 4 Объем учебной дисциплины.

Вид учебной работы	Всего		Семестр					
			1 семестр		2 семестр		3 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>12</b>	<b>432</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>6</b>	<b>216</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>6</b>	<b>221</b>	<b>1.5</b>	<b>51</b>	<b>1</b>	<b>34</b>	<b>3.5</b>	<b>136</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	0,5	17	-	-	-	-	0,5	17
Лекции	2	67	0,5	17	0,5	16	1	34
Практические занятия (ПЗ)	2,5	86	1	34	0,5	18	1	34
Лабораторные работы (ЛР)	2	68	0	0	0	0	2	68
в том числе в форме практической подготовки	0,5	17	-	-	-	-	0,5	17
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>4</b>	<b>139</b>	<b>1,5</b>	<b>57</b>	<b>1</b>	<b>38</b>	<b>1,5</b>	<b>44</b>
Контактная самостоятельная работа		0,4		0,4		-		-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	<b>4</b>	138,6	1,5	56,6	1	38	1,5	44
<b>Виды контроля:</b>								
<b>Зач. с оценкой</b>			+	+				
<b>Экзамен</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	-	-	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	2	0,8	-	-	1	0,4	1	0,4
Подготовка к экзамену		71,2				-		35,6
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Зач. с оценкой</b>		<b>Экзамен</b>		<b>Экзамен</b>	

Вид учебной работы	Всего		Семестр					
			1 семестр		2 семестр		3 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	12	324	3	81	3	81	6	162
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	6	165,8	1,5	38,3	1	25,5	3,5	102
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	0,5	12,8	-	-	-	-	0,5	12,8
Лекции	2	54	0,5	13,5	0,5	13,5	1	27
Практические занятия (ПЗ)	2,5	67,5	1	27	0,5	13,5	1	27
Лабораторные работы (ЛР)	2	54	0	0	0	0	2	54
в том числе в форме практической подготовки	0,5	13,5	-	-	-	-	0,5	13,5
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>4</b>	<b>104,3</b>	<b>1,5</b>	<b>42,8</b>	<b>1</b>	<b>28,5</b>	<b>1,5</b>	<b>33</b>
Контактная самостоятельная работа		0,3		0,3			1,5	
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	<b>4</b>	104	1,5	41,5	1	28,5		33
<b>Виды контроля:</b>								
<b>Зач. с оценкой</b>			+	+				
<b>Экзамен</b>	2	54	-	-	1	27	1	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	2	0,6	-	-	1	0,3	1	0,3
Подготовка к экзамену		53,4		-		26,7		26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Зач. с оценкой</b>		<b>Экзамен</b>		<b>Экзамен</b>	

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Гетерофазные пленочные структуры»

**1 Цель дисциплины** – состоит в обучении студентов магистратуры знаниям, умениям и навыкам использования информации о методах и оборудовании для производства гетерофазных пленочных структур для приборов фотоники и электроники.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3

знать:

- Классификация методов получения пленок в технологиях гетерофазных пленочных структур для приборов электроники и фотоники.
- Основные неорганические и органические материалы и индивидуальные вещества, которые используются для получения активных и пассивных слоев современных гетерофазных структур для приборов электроники и фотоники.
- Физико-химические основы технологий гетерофазных структур на основе неорганических и органических химических соединений.
- Закономерности формирования собственных и примесных точечных дефектов в неорганических и органических материалах при получении гетерофазных структур различными методами.
- Современные технологии формирования гетерофазных структур для фотоники и электроники.
- Классификация оборудования для получения пленок в технологиях гетерофазных пленочных структур для приборов электроники.
- Основные этапы проектирования приборов электроники на основе гетерофазных пленочных структур.

- Технологические и эксплуатационные требования к оборудованию для производства гетерофазных пленочных структур.
- Факторы, определяющие технологические потери при производстве гетерофазных пленочных структур для приборов электроники и фотоники.
- Современные информационные базы данных, содержащих физико-химические характеристики веществ, на основе которых формируются гетерофазные пленочные структуры изделий электроники и фотоники.
- Современные отечественные и международные стандарты в технологиях материалов и структур электроники и фотоники.

уметь:

- Извлекать информацию о физико-химических характеристиках веществ, на основе которых формируются гетерофазные пленочные структуры изделий электроники, современные баз данных отечественных и зарубежных производителей.
- Формировать пакет входных экспериментальных данных в различные системы численного моделирования для расчета процессов синтеза многокомпонентных гетерофазных структур.
- Осуществлять выбор методов и оборудования для производства гетерофазных пленочных структур для приборов электроники и фотоники.
- Анализировать информацию и на ее основе осуществлять выбор материалов и технологий для создания гетерофазных пленочных структур для приборов фотоники и электроники различного функционального назначения.
- Ориентироваться в выборе оптимального набора методов контроля состава, морфологии и функциональных параметров гетерофазных пленочных структур, формируемых различными методами.
- Выбирать методы формирования гетерофазных многослойных пленочных структур с заданными функциональными характеристиками.
- Составлять компоненты технологической документации с учетом современных отечественных (ОСТ, ГОСТ) и зарубежных стандартов (SEMI).

владеть:

- Информацией о современных и перспективных методах получения гетерофазных пленочных структур пленок для различных приборов электроники.
- Информацией по методам контроля параметров пленочных структур
- Навыками работы с современными информационными ресурсами в области хранения и обработки данных по физико-химическим характеристикам веществ, на основе которых формируются гетерофазные пленочные структуры изделий электроники,
- Методами формирования гетерофазных пленочных структур с толщинами от единиц нанометров до сотен микрон для приборов фотоники и электроники.
- Современными способами контроля состава, морфологии и функциональных параметров гетерофазных пленочных структур, формируемых различными методами..
- Современными способами контроля функциональных характеристик отдельных слоев и многослойных гетерофазных структур для изделий фотоники и электроники.

### **3 Краткое содержание дисциплины**

#### **Раздел 1. Физико-химические основы технологии гетерофазных структур.**

Классификация методов получения гетерофазных пленочных структур на основе термодинамического анализа процессов. Характеристики методов получения гетерофазных пленочных структур при нормальных и пониженных статических давлениях. Термодинамические основы метода послойного атомного осаждения. Термодинамические особенности молекулярно-лучевого осаждения. Термодинамические особенности методов формирования структур на основе фаз высокого давления. Растворные и расплавные методы формирования гетерофазных пленочных структур для приборов фотоники и электроники различного функционального назначения.

Классификация гетерофазных структур. Понятие гетерофазной структуры. Классификация гетерофазных структур по различным признакам - размерность, слоистость, количество используемых фаз, агрегатное и структурное состояние отдельных слоев гетерофазных структур. Классификация



основных веществ, используемых при изготовлении гетерофазных пленочных структур для приборов фотоники и электроники по признакам термодинамической фазы, агрегатного состояния, химического состава. Металлы, эвтектические сплавы, бинарные и многокомпонентные химические соединения, твердые растворы и их термодинамические характеристики. Коассификация способов формирования гетерофазных структур, исходя из термодинамических характеристик, включая многослойные пленочные структуры. Прогнозирование физико-химических свойств химических соединений с использованием метода термодинамических инкрементов.

Общий подход к анализу физико-химических данных о системах, используемых при разработке технологии гетерофазных структур.

Физико-химические свойства кремния и германия. Технологии моно- поликристаллического и аморфного кремния и германия для различных типов устройств.

Фазовые равновесия в системах АЗ-В5. Характеристика физических, электрофизических, и оптоэлектрических свойств химических соединений типа АЗВ5. Технология монокристаллов, пленочных структур соединений АЗВ5 и твердых растворов на их основе.

Фазовые равновесия в системах А2-В6. Характеристика физических, электрофизических, и оптоэлектрических свойств химических соединений типа А2В6.

Материалы для высокотемпературной сверхпроводимости. Особенности фазового состава и технологии синтеза.

Характеристика физико-химических, физических и электрофизических свойств некоторых материалов, широко используемых при изготовлении пассивных элементов в технологиях гетероструктур: металлы, оксиды, нитриды.

Органические полупроводниковые материалы. Классификация по основным группам органических химических соединений. Жидкие кристаллы. Классификация, основные характеристики, методы получения.

Технология неорганических люминофоров. Классификация люминофоров по различным признакам. Основные классы химических соединений, используемых для синтеза неорганических люминофоров. Взаимосвязь между условиями синтеза и характеристиками люминофоров. Способы формирования тонкопленочных люминесцентных структур при различных способах их возбуждения. Технологии люминесцентных квантовых точек.

## **Раздел 2. Технологии гетерофазных структур с электрической системой обработкой информации.**

Полупроводниковые приборы на основе неорганических и органических материалов. Технология интегральных схем. Классификации интегральных схем (ИС) по различным признакам. Технология полупроводниковых ИС на основе Si. Технология изготовления пластин для ИС из монокристаллической булы. Физико-химические основы и техника легирования кремниевых микросхем. Фазовые равновесия и кинетика гетерофазных процессов в системе Si-O. Технология диэлектрических покрытий на основе оксидов кремния. Фотолитография. Травление. Особенности технологии ИС на основе GaAs. Основные типы структур активных элементов, используемых при создании ИС: диффузионно-планарная структура, эпитаксиально-планарная структура, Эпитаксиально-планарная структура со скрытым слоем, структура с диэлектрической изоляцией, изопланарная структура, полипланарная структура, МДП структура, Эпитаксиально-планарный транзистор с диодом Шоттки, структура с инжекционно-интегральной логикой. Технология гибридных ИС. Технология толстопленочных микросхем. Технология транзисторов на органических полупроводниках.

Технология керамических мишеней для магнетронного и электронно-лучевого распыления. Использование диаграмм Эллингема в технологии тройных соединений. Технология «мокрого» легирования порошковых препаратов. Технология высокотемпературного прессования при контролируемом химическом потенциале одного из компонентов. Технология активационного отжига по методу Ван-Доорна.

## **Раздел 3. Технологии гетерофазных структур с оптической системой обработкой информации.**

Технология приборов воспроизведения изображения. Понятие цвета, диаграмма цветности, цветовые измерения, Цветовая система МКО. Основные системы представления цвета, аналоговое и цифровое представление цвета. Технология активного жидкокристаллической дисплея с

транзисторной матрицей на основе Si. Топология активного жидкокристаллического дисплея. Фазовые равновесия в системе Si-H. Особенности получения тонких слоев аморфного нефоточувствительного кремния. Формирование транзисторной матрицы. Моделирование и особенности технологии тонкопленочных неорганических светофильтров. Особенности фотолитография прозрачных проводящих покрытий In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SnO<sub>2</sub>. Технология электронно-лучевых трубок. Технология вакуумного флуоресцентного дисплея. Технология плазменной панели. Технология электросмачивающего дисплея.

Технология видеоконв для передачи цветного телевизионного изображения. Технология матричных приборов с зарядовой связью (CCD матрицы): топология, принцип действия, основные характеристики. Технология фоточувствительных структур на основе матрицы КМОП транзисторов: топология, принцип действия, сравнительные характеристики. Пространственно-временные модуляторы света. Назначение и принцип действия основных типов ПВМС. Технология материалов для изготовления активной структуры ПВМС. Технология пространственно-временного преобразователя света (для видимого диапазона) на основе поликристаллического сульфида кадмия. Технология электростатического проекционного дисплея на основе деформируемых микрозеркальных устройств.

Органическая электролюминесценция. Особенности механизмов люминесценции ОСИД. Теоретическая модель органических светоизлучающих диодов. Методика подбора материалов для создания гетерофазной ОСИД. Технология органического электролюминесцирующего дисплея. Технология полимерного электролюминесцирующего дисплея.

