

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. Профессора по УМР

(подпись)

Н.А. Макаров
(И.О. Фамилия)

06 2019 г.

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

по направлению 18.04.01 Химическая технология

**Магистерская программа:
Химическая технология материалов и изделий электроники
и нанoeлектроники**

форма обучения:
очная

Квалификация: **Магистр**

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«31» мая 2019 г.

Протокол № 11

Москва, 2019

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

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

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

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

– Приказ Минобрнауки России от «21» ноября 2014 г. № 1494 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки **18.04.01. Химическая технология** (уровень магистратуры)» (далее – ФГОС ВО по направлению подготовки **18.04.01. Химическая технология** (уровень магистратуры));

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

1.3. Общая характеристика программы магистратуры

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

Срок получения образования по программе магистратуры по направлению подготовки **18.04.01. Химическая технология**; по магистерской программе «**Химическая технология материалов и изделий электроники и нанoeлектроники**»:

в очной форме обучения составляет 2 года.

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

Программа магистратуры состоит из следующих блоков:

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

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

– Блок 3 «Государственная итоговая аттестация», который в полном объеме относится к базовой части программы и завершается присвоением квалификации, указан-

ной в перечне специальностей и направлений подготовки высшего образования, утвержденном Министерством образования и науки Российской Федерации.

Структура программы магистратуры

Структура программы магистратуры		Объем программы магистратуры в зачетных единицах
Блок 1	Дисциплины (модули)	58 – 60
	Базовая часть	18 – 21
	Вариативная часть	42 – 39
Блок 2	Практики, в том числе научно-исследовательская работа (НИР)	51 – 54
	Вариативная часть	51 – 54
Блок 3	Государственная итоговая аттестация	6 – 9
Объем программы магистратуры		120

Дисциплины (модули), относящиеся к базовой части программы магистратуры, являются обязательными для освоения обучающимся вне зависимости от направленности (профиля) программы, которую он осваивает. Набор дисциплин (модулей), относящихся к базовой части программы магистратуры, организация определяет самостоятельно в объеме, установленном ФГОС ВО по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология (уровень магистратуры), с учетом соответствующих примерных основных образовательных программ.

Дисциплины (модули), относящиеся к вариативной части программы магистратуры, практики (в том числе НИР) определяют направленность (профиль) программы. Набор дисциплин (модулей) и практик (в том числе НИР), относящихся к вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» и Блока 2 «Практики, в том числе научно-исследовательская работа (НИР)» программ академической или прикладной магистратуры, организация определяет самостоятельно в объеме, установленном ФГОС ВО по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология (уровень магистратуры). После выбора обучающимся направленности (профиля) программы набор соответствующих дисциплин (модулей), практик (в том числе НИР) становится обязательным для освоения обучающимся.

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

Типы учебной практики:

– практика по получению первичных профессиональных умений и навыков.

Типы производственной практики:

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

– НИР.

Способы проведения учебной и производственной практик:

– стационарная;

– выездная.

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

При разработке программ магистратуры организация выбирает типы практик в зависимости от видов деятельности, на которые ориентирована программа магистратуры. Организация вправе предусмотреть в программе магистратуры иные типы практик дополнительно к установленным ФГОС ВО по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология (уровень магистратуры).

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

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

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

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

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

Количество часов, отведенных на занятия лекционного типа, в целом по Блоку 1 «Дисциплины (модули)» составляет не более 20 процентов от общего количества часов аудиторных занятий, отведенных на реализацию этого Блока.

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

Объем программы магистратуры составляет 120 зачетных единиц.

1.4. Требования к поступающему

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

2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫПУСКНИКОВ, ОСВОИВШИХ ПРОГРАММУ МАГИСТРАТУРЫ

2.1. Область профессиональной деятельности выпускника

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.

Профессиональная деятельность выпускника направления **18.04.01.** – Химическая технология по профилю «Химическая технология материалов и изделий электроники и наноэлектроники» и магистерской программе «Химическая технология материалов и изделий электроники и наноэлектроники» направлена на реализацию современных микро и нанотехнологий в производстве материалов и изделий электронной техники.

Выпускник направления **18.04.01.** – Химическая технология по профилю «Химическая технология материалов и изделий электроники и наноэлектроники» и магистерской программе «Химическая технология материалов и изделий электроники и наноэлектроники» может осуществлять профессиональную деятельность на промышленных предприятиях различных форм собственности и в научно-исследовательских организациях, занима-

ющихся исследованием, производством и эксплуатацией материалов и изделий электронной техники.