#### **Раздел 4. Технологии гетерофазных структур с магнитной системой обработкой информации.**

Классификация основных магнитных и магнитооптических материалов. Магнитная микроэлектроника и магнитооптика. Основные характеристики магнитооптических материалов. Технологии вертикальной магнитной записи.

#### **Раздел 5. Информационные системы и системы численного моделирования для технологий гетерофазных структур.**

Современные информационные системы по физико-химическим свойствам материалов для изготовления гетерофазных структур различного функционального назначения.

Современные информационные системы проектирования гетерофазных структур (SIM OLED, CRYST MAX...)

Современные системы численного моделирования диаграмм фазовых равновесий и их использование для выбора условий получения гетерофазных тонкопленочных структур различного функционального назначения.

Современные системы численного моделирования тепло-массопереноса в технологиях гетерофазных структур различного функционального назначения.

#### **Раздел 6. Современные методы контроля состава, морфологии и функциональных параметров гетерофазных пленочных структур для фотоники и электроники.**

Экспериментальные методы исследования материалов электроники и фотоники и гетерофазных структур на их основе с помощью электронной микроскопии. Возможности современных сканирующих электронных микроскопов с различными системами формирования энергетических пучков. Особенности математической обработки сигналов электронных и ионных систем анализа поверхности материалов. Методы анализа фазового, структурного и элементного состава в современных системах сканирующей электронной микроскопии. Особенности применения рентгено-флуоресцентного анализа в режимах энерго-дисперсионного и волнового измерения.

Сравнительный анализ возможностей современных систем рентгеновской дифракции. Особенности программного обеспечения для обработки результатов дифрактограмм кристаллических, аморфных и наноразмерных объектов.

Экспериментальные методы исследования материалов микропримесного состава материалов для фотоники и электроники включают методы масс-спектрометрии с различными вариантами пробоподготовки. Масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой. Масс-спектрометрия с плазмой тлеющего разряда. Вторично-ионная масс-спектрометрия. Особенности пробоподготовки препаратов для проведения анализов. Обработка интерференций в масс-спектрометрических исследованиях. Работа со стандартными образцами.

Экспериментальные методы исследования спектрально-люминесцентных характеристик объемных, поликристаллических и тонкопленочных материалов для фотоники и электроники. Математическая обработка спектральных и спектрально-кинетических данных. Причины уширения спектров люминесценции – однородное и неоднородное уширение. Штарковское расщепление линий. Спектры люминесценции многоцентровых материалов. Разложение спектров на элементарные компоненты. Отделение линий штарковских компонент одного центра от линий, образованных разными центрами свечения.

Кинетика затухания люминесценции, разрешенные и неразрешенные переходы. Влияние на кинетику кооперативных процессов и ион-ионного взаимодействия. Влияние на кинетику температурного, концентрационного и примесного тушения люминесценции. Расчет квантового выхода. Построение кинетических кривых и расчет времени жизни сложных, многоцентровых люминофоров.

Теоретические основы оптических методов измерения толщин тонких пленок в динамическом режиме. Лазерная интерферометрия Лазерная эллипсометрия. Фотометрия. Метод светового сечения. Пьезотензиметрический метод определения массы растущей пленки. Методы определения толщин проводящих (металлических) пленок. интерферометрия, рефлектометрия, эллипсометрия и спектрофотометрия.

Особенности рентгенофлуоресцентного метода анализа состава для определения составов однослойных и двухслойных многокомпонентных пленок на примере системы Fe-Ni-Mo/Cr.

Особенности применения методов емкостной спектроскопии для проведения онлайн измерений функциональных характеристик отдельных слоев и многослойных гетерофазных структур для изделий фотоники и электроники. Лазерно-индуцированные методы измерения люминесцентных и оптических характеристик отдельных слоев и многослойных гетерофазных структур для изделий фотоники и электроники.

#### 4 Объем учебной дисциплины.

Вид учебной работы	Всего		Семестр					
			1 семестр		2 семестр		3 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>12</b>	<b>432</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>6</b>	<b>216</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>6</b>	<b>221</b>	<b>1.5</b>	<b>51</b>	<b>1</b>	<b>34</b>	<b>3.5</b>	<b>136</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	0,5	17	-	-	-	-	0,5	17
Лекции	2	67	0,5	17	0,5	16	1	34
Практические занятия (ПЗ)	2,5	86	1	34	0,5	18	1	34
Лабораторные работы (ЛР)	2	68	0	0	0	0	2	68
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	0,5	17	-	-	-	-	0,5	17
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>4</b>	<b>139</b>	<b>1,5</b>	<b>57</b>	<b>1</b>	<b>38</b>	<b>1,5</b>	<b>44</b>
Контактная самостоятельная работа	4	0,4	1,5	0,4	1	-	1,5	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		138,6		56,6		38		44
<b>Виды контроля:</b>								
<b>Зач. с оценкой</b>			+	+				
<b>Экзамен</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	-	-	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	2	0,8	-	-	1	0,4	1	0,4
Подготовка к экзамену		71,2				-		35,6
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Зач. с оценкой</b>		<b>Экзамен</b>		<b>Экзамен</b>	

Вид учебной работы	Всего	Семестр
--------------------	-------	---------

			1 семестр		2 семестр		3 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	12	324	3	81	3	81	6	162
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	6	165,8	1.5	38,3	1	25,5	3.5	102
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	0,5	12,8	-	-	-	-	0.5	12,8
Лекции	2	54	0.5	13,5	0.5	13,5	1	27
Практические занятия (ПЗ)	2.5	67,5	1	27	0.5	13,5	1	27
Лабораторные работы (ЛР)	2	54	0	0	0	0	2	54
в том числе в форме практической подготовки	0,5	13,5	-	-	-	-	0,5	13,5
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>4</b>	<b>104,3</b>	<b>1,5</b>	<b>42,8</b>	<b>1</b>	<b>28,5</b>	<b>1,5</b>	<b>33</b>
Контактная самостоятельная работа		0,3		0,3			1,5	
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	4	104	1,5	41,5	1	28,5		33
<b>Виды контроля:</b>								
<b>Зач. с оценкой</b>			+	+				
<b>Экзамен</b>	2	54	-	-	1	27	1	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	2	0,6	-	-	1	0,3	1	0,3
Подготовка к экзамену		53,4				-		26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Зач. с оценкой</b>		<b>Экзамен</b>		<b>Экзамен</b>	

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Диагностика и классификация технических и ювелирных монокристаллов  
(геммология)»**

**1 Цель дисциплины** – обучение студентов магистратуры основным знаниям, умениям, навыкам в диагностике и классификации ювелирных камней, материалов с позиции физхимии твердого тела и геммологии. В разделах дисциплины раскрываются основные понятия геммологи как науки о ювелирных камнях, даны различные типы классификаций (геммологическая, промышленная, технологическая и др.), приведены основные методы диагностики и изучения природных монокристаллов, дано детальное описание природных монокристаллов в соответствии с современной систематикой..

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3

**Знать:**

- современные методы исследования и диагностики ювелирных камней.
- общие принципы классификации природных, драгоценных монокристаллических камней и знать их группы
- диагностические признаки и критерии природных и искусственных ювелирных монокристаллов и материалов.

**Уметь:**

- пользоваться геммологическими приборами и определять свойства ювелирных камней.
- определять качественные характеристики природных и искусственных монокристаллов визуально и методами детальных исследований.

**Владеть:**

- навыками определения физических и химических свойств природных и искусственных ювелирных монокристаллов на макро- и микроуровне.

### 3 Краткое содержание дисциплины

#### Раздел 1. Введение в геммологию.

- 1.1. Введение. Природные драгоценные монокристаллы как объект исследования геммологии. Цели и задачи, объекты и методы исследований (визуальные, инструментальные), приборы, аппаратура.
- 1.2. Принципы классификации природных драгоценных монокристаллов, современные классификации. Понятие «драгоценный камень» в различных аспектах. Правила СІВJО (Международная конференция по ювелирным камням, изделиям из серебра, алмазам и жемчугу). Отношение России к СІВJО.
- 1.3. Физико-химические свойства природных драгоценных монокристаллов (цвет, блеск, твердость, плотность, оптические свойства, абсорбция, особенности), визуальные и инструментальные методы диагностики. Приборы, аппаратура (микроскоп, иммерсионскоп, полярископ, рефрактометр, спектроскоп, дихроскоп, УФ-лампа). Центры окраски, спектрофотометрия и оценка цвета по системе GIA.

#### Раздел 2. Природные ювелирные монокристаллы .

- 2.1. Природные ювелирные камни (геммологическая характеристика, методы идентификации, месторождения): алмаз, прозрачные (ограночные) ювелирные камни (гр. корунда, гр. берилла, хризоберилл, шпинель, гр. граната, гр. кварца и др.); непрозрачные (ювелирно-поделочные) камни: благородный опал, бирюза, нефрит, жадеит, хризопраз, лазурит и др.
- 2.2. Органогенные ювелирные материалы (жемчуг, перламутр, янтарь, коралл и др.); геммологическая характеристика, методы диагностики.

#### Раздел 3. Модифицированные природные монокристаллы.

- 3.1. Облагораживания природных драгоценных монокристаллов. Методы модифицирования и диагностические признаки облагораживания, способы распознавания облагороженных камней.

#### Раздел 4. Искусственные аналоги природных монокристаллов и их имитации.

- 4.1. Промышленный рост искусственных аналогов природных монокристаллов, требования к выпускаемой продукции. Историческая справка о развитии промышленного синтеза и роста драгоценных камней, основные методы роста. Области применения искусственных аналогов природных камней, их достоинства и преимущества перед природными камнями.
- 4.2. Наиболее широко распространенные искусственные ювелирные камни, их геммологическая характеристика, методы идентификации, ключевые диагностические признаки отличия искусственных ювелирных камней от природных. Фирмы-поставщики.
- 4.3. Имитации. Виды имитаций (из природных, искусственных материалов, составные камни); способы и методы распознавания имитаций.

#### 4 Объем учебной дисциплины.

Вид учебной работы	Всего		Семестр					
			1 семестр		2 семестр		3 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	12	432	3	108	3	108	6	216
Контактная работа – аудиторные занятия:	6	221	1.5	51	1	34	3.5	136
в том числе в форме практической подготовки	0,5	17	-	-	-	-	0.5	17
Лекции	2	67	0.5	17	0.5	16	1	34
Практические занятия (ПЗ)	2.5	86	1	34	0.5	18	1	34
Лабораторные работы (ЛР)	2	68	0	0	0	0	2	68

в том числе в форме практической подготовки	0,5	17	-	-	-	-	0,5	17
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>4</b>	<b>139</b>	<b>1,5</b>	<b>57</b>	<b>1</b>	<b>38</b>	<b>1,5</b>	<b>44</b>
Контактная самостоятельная работа	4	0,4	1,5	0,4	1	-	1,5	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		138,6		56,6		38		44
<b>Виды контроля:</b>								
<b>Зач. с оценкой</b>			+	+				
<b>Экзамен</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	2	0,8	-	-	1	0,4	1	0,4
Подготовка к экзамену		71,2				-		35,6
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Зач. с оценкой</b>		<b>Экзамен</b>		<b>Экзамен</b>	

Вид учебной работы	Всего		Семестр					
			1 семестр		2 семестр		3 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	12	324	3	81	3	81	6	162
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	6	165,8	1,5	38,3	1	25,5	3,5	102
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	0,5	12,8	-	-	-	-	0,5	12,8
Лекции	2	54	0,5	13,5	0,5	13,5	1	27
Практические занятия (ПЗ)	2,5	67,5	1	27	0,5	13,5	1	27
Лабораторные работы (ЛР)	2	54	0	0	0	0	2	54
в том числе в форме практической подготовки	0,5	13,5	-	-	-	-	0,5	13,5
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>4</b>	<b>104,3</b>	<b>1,5</b>	<b>42,8</b>	<b>1</b>	<b>28,5</b>	<b>1,5</b>	<b>33</b>
Контактная самостоятельная работа	4	0,3	1,5	0,3	1		1,5	
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		104		41,5		28,5		33
<b>Виды контроля:</b>								
<b>Зач. с оценкой</b>			+	+				
<b>Экзамен</b>	<b>2</b>	<b>54</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1</b>	<b>27</b>	<b>1</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	2	0,6	-	-	1	0,3	1	0,3
Подготовка к экзамену		53,4				-		26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Зач. с оценкой</b>		<b>Экзамен</b>		<b>Экзамен</b>	

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Современные методы и оборудование для производства монокристаллов для фотоники и электроники»**

**1 Цель дисциплины** состоит в углублении студентами магистратуры знаний, умений, владений и формировании компетенций в области проектирования и применения оборудования для выращивания и обработки монокристаллов в качестве основы технологий электроники, вакуумной и газовой техники.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3

**знать:**

- методы оценки уровня техники и совершенства установок для выращивания монокристаллов;
- классификацию, устройство и технические характеристики контейнеров для выращивания монокристаллов различными методами;
- виды контейнерных материалов для выращивания монокристаллов, их свойства и характеристики;
- классификацию, устройство, характеристики и методы расчета нагревателей для процессов роста кристаллов;
- виды материалов нагревателей для выращивания монокристаллов, их свойства и характеристики;
- виды датчиков процессов роста монокристаллов, их устройства, принцип работы и характеристики;
- виды дозаторов кристаллизуемого вещества, их устройство, принцип действия и характеристики;
- принципы герметизации рабочих объемов установок для выращивания монокристаллов, виды уплотнений, их устройство и характеристики;
- виды, устройство и характеристики системы питания нагревателей, вакуумно-газовой системы, системы охлаждения, климатической системы, электрической системы и системы управления;
- методы обработки монокристаллов и виды оборудования, применяемого для этих процессов;

**уметь:**

- осуществлять выбор конкретных видов оборудования для выращивания монокристаллов;
- осуществлять выбор конкретного оборудования для механической обработки монокристаллов;
- разрабатывать технические задания на проектирование оборудования для выращивания монокристаллов с повышенным уровнем техники и совершенства;
- разрабатывать технические задания на проектирование оборудования для механической обработки монокристаллов с повышенным уровнем техники и совершенства;
- осуществлять конструкторские расчеты характеристик нагревателей сопротивления, индукционных и газопламенных нагревателей;

**владеть:**

- практическими навыками по сборке и наладке тепловых узлов установок для выращивания монокристаллов;
- практическими навыками диагностики работы системы питания нагревателей вакуумно-газовой системы, системы охлаждения и кинематической системы;

### **3 Краткое содержание дисциплины**

#### **Раздел 1. Уровень техники и совершенство установок для выращивания монокристаллов.**

##### **Состав и структура исполнительной системы.**

Понятие «уровня техники». Оценка и измерение уровня техники установок для выращивания монокристаллов. Семь систем установок для выращивания монокристаллов и связи между ними. Примеры матриц связи систем установок для выращивания монокристаллов методом Вернейля, методом Чохральского и Киропулуса.

Понятие «совершенства установки». Оценка и измерение совершенства установки путем определения ее надежности. Вывод выражения определяющего зависимость вероятности сохранения работоспособности установки от средней вероятности сохранения работоспособности ее деталей, узлов и блоков, числа деталей, узлов и блоков и продолжительности одного рабочего цикла технологической эксплуатации установки. Пути повышения совершенства установок для выращивания монокристаллов.

Состав и структура исполнительной системы установок для выращивания монокристаллов. Общие технические требования, предъявляемые к исполнительной системе.

Классификация контейнеров; общие принципы их конструирования.

Контейнеры для кристаллизации из расплавов. Конструкции контейнеров; тигли, ампулы и лодочки. Методы очистки контейнеров. Извлечение монокристаллов из контейнеров. Необходимость конуса разрачивания в контейнерах для выращивания монокристаллов методом Бриджмена. Конструкция посадочного места затравочного кристалла в контейнерах для выращивания монокристаллов методом Бриджмена. Конструкция ампул для выращивания монокристаллов методом Бриджмена с использованием метода геометрического отбора для выращивания кристаллов без затравки.

Контейнеры для выращивания монокристаллов из растворов в расплаве. Конструкции контейнеров для выращивания монокристаллов методом понижения температуры. Конструкции контейнеров для выращивания монокристаллов методом испарения растворителя. Конструкции контейнеров для выращивания монокристаллов методом температурного перепада. Проблемы герметизации контейнеров для выращивания монокристаллов из растворов в расплаве.

Контейнеры для выращивания монокристаллов гидротермальным методом. Конструкции контейнеров. Общие принципы герметизации контейнеров. Ножевые уплотнения. Самоуплотняющиеся затворы. Многоразовые и одноразовые уплотнения. Применение эластомеров для герметизации контейнеров.

Контейнеры для выращивания монокристаллов в низкотемпературных растворах. Конструкции контейнеров. Техническое требование наблюдаемости процесса роста – важнейший принцип конструирования контейнеров. Особенности герметизации контейнеров предназначенных для выращивания кристаллов в низкотемпературных растворах.

Контейнеры для выращивания монокристаллов в газовой фазе. Конструкции контейнеров. Закрытые и проточные ампулы. Контейнеры для выращивания монокристаллов карбида кремния в газовой фазе.

Общие технические требования к материалам контейнеров: рабочая температура, химическая стойкость к кристаллизационной среде, коррозионная стойкость к окружающей газовой среде, термостойкость и методы ее оценки, вакуумная плотность, газопроницаемость, цена, отнесение к категории драгоценных материалов, технологичность, технологичность очистки, скорость старения.

Стойкость контейнерных материалов к различным видам газовых сред. Сублимация контейнерного материала и пути ее подавления.

Платиновая группа металлов в качестве контейнерного материала: платина, родий, иридий. Рабочие температуры платиновой группы материалов, их коррозионная стойкость к маточной среде, химическая стойкость к газовым средам, вакуумная плотность, газопроницаемость, давление пара при высоких температурах, цена, проблемы их материального учета как драгоценных материалов, технологичность, методы очистки изделий из них.

Контейнерные материалы на основе жаропрочных сталей и сплавов. Номенклатура жаропрочных сталей и сплавов. Зависимость их характеристик от состава. Их рабочие температуры, стойкость к различным видам газовых сред, стойкость к кристаллизационным средам, термостойкость, давление пара при высоких температурах, цена, технологичность изделий из них, методы очистки, старение такого рода материалов.

Молибден и вольфрам в качестве контейнерных материалов. Их рабочие температуры, стойкость к технологическим газам, стойкость к кристаллизационным средам, термостойкость, вакуумная плотность, давление пара, цена, технологичность изделий из них, методы очистки такого рода контейнерных материалов, старение. Сплавы молибден-вольфрам.

Керамические оксидные материалы контейнеров: корундовая, алундовая, вернелевская керамики, керамика на основе диоксида циркония, керамика на основе оксида магния. Их рабочие температуры, стойкость к технологическим газам, стойкость к кристаллизационным средам, термостойкость, вакуумная плотность, газопроницаемость, давление пара, цены, технологичность изделий из них, методы очистки, старение.

Стекла в качестве контейнерных материалов: кварцевое стекло, лабораторное стекло, термостойкие стекла. Их рабочие температуры, стойкость к технологическим газам, стойкость к кристаллизационным средам, термостойкость, вакуумная плотность, газопроницаемость, давление пара, цены, технологичность изделий из них, методы очистки, старение.

Керамические неоксидные материалы контейнеров: графит и ковалентные нитриды. Их рабочие температуры, стойкость к технологическим газам, стойкость к кристаллизационным средам, термостойкость, вакуумная плотность, газопроницаемость, давление пара, цены, технологичность изделий из них, методы очистки, старение.

Полимерные контейнерные материалы: фторопласт F-3 и F-4 и органические стекла. Их рабочие температуры, стойкость к технологическим газам, стойкость к кристаллизационным средам, термостойкость, вакуумная плотность, газопроницаемость, давление пара, цены, технологичность изделий из них, методы очистки, старение.

## **Раздел 2. Обслуживающие компоненты в исполнительной системе.**



Виды нагревателей используемые для выращивания монокристаллов: газопламенные нагреватели, нагреватели сопротивления, индукционные нагреватели, конденсаторные нагреватели, дуговые (плазменные) нагреватели, радиационные нагреватели, катодные (электронно-лучевые) нагреватели.

Нагреватели сопротивления. Короткозамкнутые и высокоомные нагреватели, их преимущества и недостатки. Конструкции короткозамкнутых нагревателей сопротивления. Конструкции высокоомных нагревателей сопротивления. Одно-, двух- и трехфазные нагреватели сопротивления. Особенности нагревателей на основе материалов с металлической проводимостью. Особенности нагревателей на основе материалов с полупроводниковой или ионной проводимостью. Конструкторский расчет нагревателей сопротивления с теплоизолирующими устройствами. Теплоизолирующие устройства на основе теплоизолирующих экранов и теплоизоляционных материалов. Виды теплоизоляционных материалов и их характеристики.

Конструкции газопламенных нагревателей. Конструкторский расчет газопламенных нагревателей с теплоизолирующими устройствами.

Индукционные нагреватели. Конструкции индукционных нагревателей. Конструкторский расчет индукционных нагревателей с теплоизолирующими устройствами.

Конденсаторные нагреватели. Конструкции конденсаторных нагревателей. Конструкторский расчет конденсаторных нагревателей с теплоизолирующими устройствами.

Дуговые (плазменные) нагреватели. Конструкции дуговых (плазменных) нагревателей. Конструкторский расчет дуговых (плазменных) нагревателей с теплоизолирующими устройствами.

Радиационные нагреватели. Конструкции радиационных нагревателей. Конструкторский расчет радиационных нагревателей с теплоизолирующими устройствами.

Катодные (электронно-лучевые) нагреватели. Конструкции катодных (электронно-лучевых) нагревателей. Конструкторский расчет катодных (электронно-лучевых) нагревателей с теплоизолирующими устройствами.

Технические требования к материалам нагревателей (газопламенным, сопротивления, индукционным, конденсаторным, дуговым, радиационным и катодным): рабочая температура, стойкость к технологическим газам, термостойкость, давление пара, цена, отнесение к драгоценным материалам, технологичность изделий, старение, теплопроводность, электропроводность, температурный коэффициент электропроводности. Материалы платиновой группы: платина, родий. Жаропрочные стали и сплавы (фехралаи и нихромы), молибден и вольфрам. Графит. Силициды (карбид кремния, силицид молибдена). Хромит лантана и диоксид циркония.

Основные виды датчиков: датчики температуры, датчики давления (манометры и вакуумметры), датчики веса, датчики уровня жидких сред, датчики скорости вращения, датчики скорости перемещения.

Термопары. Виды термопар и их характеристики. Терморезистивные датчики температуры, их виды и характеристики. Пирометры. Их виды и характеристики.

Датчики низкого вакуума. Их виды и характеристики. Датчики высокого вакуума. Их виды и характеристики.

Датчики веса. Конструкции датчиков веса. Датчики уровня жидкостей, виды датчиков, принцип действия. Датчики скорости вращения и скорости перемещения.

Виды дозаторов кристаллизуемого вещества. Конструкции дозаторов на основе изменения угла скола: мембранные дозаторы для установок Вернейля, маятниковые дозаторы для выращивания монокристаллов гибридным методом. Проектирование дозаторов, использующих изменение угла скола.

Создание когерентной шероховатости контакта сопрягаемых деталей – как принцип герметизации. Пути создания когерентной шероховатости.