Выпускник, освоивший программу магистратуры, в соответствии с видами профессиональной деятельности, на которые ориентирована программа магистратуры, готов решать следующие профессиональные задачи:

научно-исследовательская деятельность:

- постановка и формулирование задач научных исследований на основе результатов поиска, обработки и анализа научно-технической информации;
- разработка новых технических и технологических решений на основе результатов научных исследований в соответствии с планом развития предприятия;
- создание теоретических моделей технологических процессов, позволяющих прогнозировать технологические параметры, характеристики аппаратуры и свойства получаемых веществ, материалов и изделий;
- разработка программ и выполнение научных исследований, обработка и анализ их результатов, формулирование выводов и рекомендаций;
- координация работ по сопровождению реализации результатов работы в производстве;
- анализ, синтез и оптимизация процессов обеспечения качества испытаний, сертификации продукции с применением проблемно-ориентированных методов;
- подготовка научно-технических отчетов, аналитических обзоров и справок;
- защита интеллектуальной собственности, публикация научных результатов.

2.2. Объекты профессиональной деятельности выпускника

выпускников программ магистратуры являются:

- химические вещества и материалы;
- методы и приборы определения состава и свойств веществ и материалов;
- оборудование, технологические процессы и промышленные системы получения веществ, материалов, изделий, а также системы управления ими и регулирования.

2.3. Виды профессиональной деятельности выпускника.

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

- научно-исследовательская деятельность в области химической технологии.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ МАГИСТРАТУРЫ

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

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

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

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

способностью совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, получать знания в области современных проблем науки, техники и технологии, гуманитарных, социальных и экономических наук (ОК-4);

способностью к профессиональному росту, к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности (ОК-5);

способностью в устной и письменной речи свободно пользоваться русским и иностранным языками как средством делового общения (ОК-6);

способностью на практике использовать умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом (ОК-7);

способностью находить творческие решения социальных и профессиональных задач, готовностью к принятию нестандартных решений (ОК-8);

способностью с помощью информационных технологий к самостоятельному приобретению и использованию в практической деятельности новых знаний и умений, в том числе в областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ОК-9).

3.2. Выпускник, освоивший программу магистратуры, должен обладать следующими *Обще-профессиональными компетенциями*:

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

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

способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с направлением и профилем подготовки (ОПК-3);

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

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

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

способностью организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок, разрабатывать задания для исполнителей (ПК-1);

готовностью к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи (ПК-2);

способностью использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты (ПК-3).

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММ МАГИСТРАТУРЫ

4.1 Общая характеристика образовательной деятельности

Образовательная деятельность по программе магистратуры предусматривает:

– проведение учебных занятий по дисциплинам (модулям) в форме лекций, семинарских занятий, консультаций, лабораторных работ, иных форм обучения, предусмотренных учебным планом;

– проведение практик;

– проведение научных исследований в соответствии с направленностью программы магистратуры;

– проведение контроля качества освоения программы магистратуры посредством текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся, государственной итоговой аттестации обучающихся.

4.2. Учебный план подготовки студентов магистратуры

Учебный план подготовки магистров разработан в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология, утвержденному приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 21.11.2014 № 1494.

В учебном плане отображена логическая последовательность освоения циклов и разделов ООП (дисциплин, практик), обеспечивающих формирование компетенций. Ука-

зана общая трудоемкость дисциплин, модулей, практик в зачетных единицах, а также их общая и аудиторная трудоемкость в часах.

Учебный план подготовки магистров по направлению 18.04.01 Химическая технология, направленность (профиль) «Химическая технология материалов и изделий электроники и наноэлектроники» прилагается.

4.3. Календарный учебный график

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

4.4. Аннотации рабочих программ дисциплин

4.4.1. Дисциплины обязательной части (базовая часть)

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

1. Цели и задачи дисциплины

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по образовательной программе высшего образования – программе магистратуры 18.04.01 – Химическая технология, с рекомендациями методической секции Ученого совета РХТУ им. Д. И. Менделеева.

Программа относится к базовой части блока дисциплин учебного плана (Б1.Б.1) и рассчитана на изучение на 1 году обучения.