Ножевые уплотнения аппаратов высокого давления. Самоуплотняющиеся затворы аппаратов высокого давления.

Конструкции уплотнений токовводов для высоких и низких уровней электрического тока.

Уплотнения для подвижных и перемещаемых контактов. Уплотнение Вильсона. Плавающие уплотнения.

Герметизация окон кристаллизационной камеры. Герметизация пайкой.

**Раздел 3. Обслуживающие системы установок для выращивания монокристаллов.**

Система питания газопламенного нагревателя: технические требования, предъявляемые к этой системе и их устройство.

Системы питания короткозамкнутых нагревателей сопротивления: технические требования, предъявляемые к этим системам и их устройство.

Системы питания высокоомных нагревателей сопротивления: технические требования, предъявляемые к этим системам и их устройство.

Системы питания индукционных нагревателей сопротивления: технические требования, предъявляемые к этим системам и их устройство.

Системы питания дуговых (плазменных) нагревателей сопротивления: технические требования, предъявляемые к этим системам и их устройство.

Системы питания катодных (электронно-лучевых) нагревателей сопротивления: технические требования, предъявляемые к этим системам и их устройство.

Состав вакуумно-газовой системы. Конструкторский расчет и выбор форвакуумных систем. Конструкторский расчет и выбор высоковакуумных систем. Системы подачи технологических газов. Квалификационные требования к технологическим газам. Хранение сжиженных газов. Хранение сжатых газов. Генераторы технологических газов. Нормативы газобаллонного хозяйства.

Открытая система охлаждения: схема; достоинства и недостатки. Замкнутая система охлаждения: схема; достоинства и недостатки. Градирни: виды, характеристики и устройство. Термостаты: виды, выбор, характеристики.

Назначение и виды кинематических систем в установках для выращивания монокристаллов. Блок-схемы кинематических систем с применением двигателей постоянного тока, синхронных двигателей переменного тока и шаговых двигателей. Устройство механического редуктора вращения. Виды и устройство преобразователей движения. Гидравлические системы перемещения.

Виды электрических систем. Блок-схема силовой электрической системы.

Принципы конструирования систем управления. Структура пульта управления установок для выращивания монокристаллов. Особенности структуры пульта управления синхронизированных установок для выращивания монокристаллов.

#### **Раздел 4. Механическая обработка монокристаллов.**

Виды механической обработки монокристаллов. Технологии раскроя кристаллов и оборудование для их осуществления. Технологии шлифовки и полировки кристаллов и оборудование для их осуществления.

#### **4 Объем учебной дисциплины.**

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			2 семестр		3 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>5</b>	<b>180</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,5</b>	<b>85</b>	<b>1</b>	<b>34</b>	<b>1,5</b>	<b>51</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	0,5	12	0,25	6	0,25	6
Лекции	1	34	0,5	17	0,5	17
Практические занятия (ПЗ)	1,5	51	0,5	17	1	34
в том числе в форме практической подготовки	0,5	12	0,25	6	0,25	6
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2,5</b>	<b>85</b>	<b>1</b>	<b>38</b>	<b>1,5</b>	<b>57</b>
Контактная самостоятельная работа		0,6		0,2		0,4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2	84,4	1	37,8	1,5	56,6
<b>Виды контроля:</b>						
<b>Зачет</b>			+	+		

<b>Зач. с оценкой</b>					+	+
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Зачет</b>		<b>Зач. с оценкой</b>	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			2 семестр		3 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>5</b>	<b>135</b>	<b>2</b>	<b>54</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,5</b>	<b>76,5</b>	<b>1</b>	<b>25,5</b>	<b>1,5</b>	<b>38,2</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	0,5	9	0,25	4,5	0,25	4,5
Лекции	1	25,5	0,5	12,8	0,5	12,7
Практические занятия (ПЗ)	1,5	38	0,5	12,8	1	25,5
в том числе в форме практической подготовки	0,5	9	0,25	4,5	0,25	4,5
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2,5</b>	<b>76,5</b>	<b>1</b>	<b>25,5</b>	<b>1,5</b>	<b>42,7</b>
Контактная самостоятельная работа		0,4		0,15		0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,5	76,1	1	25,35	1,5	42,4
<b>Виды контроля:</b>						
<b>Зачет</b>			+	+		
<b>Зач. с оценкой</b>					+	+
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Зачет</b>		<b>Зач. с оценкой</b>	

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Современные методы и оборудование для производства гетерофазных пленочных структур»**

**1 Цель дисциплины** состоит в обучении студентов магистратуры знаниям, умениям и навыкам использования информации об оборудовании для производства гетерофазных пленочных структур для приборов фотоники и электроники..

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3

**знать:**

- Оборудование и технологии резки кристаллов и обработки подложек
- Оборудования для жидкостной химической обработки
- Оборудование для процессов PVD, CVD, ALD.
- Оборудование и технологии для эпитаксии.
- Оборудование и технологии различных видов литографии
- Оборудование и технологии термической обработки для проведения процессов отжига, окисления и диффузии
- Оборудование и технологии плазмохимической обработки
- Измерительное оборудование для контроля параметров монокристаллических и вспомогательных материалов
- Оборудование для получения высокочистых элементарных веществ, веществ на основе неорганических и органических соединений

**уметь:**

- Формулировать требования к технологическому оборудованию для получения и обработки гетерофазных пленочных структур для приборов электроники и фотоники.

- Формулировать требования к измерительному оборудованию для анализа характеристик основных и вспомогательных материалов электроники и фотоники.
- Осуществлять выбор оборудования для производства гетерофазных пленочных структур в зависимости от заданного способа производства.
- Составлять компоненты технологической документации с учетом современных отечественных (ОСТ, ГОСТ) и зарубежных стандартов (SEMI).

**владеть:**

- Информацией о современном и перспективном оборудовании для формирования топологии и методах получения гетерофазных пленочных для различных приборов электроники.
- Информацией по методам контроля параметров гетерофазных пленочных структур

### **3 Краткое содержание дисциплины**

#### **Раздел 1. Оборудование и технологии резки кристаллов**

- 1.1. Оборудование и технологии дисковой резки слитков
- 1.2. Оборудование и технологии струнной резки слитков и брикетов

#### **Раздел 2. Оборудование и технологии обработки подложек**

- 2.1. Оборудование и технологии шлифовки и полировки подложек
- 2.2. Оборудование и технологии химико-механической обработки (утонения) пластин
- 2.3. Оборудование и технология резки и микрообработки пластин

#### **Раздел 3. Оборудования для жидкостной химической обработки**

- 3.1. Оборудование и технологии групповой обработки кусков поликремния
- 3.2. Оборудование и технологии жидкостной групповой обработки солнечных элементов
- 3.3. Оборудование и технологии гидромеханической очистки и сушки пластин
- 3.4. Оборудование и технологии химического осаждения металлов
- 3.5. Оборудование и технологии формирования пористого кремния
- 3.6. Оборудование и технологии удаления полимеров, травления и мойки кремниевых труб

#### **Раздел 4. Оборудование для парофазной обработки**

- 4.1. Технология и оборудование для PVD процессов
- 4.2. Технология и оборудование для CVD процессов
- 4.3. Технология и оборудование для ALD процессов

#### **Раздел 5. Оборудование и технологии для эпитаксии**

- 5.1. Технология и оборудование для жидкостной эпитаксии
- 5.2. Технология и оборудование для молекулярно-лучевой эпитаксии

#### **Раздел 6. Оборудование и технологии литографии**

- 6.1. Оборудование для изготовления фотошаблонов
- 6.2. Оборудование и технологии оптической литографии
- 6.3. Оборудование и технологии электронно-лучевой литографии
- 6.4. Оборудование и технологии лазерной литографии
- 6.5. Оборудование и технологии рентгеновской литографии
- 6.6. Оборудование и технологии ионно-лучевой литографии
- 6.7. Оборудование и технологии атомно-силовой литографии

#### **Раздел 7. Оборудование и технологии термической обработки**

- 7.1. Оборудование и технологии термического отжига
- 7.2. Оборудование и технологии термического окисления
- 7.3. Оборудование и технологии для термодиффузии
- 7.4. Оборудование и технологии для термических процессов нитридирования и силицидирования

## 7.5. Оборудование и технологии для термического озоления

## Раздел 8. Оборудование и технологии плазмохимической обработки

8.1. Оборудование и технологии плазмохимического осаждения

8.2. Оборудование и технологии плазмохимического напыления

8.3. Оборудование и технологии плазмохимического травления

## Раздел 9. Измерительное оборудование для контроля параметров материалов

9.1. Оборудование и технологии контроля качества монокристаллических образцов

9.2. Оборудование и технологии контроля качества пластин для эпитаксии

9.3. Системы дефектоскопии масок и фотошаблонов

9.4. Системы восстановления масок и фотошаблонов

## Раздел 10. Оборудование для получения высокочистых элементарных веществ

10.1. Оборудование для очистки методами направленной кристаллизацией расплавов

10.2. Оборудование для очистки методами сублимации

10.3. Оборудование для очистки растворными методами

## Раздел 11. Оборудование для синтеза высокочистых веществ на основе неорганических соединений

11.1. Оборудование для синтеза фаз неорганических соединений расплавленными методами при пониженных и нормальных давлениях.

11.2. Оборудование для синтеза фаз неорганических соединений расплавленными методами при высоких давлениях.

11.3. Оборудование для синтеза фаз неорганических соединений парофазными методами.

11.4. Оборудование для синтеза фаз неорганических соединений с контролируемым отклонением состава от стехиометрии.

## Раздел 12. Оборудование для синтеза высокочистых веществ на основе органических соединений

12.1. Оборудование для синтеза и очистки фаз органических соединений с использованием растворных методов.

12.2. Оборудование для синтеза и очистки фаз органических соединений с использованием расплавленных методов.

12.3. Оборудование для синтеза и очистки фаз органических соединений с использованием парофазных методов при пониженных и нормальных давлениях.

12.4. Оборудование для синтеза и очистки фаз органических соединений с использованием парофазных методов при повышенных давлениях.

12.5. Особенности оборудования для синтеза кристаллических фаз высокочистых органических соединений с контролируемым отклонением состава от стехиометрии.

### 4 Объем учебной дисциплины.

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			2 семестр		3 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	5	180	2	72	3	108
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,5</b>	<b>85</b>	<b>1</b>	<b>34</b>	<b>1.5</b>	<b>51</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	0,5	12	0,25	6	0,25	6
Лекции	1	34	0.5	17	0,5	17
Практические занятия (ПЗ)	1,5	51	0.5	17	1	34

в том числе в форме практической подготовки	0,5	12	0,25	6	0,25	6
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2,5</b>	<b>85</b>	<b>1</b>	<b>38</b>	<b>1,5</b>	<b>57</b>
Контактная самостоятельная работа	2	0,6	1	0,2	1,5	0,4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		84,4		37,8		56,6
<b>Виды контроля:</b>						
<b>Зачет</b>			+	+		
<b>Зач. с оценкой</b>					+	+
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Зачет</b>		<b>Зач. с оценкой</b>	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			2 семестр		3 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>5</b>	<b>135</b>	<b>2</b>	<b>54</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,5</b>	<b>76,5</b>	<b>1</b>	<b>25,5</b>	<b>1,5</b>	<b>38,2</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	0,5	9	0,25	4,5	0,25	4,5
Лекции	1	25,5	0,5	12,8	0,5	12,7
Практические занятия (ПЗ)	1,5	38	0,5	12,8	1	25,5
в том числе в форме практической подготовки	0,5	9	0,25	4,5	0,25	4,5
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2,5</b>	<b>76,5</b>	<b>1</b>	<b>25,5</b>	<b>1,5</b>	<b>42,7</b>
Контактная самостоятельная работа	2,5	0,4	1	0,15	1,5	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		76,1		25,35		42,4
<b>Виды контроля:</b>						
<b>Зачет</b>			+	+		
<b>Зач. с оценкой</b>					+	+
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Зачет</b>		<b>Зач. с оценкой</b>	

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Современные методы и оборудование для производства, обработки и облагораживания ювелирных кристаллов»**

**1 Цель дисциплины** состоит в углубленном освоении студентами магистратуры технологий и их аппаратного сопровождения, оборудования для работы с природными и искусственными ювелирными камнями - механической обработкой, модифицированием свойств (облагораживанием), ростом искусственных кристаллов.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3

**Знать:**

Основные технологии при работе с природными и искусственными кристаллами:

- методы обработки
  - методы модифицирования
  - методы роста и производства ювелирных материалов
- новые и перспективные ювелирные материалы

Оборудование для механической обработки

**Уметь:**

- Выбирать оптимальные технологии при обработки монокристаллов,
- Выбирать и применять технологии модифицирования свойств монокристаллов
- Модифицировать устройство типовых установок для роста и облагораживания ювелирных кристаллов.
- Моделировать процессы роста ювелирных монокристаллов
- Выполнять физико-химические расчеты процессов роста монокристаллов

**Владеть:**

- Навыком обработки природных и искусственных монокристаллов.
- Навыком проведения поисковых экспериментов по выбору оптимальных методов и усовершенствования экспериментального оборудования.
- Навыком проведения экспериментальных работ по производству и облагораживанию ювелирных монокристаллов.