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

2. Компетенции магистра в области философских проблем науки и техники

Изучение дисциплины «Философские проблемы науки и техники» направлено на формирование и развитие следующих общекультурных компетенций:

- способности к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
- способности совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, получать знания в области современных проблем науки, техники и технологии, гуманитарных, социальных и экономических наук (ОК-4);

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

знать:

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

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

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

уметь:

- применять в НИОКР категории философии техники и химических технологий;

- анализировать приоритетные направления техники и химических технологий;

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

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

владеть:

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

3. Краткое содержание дисциплины:

Модуль 1. Место техники и технических наук в культуре цивилизации

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

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

Модуль 2. Техника и наука в их взаимоотношении

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

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

Модуль 3. Основные методологические подходы к пониманию сущности техники.

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

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

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

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4	144
Аудиторные занятия:	1,41	51
Лекции	0,44	16
Семинары (С)	0,97	35
Самостоятельная работа (СР):	1,59	57
Вид контроля: экзамен	1	36

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астрон. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному	4	108

плану		
Аудиторные занятия:	1,41	38,25
Лекции	0,44	12
Семинары (С)	0,97	26,25
Самостоятельная работа (СР):	1,59	42,75
Вид контроля: экзамен	1	27

**Аннотация рабочей программы дисциплины
«Теоретические и экспериментальные методы в химии»
(Б1.Б.02)**

1. Цель дисциплины - получение знаний о современных методах исследования, необходимых для данного направления подготовки. Основными задачами дисциплины является изучение теоретических и экспериментальных методов в химии, таких как «Определение элементного состава», «Дифракционные методы анализа», «Определение размеров частиц различных дисперсных материалов», «Методы определения удельной поверхности и других характеристик пористой структуры».

2. В результате изучения дисциплины магистрант должен:

Знать:

- основные особенности и характеристики дисперсных систем;
- основные методы определения элементного состава материалов;
- экспериментальные методы определения кристаллической структуры вещества;
- теоретические основы рентгенографии, нейтронографии, электронографии;
- основные методы определения размеров и формы частиц; статистические функции распределения для описания дисперсного состава;
- теоретические основы методов определения размеров частиц различных дисперсных материалов;
- теоретические основы адсорбции на пористых материалах;
- основные уравнения, описывающие адсорбцию на различных материалах;
- экспериментальные методы определения удельной поверхности, объема пор и распределения пор по размерам.

Уметь:

- определять элементный анализ дисперсных материалов;
- проводит идентификацию фаз моно и многофазных образцов по данным рентгенофазового анализа;
- определять параметры кристаллической решетки и размер кристаллитов по данным рентгенофазового анализа;
- составлять морфологическое описание, проводить дисперсионный анализ по данным микроскопических исследований, рассчитывать статистические распределения для дисперсионного анализа;
- проводить анализ пористой структуры;
- проводить расчет удельной поверхности, объема пор и распределения пор по размерам по данным адсорбционных измерений;

Владеть:

- методами определения элементного анализа;
- методами определения фазового состава и параметров кристаллической структуры соединения;
- методами определения размеров частиц различных дисперсных материалов;
- экспериментальными методами определения удельной поверхности, объема пор и распределения пор по размерам;
- теоретическими основами расчетов удельной поверхности и других характеристик пористой структуры из адсорбционных данных.

Изучение дисциплины «Теоретические и экспериментальные методы в химии» способствуют формированию следующих общих и общепрофессиональных компетенций: ОК-1, ОК-3, ОК-4, ОК-5, ОК-7, ОК-8, ОПК-4.

3. Краткое содержание дисциплины:

Модуль 1. Основные характеристики дисперсных систем

Классификация дисперсных систем. Основные характеристики дисперсных материалов и методы их исследования.

Модуль 2. Определение элементного состава

Атомная и рентгеновская спектроскопия, масс-спектрометрический анализ. Физико-химические основы методов. Аппаратурное оформление. Преимущества и ограничения различных методов определения элементного состава.

Модуль 3. Дифракционные методы анализа дисперсных систем

Физико-химические основы метода. Рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ. Электронография и Нейтронография. Аппаратурное оформление. Идентификация фаз в одно и многокомпонентных дисперсных системах. Определение параметров кристаллической решетки и размера кристаллита анализируемого вещества.

Модуль 4. Определение размера и формы частиц

Дисперсионный анализ. Методы дисперсионного анализа и интервалы их применимости. Различные формы элементов дисперсной фазы. Параметры, используемые для характеристики размеров частиц неправильной формы. Функции распределения и их графическое представление. Статистические распределения для описания дисперсного состава.