**3 Краткое содержание дисциплины**

**Раздел 1. Технология обработки.**

Введение. Определение ювелирных кристаллов и материалов. Современная техническая классификация и пр. Цели и задачи механической обработки ювелирных камней и материалов. Основные понятия. Процессы абразивного воздействия; шлифование и роль различных факторов в процессах абразивного разрушения. Структурно-нарушенный слой и связь его параметров с динамикой процессов. Роль смазывающе-охлаждающих жидкостей в процессе шлифования. Процессы механического полирования и требования к полированным поверхностям. Трибологические аспекты механической обработки. Физико-химическая, химическая, химико-механическая и др. методы полировки материалов. Номенклатура абразивных материалов. Типы связующих и номенклатура абразивных инструментов и оснасток. Современное оборудование и методы производства алмазного инструмента. Основные этапы, методы и оборудование для обработки ювелирных кристаллов. Сортировка сырья, приготовление к распиловке и разметка. Распиловочные и подрезные станки и пилы. Принцип действия и основные технические характеристики. Шлифовальные станки - принцип действия и основные технические данные. Грубая обдирка, шлифование и полирование. Физический смысл процессов, материалы и оснастка. Процесс изготовления кабошонов. Разметка, распиловка, наклейка, обдирка, шлифование и полирование. Формы кабошонов. Особенности изготовления кабошонов из разных материалов. Типы ограночных приспособлений. Процесс огранения. Разметка, распиловка и задание формы. Наклейка и переклейка. Огранение и полирование коронки и павильона. Промывка и упаковка ограненных камней. Форма ограненных камней. Расчет и оптимизация оптики и геометрии ограненных камней. Понятие о фантазийных формах огранки. Технология изготовления кр-17 и кр-57. Галтовка. Изготовление шаров. Сверление. Мозаика. Резьба по камню, раковине, кости. Технология, материалы и оборудование. Новые перспективные методы обработки. Отличие технологии обработки ювелирных и технических монокристаллических материалов. Контроль качества обработки, основные методы и особенности. Оборудование для контроля качества.

**Раздел 2. Технология облагораживания.**

Введение. облагораживание и модифицирование свойств материалов, применение терминов и различие в понятиях. Правила СИБЮ (Международная конфедерация по ювелирным камням, изделиям из серебра, алмазам и жемчугу) относительно облагороженных камней. Определение качественных характеристик природных кристаллов. Понятие о сортности и критерии выделения сортов материалов. Классификация методов модифицирования качественных характеристик ювелирных монокристаллов. Условия проведения процессов, определяющие особенности методов. Термообработка, НРНТ, НТЛР,

облучение, метод ионной имплантации, метод ионного перемешивания. Химические методы облагораживания. Условия проведения процессов, определяющие особенности методов. Химическое крашение. Физико-химические методы модифицирования свойств природных монокристаллов. Термодиффузия, пропитка, импрегнирование, диффузия из газовой среды. облагораживание природных монокристаллов. Физико-химические основы модифицирования свойств природных монокристаллов. Использование типового оборудования для облагораживания природных и искусственных кристаллов и материалов. Модифицирование типовых установок и особенности проведения поисковых экспериментов. облагораживание природных монокристаллов. Модифицирование драгоценных камней (алмаз, сапфир, изумруд и др.). Модифицирование ювелирных камней 2, 3 и 4 категории. Экономическая целесообразность модифицирования, выбор методов облагораживания на различных примерах.

### **Раздел 3. Технология искусственных ювелирных монокристаллов.**

Введение. Цели и задачи искусственного получения ювелирных монокристаллов и материалов. Различие в подходах по росту технических и ювелирных монокристаллов. Физико-химические основы процессов синтеза шихты и роста кристаллов. Моделирование природных процессов кристаллообразования. Экспериментальная и техническая минералогия и петрология. Расплавные методы роста ювелирных монокристаллов. Варианты методов (методы Стокбаргера – Бриджмена, Багдасарова, Чохральского и др.) и стандартное оборудование для выращивания монокристаллов. Условия, особенности, физхимия процессов, аппаратура и оснастка. Раствор-расплавные методы роста. Солевые расплавы (флюсы) и их активаторы. Особенности массопереноса в расплавах. Стандартное оборудование для роста монокристаллов раствор-расплавным методом и пути его модифицирования. Условия, особенности, физхимия процессов, аппаратура и оснастка. Гидротермальные методы роста. Основные понятия и представления о гидротермальном методе. Автоклавы и их футеровка. Нагреватели. Изотермические и градиентные автоклавные системы роста. Условия, особенности, физхимия процессов и оборудование для промышленного гидротермального роста. Активаторы раствора и их роль в процессе роста. Химические методы синтеза ювелирных материалов (на примере опала, малахита и бирюзы). Оборудование и особенности методов. Обзорные материалы по производству имитаций ювелирных камней природного и искусственного происхождения. Стекла и стеклокристаллические материалы - особенности технологий производства и модифицирования. Технология варки стекла, особенности, физхимия процессов. Процессы кристаллизации в стеклах. Контроль характеристик и качества получаемых ювелирных стекол и стеклокристаллических материалов. Технология получения ювелирных вставок аномально анизотропных (оптически) одно- и двусосных стекол. Механизм, особенности. Полимерные и композитные материалы. Основные представления, технология получения изделий из полимеров и композитных материалов для ювелирной промышленности, особенности и проблемы производства. Механизм процессов получения новых материалов. Новые и нетрадиционные ювелирные материалы. Технологии получения и проблемы производства ювелирных материалов.

#### **4 Объем учебной дисциплины.**

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			2 семестр		3 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>5</b>	<b>180</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,5</b>	<b>85</b>	<b>1</b>	<b>34</b>	<b>1.5</b>	<b>51</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	0,5	12	0,25	6	0,25	6
Лекции	1	34	0.5	17	0,5	17
Практические занятия (ПЗ)	1,5	51	0.5	17	1	34



в том числе в форме практической подготовки	0,5	12	0,25	6	0,25	6
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2,5</b>	<b>85</b>	<b>1</b>	<b>38</b>	<b>1,5</b>	<b>57</b>
Контактная самостоятельная работа	2	0,6	1	0,2	1,5	0,4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		84,4		37,8		56,6
<b>Виды контроля:</b>						
<b>Зачет</b>			+	+		
<b>Зач. с оценкой</b>					+	+
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Зачет</b>		<b>Зач. с оценкой</b>	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			2 семестр		3 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>5</b>	<b>135</b>	<b>2</b>	<b>54</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,5</b>	<b>76,5</b>	<b>1</b>	<b>25,5</b>	<b>1,5</b>	<b>38,2</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	0,5	9	0,25	4,5	0,25	4,5
Лекции	1	25,5	0,5	12,8	0,5	12,7
Практические занятия (ПЗ)	1,5	38	0,5	12,8	1	25,5
в том числе в форме практической подготовки	0,5	9	0,25	4,5	0,25	4,5
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2,5</b>	<b>76,5</b>	<b>1</b>	<b>25,5</b>	<b>1,5</b>	<b>42,7</b>
Контактная самостоятельная работа	2,5	0,4	1	0,15	1,5	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		76,1		25,35		42,4
<b>Виды контроля:</b>						
<b>Зачет</b>			+	+		
<b>Зач. с оценкой</b>					+	+
<b>Вид итогового контроля:</b>			<b>Зачет</b>		<b>Зач. с оценкой</b>	

## 5.4 Практика

### Аннотация рабочей программы

#### Учебной практики: научно-исследовательской работы (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)

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

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

Перечисление кодов формируемых компетенций и индикаторов их достижения  
ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-1.4; ОПК-1.5; ОПК-1.6; ОПК-1.7

*Знать:*

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

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

*Уметь:*

- осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю пройденной практики, в том числе с применением Internet-технологий;
- использовать современные приборы и методики по профилю программы магистратуры, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты;
- выполнять педагогические функции, проводить практические и лабораторные занятия со студенческой аудиторией по выбранному направлению подготовки.

*Владеть:*

- способностью и готовностью к исследовательской деятельности по профилю изучаемой программы магистратуры;
- методологическими подходами к организации научно-исследовательской и образовательной деятельности;
- способностью на практике использовать умения и навыки в организации научно-исследовательских и проектных работ;
- навыками выступлений перед учебной аудиторией.

### **3 Краткое содержание практики**

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

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

### **4 Объем практики**

Вид учебной работы	Объем практики		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость практики</b>	<b>10</b>	<b>360</b>	<b>270</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>3</b>	<b>102</b>	<b>76,5</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>27</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>7</b>	<b>258</b>	<b>193,5</b>
Контактная самостоятельная работа	7	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов практики		257,6	193,2
<b>Вид контроля:</b>			
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

## **Аннотация рабочей программы**

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

**1 Цель практики** – получение профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности путем самостоятельного творческого выполнения задач, поставленных программой практики. Далее берется из рабочей программы производственной практики.

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

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

*УК-1.1; УК-4.2; УК-4.4; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3.*

*Знать:*

- методологию и методики научных исследований;
- теоретические предпосылки планирования и проведения экспериментов;

- фундаментальные законы физических, физико-химических, технологических и других явлений и процессов;
- способы обработки результатов измерений и оценки погрешности и наблюдения.

*Уметь:*

- отбирать и анализировать необходимую научно-техническую информацию по тематике ВКР;
- формулировать цели и задачи исследований;
- обосновывать теоретические предпосылки, планировать и проводить лабораторные эксперименты;
- обрабатывать результаты измерений и оценивать погрешности и наблюдения;
- сопоставлять результаты эксперимента с теоретическими предпосылками и формулировать выводы научного исследования;
- интерпретировать результаты вычислительных экспериментов на основе знания фундаментальных законов физических, физико-химических, химических, биотехнологических и других явлений и процессов;
- составлять отчеты, доклады или готовить статьи по результатам научного исследования.

*Владеть:*

- способами постановки целей и задач исследований;
- навыками разработки плана научного исследования;
- методами обработки результатов экспериментов, расчета погрешностей;
- методами интерпретации полученных результатов, сопоставлением их с литературными или производственными данными;
- приемами формулирования научных выводов;
- навыками написания тезисов докладов, статей и составления докладов с использованием современного компьютерного обеспечения.

*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**

Берется из рабочей программы производственной практики.

Закрепление теоретических знаний, полученных обучающимися при изучении программы магистратуры.

Развитие у обучающихся навыков научно-исследовательской деятельности.

### **4 Объем практики**

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость практики по учебному плану</b>	<b>43</b>	<b>1548</b>	<b>1161</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>19</b>	<b>680</b>	<b>510</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки:</b>	<b>8</b>	<b>288</b>	<b>216</b>
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>23</b>	<b>832</b>	<b>624</b>
Контактная самостоятельная работа	0,33	1,2	0,9
Самостоятельное изучение разделов практики	22,67	830,8	623,1
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену		35,6	26,7
<b>Вид контроля:</b>	<b>3 зачета с оценкой и экзамен</b>		
<b>В том числе по семестрам:</b>			
<b>1 семестр</b>			

<b>Общая трудоемкость практики по учебному плану</b>	<b>6</b>	<b>216</b>	<b>162</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>3</b>	<b>102</b>	<b>76,5</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>2</b>	<b>64</b>	<b>48</b>
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3</b>	<b>114</b>	<b>85,5</b>
Контактная самостоятельная работа	-	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов практики	3	113,6	85,2
<b>Вид контроля:</b>	<b>зачет с оценкой</b>		
<b>2 семестр</b>			
<b>Общая трудоемкость практики по учебному плану</b>	<b>7</b>	<b>252</b>	<b>189</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>3,78</b>	<b>136</b>	<b>102</b>
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3,22</b>	<b>116</b>	<b>87</b>
Контактная самостоятельная работа	3,22	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов практики		115,6	86,7
<b>Вид контроля:</b>	<b>зачет с оценкой</b>		
<b>3 семестр</b>			
<b>Общая трудоемкость практики по учебному плану</b>	<b>9</b>	<b>234</b>	<b>175,5</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>5</b>	<b>170</b>	<b>127,5</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>2</b>	<b>36</b>	<b>27</b>
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>4</b>	<b>164</b>	<b>123</b>
Контактная самостоятельная работа	-	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов практики	4	163,6	122,7
<b>Вид контроля:</b>	<b>зачет с оценкой</b>		
<b>4 семестр</b>			
<b>Общая трудоемкость практики по учебному плану</b>	<b>21</b>	<b>756</b>	<b>567</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>7,5</b>	<b>272</b>	<b>204</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>108</b>
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>12,5</b>	<b>448</b>	<b>336</b>
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену		35,6	26,7
<b>Вид контроля:</b>	<b>экзамен</b>		

### 5.5 Государственная итоговая аттестация:

#### Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

**1 Цель государственной итоговой аттестации: Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы** – выявление уровня теоретической и практической подготовленности выпускника вуза к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки **18.04.01 Химическая технология**.

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

Выпускник, освоивший программу магистратуры, должен обладать следующими компетенциями:

*УК-1; УК-2; УК-3; УК-4; УК-5; УК-6; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-5*

*Знать:*

- принципы и порядок постановки и формулирования задач научных исследований на основе результатов поиска, обработки и анализа научно-технической информации;
- физико-химические основы синтеза материалов электроники, наноэлектроники и фотоники, методы их исследования и проектирования свойств;
- 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 теоретические модели технологических процессов, позволяющих прогнозировать технологические параметры, характеристики аппаратуры и свойства получаемых веществ, материалов и изделий;
- разрабатывать программы и выполнять научные исследования, обработку и анализ их результатов, формулировать выводы и рекомендации;
- координировать работы по сопровождению реализации результатов работы в производстве;

*Владеть:*

- методологией и методикой анализа, синтеза и оптимизации процессов обеспечения качества испытаний, сертификации 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 и технологических работ.

**3 Краткое содержание государственной итоговой аттестации: Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы**

Государственная итоговая аттестация: выполнение и защита выпускной квалификационной работы (или другое расширение из соответствующего ФГОС ВО) проходит в \_\_ семестре на базе знаний, умений и навыков, полученных студентами при изучении дисциплин направления **18.04.01 Химическая технология** и прохождения практик.

Государственная итоговая аттестация: выполнение и защита выпускной квалификационной работы (или другое расширение из соответствующего ФГОС ВО) проводится государственной экзаменационной комиссией.

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

**4 Объем государственной итоговой аттестации: Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы**

Программа относится к обязательной части учебного плана, к блоку Б3 «Государственная итоговая аттестация» (Б3.01) и рассчитана на сосредоточенное прохождение в 4 семестре (2 курс) обучения в объеме 324 ч (9 ЗЕТ). Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области неорганического материаловедения, в том числе в области физикохимии и технологии материалов электроники и фотоники.

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость ГИА по учебному плану</b>	<b>9</b>	<b>324</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>9</b>	<b>324</b>
Контактная работа – итоговая аттестация	0,02	0,67
Выполнение, написание и оформление ВКР	8,98	223,33
<b>Вид контроля:</b>	<b>защита ВКР</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость ГИА по учебному плану</b>	<b>9</b>	<b>243</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>9</b>	<b>243</b>
Контактная работа – итоговая аттестация	0,02	0,5
Выполнение, написание и оформление ВКР	8,98	242,5
<b>Вид контроля:</b>	<b>защита ВКР</b>	

## 5.6 Факультативы

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Деловой иностранный язык»

**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 должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-4.2; УК-4.3; УК-4.4

*Знать:*

- основные способы достижения эквивалентности в переводе;
- основные приемы перевода;
- языковую норму и основные функции языка как системы;
- достаточное для выполнения перевода количество лексических единиц, фразеологизмов, в том числе социальных терминов и лингвострановедческих реалий;

*уметь:*

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

*владеть:*

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

### 3. Краткое содержание дисциплины

#### Раздел 1. Требования к профессионально-ориентированному переводу. Особенности перевода специальных текстов

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

1.2. Техническая терминология: характеристики.

Терминология в области технологии высокотемпературных функциональных материалов. Обеспечение терминологической точности и единообразия. Способы накопления и расширения

словарного запаса в процессе перевода Сравнение порядка слов в английском и русском предложениях. Изменение структуры предложения при переводе.

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

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

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

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

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

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

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

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

## **4. Объем учебной дисциплины**

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,0</b>	<b>34</b>	<b>25,5</b>
Практические занятия (ПЗ)	0,9	34,0	25,5
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,1</b>	<b>38,0</b>	<b>28,5</b>
Контактная самостоятельная работа	1,1	0,2	<b>0,15</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		37,8	<b>28,35</b>
<b>Виды контроля:</b>	<b>Зачет</b>		

### **Аннотация рабочей программы дисциплины «Научная публицистика»**

**1. Цель дисциплины** – повышение общей и речевой культуры специалиста, способного реализовывать свои коммуникативные потребности в современном обществе на основе принципов эффективного общения, коммуникативной целесообразности, уважения к другим людям, а также способного применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном языке, для академического и профессионального взаимодействия.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен обладать** следующими компетенциями и индикаторами их достижения: УК-4 ( УК-4.1; УК-4.2; УК-4.3).

#### **Знать:**

- сущность научной публицистики, ее роль в формировании речевой культуры;
- различие устной и письменной научной речи;
- композиционные и стилистические особенности научного и научно-популярного текста;
- правила создания письменных и устных жанров научного стиля речи;

– правила убеждения оппонента в научной дискуссии.

**Уметь:**

- различать тексты собственно-научного и научно-популярного подстилей речи;
- делать отбор языковых средств для обеспечения эффективной коммуникации в профессиональной среде;
- трансформировать научную информацию из письменной формы в устную, из собственно научного изложения в научно-популярное;
- писать научную статью, рецензию и аналитические обзоры;
- выступать с докладами, вести научные дискуссии.

**Владеть:**

- приёмами работы с современной научной литературой для профессионального самообразования и ведения научно-исследовательской работы;
- навыками подготовки научных публикаций и аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями;
- методиками межличностного и делового общения на русском языке с применением языковых форм, средств и современных коммуникативных технологий.

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

#### **Раздел 1. Лингвистика научного текста.**

**1.1. Сущность научной публицистики**, ее роль в формировании речевой культуры будущего специалиста. Речевая культура специалиста, типы речевой культуры. Две точки зрения на название дисциплины «Научная публицистика». Из истории становления научной мысли в России. Наука и особая роль научной коммуникации. Определение понятия «публицистика». История публицистики. Взаимовыгодное сотрудничество науки и публицистики. Наука как среда создания и функционирования научных публикаций в научных изданиях и масс-медиа.

**1.2. Текст как речевое произведение, единица общения.** Определение текста и виды информации в тексте. Стилистика текстов как возможность создавать тексты лучше. Способы обеспечения цельности и связанности текста: виды грамматической связи предложений, связь по смыслу. Закон движения мысли на уровне разных составных частей текста (абзац, фрагмент, глава, часть, законченное произведение). Типы текстов по функционально-смысловому назначению «жесткого» и «гибкого» способов построения. Способы логического изложения информации (индуктивный, дедуктивный, аналогия, ступенчатый). Первичные и вторичные тексты. Необходимость соблюдения норм литературного языка при составлении текста.

**1.3. Научный стиль речи в системе русского литературного языка.** Многообразие языковых средств для передачи информации. Отбор языковых средств для обеспечения эффективной коммуникации в определенной речевой ситуации. Функциональные стили литературного языка (научный, официально-деловой, публицистический). Особенности научного стиля речи, специфика использования элементов различных языковых уровней в научной речи. Лингвистические особенности научного стиля речи (лексико-словообразовательная характеристика, стандартность морфологии, точность и обобщенность грамматических конструкций), специальные приемы и речевые нормы научных работ разных жанров. Грамматические приемы обеспечения ясности научного стиля. Жанры письменной и устной научной речи.

**1.4. Особенности устной и письменной речи.** Логико-лингвистические особенности научных текстов и их аналитико-синтетическая переработка. Лексические маркеры – помощники в написании статьи. Нетерминологические стандартизированные единицы. Перечисление типичных ошибок при составлении письменного научного текста (значение слова и лексическая сочетаемость, заимствование в современной научной речи; случаи нарушения грамматических норм: правила цитирования, трудные случаи употребления предлогов, вводных конструкций). Правила трансформации научной информации из устного текста в письменный и наоборот.

**1.5. Подготовка научно-популярного текста:** композиционные и стилистические особенности, типичные ошибки. Зависимость выбора языковых средств и структуры текста от целевой аудитории. Популяризация сложного научного знания («научпоп») и основные способы подачи научно-популярной информации в СМИ: газеты, журналы, ТЭД, научные стенд-апы на ТВ, каналы на



Youtube Радио, подкасты, онлайн-комментирование событий, тексты, иллюстрации, видео- и аудиофайлы, гиперссылки на другие источники в Интернете. Композиционные и стилистические особенности научно-популярного текста, типичные ошибки при его составлении. Основные жанры научно-популярных текстов: новость, репортаж, интервью, колонки, пресс-релизы и посты в блогах. Рекомендации по структурированию информации (заголовок, лид, цитата, концовка).

## ***Раздел 2. Правила подготовки письменной научной работы.***

**2.1. Жанры научного стиля речи.** Общая характеристика жанровых подсистем научного стиля речи. Языковые параметры, различающие жанры научной речи (схема/модель построения, объем текста, присутствие автора в тексте, уверенность изложения, соотношение результатов и хода исследования, сложность языка, разворачивание во времени). Правила компрессии научной информации: выделение ключевых слов и предложений, образец работы над созданием вторичных текстов разной степени компрессии: выделение главной информации, выделение подтем, субподтем. Виды компрессии научного текста. Тезисы как специфический жанр научного стиля. Правила составления и оформления интегрального конспекта. Составление аннотаций разных видов. Виды рефератов, структура и содержание реферата, клише, используемые при составлении рефератов. Работа по составлению реферата-обзора. Рецензирование. Структура рецензии. Модель типовой рецензии. Оценочная часть рецензии. Специфика составления аналитического обзора.

**2.2. Правила написания научной статьи.** Технология подготовки научных публикаций: подготовительный этап (план научной публикации); основной этап (постановка проблемы, гипотеза, теоретическое обоснование, экспериментальная часть, результаты исследования); заключительный этап (выводы и перспективы исследования). Общие рекомендации для подготовки публикации статьи на иностранном языке. Варианты текстового представления научных результатов (монография, сборник научных трудов, материалы конференции, репринт, тезисы докладов, научная статья). Структура научной статьи. Оформление научной публикации. Правила оформления отдельных частей текстового материала (оформление библиографии, сносок, сокращение слов, текстового оформления таблиц и рисунков, схем). Требования к авторским текстам оригинала. Анализ опубликованных статей соискателей ученой степени. Соответствие тематики статьи научной специальности. Научная новизна. Цель и план собственной публикации. Определение места опубликования. Разработка плана-проспекта публикации с определением цели, задач, новизны и практической значимости. Анализ журналов для определения места публикации: выявление ядерных журналов, закон Бредфорда, индекс цитирования Хирша.

## ***Раздел 3. Культура научной монологической и диалогической речи.***

**3.1. Правила подготовки научного доклада.** Отличительные особенности звучащей речи. Законы современной риторики. Требования к подготовке публичного выступления в зависимости от цели выступления. Жанры научной устной монологической (информационной речи): сообщение, реферативное сообщение, лекция, доклад. Разновидности докладов, объем и соблюдение регламента. Этапы подготовки научных докладов (выбор темы, подбор материалов, план выступления, работа над текстом, оформление материалов для устного представления, подготовка к выступлению). Основные ошибки при написании докладов на научную конференцию. Правила выступлений с презентацией на защите квалификационных работ и научных конференциях.

**3.2. Основные требования к ведению научной дискуссии.** Жанры диалогической устной научной речи: пресс-конференция как один из способов получения информации, научная беседа, научная дискуссия. Особенности академического этикета. О природе подлинного (продуктивного) спора. Культура спора/дискуссии: определение предмета спора, поведение полемистов, уважительное отношение к оппоненту. Правила убеждения оппонента: убеждение и аргументация, основные виды аргументов, структура доказательства, полемические приемы, искусство отвечать на вопросы. Основные стратегии и тактики ведения научных дискуссий. Подготовка к дискуссии и речевое поведение каждого участника.

## **4. Объем учебной дисциплины**

<b><i>Вид учебной работы</i></b>	<b>Объем дисциплины</b>		
	<b>ЗЕ</b>	<b>Акад. ч.</b>	<b>Астр. ч.</b>

<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа (КР):</b>	<b>0,94</b>	<b>34</b>	<b>25,5</b>
Лекции (Лек)	0,47	17	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,47	17	12,75
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,06</b>	<b>74</b>	<b>55,5</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,06	73,8	55,35
Контактная самостоятельная работа		0,2	0,15
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачёт</b>		

## 6. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ МАГИСТРАТУРЫ

### 6.1 Общесистемные требования к реализации ООП магистратуры

Университет располагает на праве собственности или ином законном основании материально-техническим обеспечением образовательной деятельности (помещениями и оборудованием) для реализации ООП магистратуры.

Университет располагает на праве собственности или ином законном основании материально-техническим обеспечением образовательной деятельности (помещениями и оборудованием) для реализации программы магистратуры по Блоку 1 «Дисциплины (модули)» и Блоку 3 «Государственная итоговая аттестация» в соответствии с учебным планом.

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

Электронная информационно-образовательная среда университета обеспечивает:

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

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

Среднегодовое число публикаций научно-педагогических работников университета за период реализации ООП магистратуры в расчете на 100 научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок) составляет не менее 2 в журналах, индексируемых в базах данных Web of Science или Scopus, или не менее 20 в журналах, индексируемых в Российском индексе научного цитирования.

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

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

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

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой магистратуры, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей).

Материально-техническое обеспечение ООП магистратуры включает:

### **6.2.1 Оборудование, необходимое в образовательном процессе**

*Оборудование для получения монокристаллических, поликристаллических, стеклянных, керамических материалов и тонкопленочных структур:*

Высокотемпературные печи шахтного и цилиндрического (однозонные и двухзонные) типов, оснащенные программируемыми системами автоматического регулирования температуры «Термодат-14» и «Термодат-16»;

Установки для выращивания монокристаллов методом Чохральского (ИКАН), методом Бриджмена (Редмет-2) модернизированные, позволяющим контролировать паро-газовую атмосферу в ростовой камере;

Установки вакуумно-термического напыления (резистивный нагрев, магнетронное распыление), модернизированные для напыления многослойных наноразмерных структур на основе неорганических и органических полупроводниковых и люминесцентных материалов.

Комплекс оборудования для приготовления и компактирования шихты: электронные аналитические весы, гидравлический пресс с усилием до 50 т., необходимая химическая посуда, мельница шаровая лабораторная, а также платиновые тигли.

Вытяжные шкафы, весы технические и аналитические, сушильные шкафы, ультразвуковые ванны, установки для резки, шлифовки и полировки кристаллов и стекол.

*Оборудование для анализа примесного состава материалов.*

Масс-спектрометр с индуктивно связанной плазмой NexION 300D (Perkin Elmer) с системами высокочистого вскрытия проб с помощью микроволнового и термического автоклавирования.

Вторично-ионный масс-спектрометр с время-пролетным масс-анализатором MiniSIMS (MILLBROOK Ltd.)

*Оборудование для проведения спектральных исследований:*

Спектрофотометр UNICO 2800 (190-1100 нм);

ИК-Фурье спектрометр Tensor-27 (Bruker GmbH).

Спектрофотометрический комплекс Ocean Optics, в составе 2 спектрофотометров видимого диапазона, рамановского спектрометра (200-2000 см<sup>-1</sup>) с возбуждающим излучением 785 нм, спектрометра ближнего ИК диапазона NIR Quest (700-1750 нм), с интегрирующими сферами и оптоволоконными соединительными кабелями, светодиодными и лазерными источниками возбуждения в диапазоне 257- 978 нм.

Комплекс оборудования для проведения исследований спектрально-люминесцентных характеристик Fluorolog FL-22 (Horiba Jobin Yvon) с системой анализа кинетики затухания люминесценции

Оборудование для исследования образцов методами сканирующей электронной микроскопии и рентгеноспектрального микроанализа – VEGA-3 LUMO (Tesla Inc.) и INCA Energy 3-D MAX (Oxford Instruments).

Оборудование для исследования образцов методами оптической микроскопии Stereo Discovery V.12 (Carl Zeiss), оптические микроскопы: поляризационные (МИН-8, Полам P-111), металлографические, интерференционный МИИ-4, полярископ ПКС-500, столики Федорова, столики

Лодочникова; рефрактометры жидкостные и геологические, наборы иммерсионных жидкостей.

Оборудование для исследования образцов рентгенодифракционными методами – дифрактометр Equinox 2000 (Inel Corp.).

*Оборудование для исследования механических, электрических и магнитных свойств материалов:*

Дилатометр Ботвинкина (кварцевый), микротвердомер ПМТ-3, феррограф, характерограф, измерительное оборудование для оценки электрофизических характеристик материалов, тераомметр (Е6-13), измеритель L, C, R цифровой Е7-12.

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

Комплекты плакатов к лекционным курсам; наборы образцов монокристаллов, лазерных материалов, полупроводников, минералов; плакаты типовых чертежей оборудования. Альбомы рентгенограмм неорганических материалов, дериватограмм систем с образованием твердых растворов, кривых изменения массы при нагревании систем с разложением кристаллогидратов и сложных соединений.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами, проекторы, экраны; аудитории со стационарными комплексами отображения информации; цифровая камера к оптическому микроскопу; цифровой фотоаппарат; копировальный аппарат; оборудование для проведения электронного обучения и реализации дистанционных образовательных технологий, локальная сеть с выходом в Интернет.

#### **6.2.4 Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплинам вариативной части программы; методические рекомендации к практическим занятиям; раздаточный материал к лекционным курсам; электронные учебные издания, электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий по дисциплинам вариативной части; электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; учебные фильмы к разделам дисциплин; сборники технологических схем, буклеты и каталоги оборудования; справочные материалы в печатном и электронном виде по строению и свойствам неорганических веществ; электронная картотека по рентгенофазовому анализу; электронная картотека по фазовым диаграммам состояния соединений.

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

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

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

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

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

Для реализации основной образовательной программы подготовки магистров используются фонды учебной, учебно-методической, научной, периодической научно-технической литературы

Информационно-библиотечного центра (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева и кафедр, участвующих в реализации программы.

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

ИБЦ университета обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для реализации и качественного освоения обучающимися по программе магистратуры образовательного процесса по всем дисциплинам, практикам и ГИА основной образовательной программы подготовки магистров.

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ составляет 1 719 785 экз.

Фонд учебной и учебно-методической литературы укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляров каждого из изданий основной литературы, перечисленной в рабочих программах дисциплин (модулей), практик, и не менее 0,25 экземпляров дополнительной литературы на 1 обучающегося.

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

Информационно-библиотечный центр обеспечивает самостоятельную работу обучающихся в читальных залах, предоставляя широкий выбор литературы по актуальным направлениям, а также обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

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

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

### Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения

№	Электронный ресурс	Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей	Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором
1	Электронно-библиотечная система (ЭБС) «ЛАНЬ»	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань» Договор от 26.09.2020 № 33.03-Р-3.1-2173/2020  Сумма договора – 747 661-28  С 26.09.2020 по 25.09.2021  Договор от 26.09.2021 №33.03-Р-3.1-3824/2021  С 26.09.2021 по 25.09.2022  Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>	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», «Информатика»-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>Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.</p>	
	<p>Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань» Договор от 26.09.2021 № 33.03-Р-3.1-3824/2021</p> <p>Сумма договора – 498445-10</p> <p>С 26.09.2021 по 25.09.2022</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.</p>	<p>Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», Экономика и менеджмент» - изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания из коллекций других издательств в соответствии с Договором.</p>
	<p>Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань» Договор от 26.09.2021 № 33.03-Р-3.1-3825/2021</p> <p>Сумма договора – 283744-98</p> <p>С 26.09.2021 по 25.09.2022</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.</p>	<p>«Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Инженерно-технические науки» - изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Физика» - изд-ва «ЛАНЬ», а также отдельные издания из других коллекций издательства «ЛАНЬ» в соответствии с Договором.</p>

2	Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И. Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)	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	Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.
3	Информационно-справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России».	Принадлежность сторонняя. Реквизиты контракта – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ-Центр» Контракт от 24.12.2021 216-277ЭА/2021 Сумма договора – 887 604-00 С 01.01.2022 по 31.12.2022 Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://reforma.kodeks.ru/reforma/">http://reforma.kodeks.ru/reforma/</a> Количество ключей – 10 лицензий + локальный доступ с компьютеров ИБЦ.	Электронная библиотека нормативно-технических изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД
4	Электронная библиотека диссертаций (ЭБД РГБ)	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ФГБУ РГБ Договор от 23.04.2021 № 33.03-Р-2.0-23269/2021 Сумма договора – 398 840-00 С 23.04.2021 по 22.04.2022 Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://diss.rsl.ru">http://diss.rsl.ru</a> Количество ключей – 10 лицензий + распечатка в ИБЦ.	В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки: с 1998 года – по специальностям: «Экономические науки», «Юридические науки», «Педагогические науки» и «Психологические науки»; с 2004 года - по всем специальностям, кроме медицины и фармации; с 2007 года - по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации.
5	БД ВИНТИ РАН	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора- ВИНТИ РАН Договор от 20.04.2022 № 33.03-Р-3.1-4426/2022 Сумма договора - 100 000-00 С 20.04.2022 по 19.04.2023 Ссылка на сайт – <a href="http://www.viniti.ru/">http://www.viniti.ru/</a>	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

		Количество ключей – локальный доступ для пользователей РХТУ в ИБЦ РХТУ.	
6	Научно-электронная библиотека «eLibrary.ru»	<p>Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО Научная электронная библиотека, Договор от 24.12.2021 № SU-364/2021/33.03-Р-3.1-4085/2021</p> <p>Сумма договора – 1 309 275-00</p> <p>С 01.01.2022 по 31.12.2022</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте НЭБ.</p>	<p>Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – это крупнейший российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 29 млн научных статей и публикаций, в том числе электронные версии более 5600 российских научно-технических журналов.</p>
7	Справочно-правовая система «Гарант»	<p>Принадлежность – сторонняя Контракт от 27.12.2021 № 215-274ЭА/2021</p> <p>Сумма контракта 680 580-00</p> <p>С 01.01.2022 по 31.12.2022</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен</p>	<p>Гарант – справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.</p>
8	Электронно-библиотечная система издательства «ЮРАЙТ»	<p>Принадлежность – сторонняя «Электронное издательство ЮРАЙТ» Договор от 16.03.2022 № 33.03-Л-3.1-4377/2022</p> <p>Сумма договора – 478 304.00</p> <p>С 16.03.2022 по 15.03.2023</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a></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>Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> <p>Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.</p>	
9	<p>Электронно-библиотечная система «Консультант студента»</p>	<p>Принадлежность – сторонняя ООО «Политехресурс» Договор от 16.03.2022 № 33.03-Р-3.1-4375/2022</p> <p>Сумма договора – 258 488 - 00</p> <p>С 16.03.2022 по 15.03.2023</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a></p> <p>Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> <p>Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.</p>	<p>Комплект изданий, входящих в базу данных «Электронная библиотека технического ВУЗа».</p>
10	<p>Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM»</p>	<p>Принадлежность – сторонняя ООО «ЗНАНИУМ», Договор от 06.04.2022 № 48 эбс/33.03-Р-3.1-4378/2022</p> <p>Сумма договора – 31 500-00</p> <p>С 06.04.2022 по 05.04.2023</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a></p> <p>Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.</p>	<p>Коллекция изданий учебников и учебных пособий по различным отраслям знаний для всех уровней профессионального образования.</p>
11	<p>Информационно-аналитическая система Science Index</p>	<p>Принадлежность – сторонняя ООО «Научная электронная библиотека»</p> <p>Договор от 11.04.2022 № 33.03-Л-3.1-4376/2022</p> <p>Сумма договора – 108 000-00</p> <p>С 11.04.2022 по 10.04.2023</p>	<p>Систематизация, корректировка профилей ученых РХТУ и университета в целом. Анализ публикационной активности сотрудников университета.</p>

	Ссылка на сайт – <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	
	Количество ключей – локальный доступ для сотрудников ИБЦ.	

Бесплатные архивные коллекции, приобретенные Минобрнауки для вузов.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:

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

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

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

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

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

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

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

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

5. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>

Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.

6. Издательство с открытым доступом InTech <http://www.intechopen.com/>

Первое и крупнейшее в мире издательство, публикующее книги в открытом доступе, около 2500 научных изданий. Основная тематическая направленность - физические и технические науки, технологии, медицинские науки, науки о жизни.

7. База данных химических соединений ChemSpider <http://www.chemspider.com/>

ChemSpider – это бесплатная химическая база данных, предоставляющая быстрый доступ к более чем 28 миллионам структур, свойств и соответственной информации. Ресурс принадлежит Королевскому химическому обществу Великобритании (Royal Society of Chemistry).

8. Коллекция журналов PLOS ONE <http://journals.plos.org/plosone/>

PLOS ONE – коллекция журналов, в которых публикуются отчеты о новых исследованиях в области естественных наук и медицины. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование.

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

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

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

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

11. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС) [http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content\\_ru/ru](http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru)

Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:

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

### 6.3 Требования к кадровым условиям реализации ООП магистратуры

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

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

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

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

**Не менее 75 процентов** численности педагогических работников университета и лиц, привлекаемых к образовательной деятельности университетом на иных условиях (исходя из количества замещаемых ставок, приведенного к целочисленным значениям), имеют ученую степень (в том числе ученую степень, полученную в иностранном государстве и признаваемую в Российской Федерации) и (или) ученое звание (в том числе ученое звание, полученное в иностранном государстве и признаваемое в Российской Федерации).

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

### 6.4 Требования к финансовым условиям реализации ООП магистратуры

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

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

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

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

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

Внешняя оценка качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся по ООП магистратуры может осуществляться в рамках профессионально-общественной аккредитации, проводимой работодателями, их объединениями, а также уполномоченными ими организациями, в том числе иностранными организациями, либо авторизованными национальными профессионально-общественными организациями, входящими в международные структуры, с целью признания качества и уровня подготовки выпускников отвечающими требованиям профессиональных стандартов (при наличии) и (или) требованиям рынка труда к специалистам соответствующего профиля.

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

В соответствии с ФГОС ВО 3++ по направлению подготовки *18.04.01 Химическая технология* оценка качества освоения обучающимися ООП магистратуры включает текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию и ГИА обучающихся.

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

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

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

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

Промежуточная аттестация проводится в форме экзаменов, зачетов с оценкой и зачетов для всех курсов по дисциплинам и практикам, предусмотренным учебным планом направления подготовки

**18.04.01 Химическая технология.** Результаты сдачи зачетов оцениваются на «зачтено», «не зачтено»; зачетов с оценкой и экзаменов – на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

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

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

К ГИА допускаются обучающиеся, не имеющие академической задолженности и в полном объеме выполнившие учебный план по ООП магистратуры в соответствии с ФГОС ВО 3++ по направлению подготовки **18.04.01 Химическая технология**. Для проведения ГИА в университете ежегодно формируются государственные экзаменационные комиссии (ГЭК) и апелляционные комиссии. Темы ВКР отражают актуальные проблемы, связанные с направлением подготовки **18.04.01 Химическая технология**. Университет утверждает перечень тем выпускных квалификационных работ, предлагаемых обучающимся (далее – перечень тем), и доводит его до сведения обучающихся не позднее чем за 6 месяцев до даты начала государственной итоговой аттестации.

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

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

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

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

Рабочие программы дисциплин, практик и ГИА (перечисление дисциплин, практик и ГИА из учебного плана):

1. Профессионально-ориентированный иностранный язык
2. Управление проектами
3. Социология и психология профессиональной деятельности
4. Инструментальные методы исследования в химической технологии
5. Современное технологическое и аппаратное оформление процессов химической технологии
6. Оптимизация химико-технологических процессов
7. Дополнительные главы математики
8. Информационные технологии в образовании
9. Коллоидная химия композиционных материалов электроники
10. Методы исследования и проектирования структуры и свойств поверхности материалов электроники
11. Методы синтеза наночастиц и нанокomпозиционных материалов
12. Обработка результатов физико-химического анализа материалов
13. Основы фотоники
14. Применение САПР для проектирования процессов технологии ВФМ
15. Кристаллохимические особенности конструирования современных материалов фотоники, нано- и микроэлектроники
16. Монокристаллы для фотоники и электроники
17. Гетерофазные пленочные структуры
18. Диагностика и классификация технических и ювелирных монокристаллов (геммология)
19. Современные методы и оборудование для производства монокристаллов для фотоники и электроники
20. Современные методы и оборудование для производства гетерофазных пленочных структур
21. Современные методы и оборудование для производства, обработки и облагораживания ювелирных кристаллов
22. Учебная практика: научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
23. Производственная практика: научно-исследовательская работа
24. Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
25. Деловой иностранный язык
26. Научная публицистика

входящих в ООП по направлению подготовки **«18.04.01 Химическая технология»**, магистерская программа **«Технология функциональных материалов электроники и фотоники»**, выполнены в виде отдельных документов, являющихся неотъемлемой частью данной ООП.

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

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

ФОС по дисциплинам, практикам, ГИА разрабатываются в соответствии с Порядком разработки и утверждения образовательных программ, утвержденным решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 25.06.2020, протокол № 12, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 29.06.2020 № 48-ОД.

ФОС по дисциплинам, практикам и ГИА (перечень дисциплин, практик и ГИА из учебного плана):

1. Профессионально-ориентированный иностранный язык
2. Управление проектами
3. Социология и психология профессиональной деятельности
4. Инструментальные методы исследования в химической технологии
5. Современное технологическое и аппаратурное оформление процессов химической технологии
6. Оптимизация химико-технологических процессов
7. Дополнительные главы математики
8. Информационные технологии в образовании
9. Коллоидная химия композиционных материалов электроники
10. Методы исследования и проектирования структуры и свойств поверхности материалов электроники
11. Методы синтеза наночастиц и наноконпозиционных материалов
12. Обработка результатов физико-химического анализа материалов
13. Основы фотоники
14. Применение САПР для проектирования процессов технологии ВФМ
15. Кристаллохимические особенности конструирования современных материалов фотоники, нано- и микроэлектроники
16. Монокристаллы для фотоники и электроники
17. Гетерофазные пленочные структуры
18. Диагностика и классификация технических и ювелирных монокристаллов (геммология)
19. Современные методы и оборудование для производства монокристаллов для фотоники и электроники
20. Современные методы и оборудование для производства гетерофазных пленочных структур
21. Современные методы и оборудование для производства, обработки и облагораживания ювелирных кристаллов
22. Учебная практика: научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
23. Производственная практика: научно-исследовательская работа
24. Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
25. Деловой иностранный язык
26. Научная публицистика

входящих в ООП по направлению подготовки «**18.04.01 Химическая технология**», магистерская программа «**Технология функциональных материалов электроники и фотоники**», выполнены в виде отдельных документов, являющихся неотъемлемой частью данной ООП.

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

Методические материалы по дисциплинам, практикам и ГИА (перечень дисциплин, практик и ГИА из учебного плана):

1. Профессионально-ориентированный иностранный язык
2. Управление проектами
3. Социология и психология профессиональной деятельности
4. Инструментальные методы исследования в химической технологии
5. Современное технологическое и аппаратурное оформление процессов химической технологии
6. Оптимизация химико-технологических процессов
7. Дополнительные главы математики
8. Информационные технологии в образовании
9. Коллоидная химия композиционных материалов электроники

10. Методы исследования и проектирования структуры и свойств поверхности материалов электроники
11. Методы синтеза наночастиц и нанокпозиционных материалов
12. Обработка результатов физико-химического анализа материалов
13. Основы фотоники
14. Применение САПР для проектирования процессов технологии ВФМ
15. Кристаллохимические особенности конструирования современных материалов фотоники, нано- и микроэлектроники
16. Монокристаллы для фотоники и электроники
17. Гетерофазные пленочные структуры
18. Диагностика и классификация технических и ювелирных монокристаллов (геомология)
19. Современные методы и оборудование для производства монокристаллов для фотоники и электроники
20. Современные методы и оборудование для производства гетерофазных пленочных структур
21. Современные методы и оборудование для производства, обработки и облагораживания ювелирных кристаллов
22. Учебная практика: научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
23. Производственная практика: научно-исследовательская работа
24. Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
25. Деловой иностранный язык
26. Научная публицистика

входящих в ООП по направлению подготовки «**18.04.01 Химическая технология**», магистерская программа «**Технология функциональных материалов электроники и фотоники**», выполнены в виде отдельных документов, являющихся неотъемлемой частью данной ООП.