Микроскопические методы определения дисперсного состава. Оптическая микроскопия. Основы метода. Классификация оптических микроскопов. Основные методы исследования. Метод светлого и темного поля. Поляризация. Метод фазового контраста. Флуоресцентная микроскопия. Методика микроскопического анализа.

Электронная микроскопия. Основы метода. Аналитические методы, используемые в электронной микроскопии.

Просвечивающая электронная микроскопия. Принцип работы просвечивающего электронного микроскопа. Метод темного и светлого поля. Методика проведения анализа.

Сканирующая электронная микроскопия. Принцип работы сканирующего электронного микроскопа. Использование вторичных и отраженных электронов. Методика проведения анализа.

Сканирующая зондовая микроскопия. Основы метода. Преимущества и ограничения.

Сканирующая туннельная микроскопия. Принцип работы сканирующего туннельного микроскопа. Различные режимы работы микроскопа. Методика проведения анализа.

Атомно-силовая микроскопия. Принцип работы атомно-силового микроскопа. Различные режимы работы микроскопа. Методика проведения анализа.

Проведение дисперсионного анализа по микрофотографиям. Цифровое изображение и его обработка. Морфологическое описание. Методика проведения подсчета частиц. Расчет и построение кривых распределения частиц по размерам.

Определение размеров частиц методом светорассеяния. Турбидиметрия и нефелометрия. Преимущества и ограничения методов.

Фотон-корреляционная спектроскопия. Основы метода и аппаратное оформление. Преимущества и ограничения метода.

Седиментационный анализ. Седиментация в гравитационном и центробежном поле. Методы и приемы, используемые в седиментационном анализе. Аппаратурное оформление. Определение размеров частиц по седиментационно-диффузионному равновесию.

Определение размеров частиц методом малоуглового рассеяния. Суть и физические основы метода. Рассеяние рентгеновских и нейтронных лучей. Аппаратурное оформление. Преимущества и ограничения методов.

Модуль 5. Определение удельной поверхности и других характеристик пористых тел

Классификация и основные характеристики пористых тел. Особенности адсорбции на пористых телах. Экспериментальные методы измерения адсорбции. Аппаратурное оформление динамических и статических методов измерения адсорбции: принципиальные схемы и расчет величины адсорбции.

Метод БЭТ как стандартный метод определения удельной поверхности твердых тел. Выбор адсорбатов и условий проведения адсорбции. Одноточечный и многоточечный метод БЭТ. Условия применения уравнения Ленгмюра для определения удельной поверхности. Применение других уравнений для определения удельной поверхности из адсорбционных данных.

Адсорбция в мезопорах. Капиллярная конденсация, основные термины и определения. Изотермы капиллярной конденсации для модельных пор. Классификация типов петель адсорбционно-десорбционного гистерезиса и форма пор. Расчет распределения объема и удельной поверхности мезопор по размерам с использованием различных методов расчета (модельные и безмодельные). Учет толщины адсорбционного слоя при расчете распределения пор по размерам.

Адсорбция в микропорах. Теория объемного заполнения микропор Дубинина, ее применение для описания адсорбции на микропористых телах. Учет адсорбции на внешней поверхности при определении объема микропор. Прямые экспериментальные методы определения объема и размеров микропор.

Сравнительные методы, основанные на стандартных изотермах и эталонных образцах. Расчет истинного объема микропор и внешней удельной поверхности с использованием сравнительных методов.

4. Объем учебной дисциплины:

Виды учебной работы	Объем	
	В зачетных единицах	В академических часах
Общая трудоемкость дисциплины	3	108
Аудиторные занятия:	0,94	34
Лекции	0,25	9
Практические занятия	0,69	25
Лабораторные работы	-	-
Самостоятельная работа:	1,06	38
Расчетно-графические работы		-
Другие виды самостоятельной работы	1,06	38
Вид итогового контроля: экзамен	1	36

Виды учебной работы	Объем	
	В зачетных единицах	В астрономических часах
Общая трудоемкость дисциплины	3	81
Аудиторные занятия:	0,94	25,5
Лекции	0,25	6,75
Практические занятия	0,69	18,75
Лабораторные работы	-	-
Самостоятельная работа:	1,06	28,5
Расчетно-графические работы		-
Другие виды самостоятельной работы	1,06	28,5
Вид итогового контроля: экзамен	1	27

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

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

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

Обладать следующими компетенциями:

- готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3);
- способностью к профессиональному росту, к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности (ОК-5);
- способностью в устной и письменной речи свободно пользоваться русским и иностранным языками как средством делового общения (ОК-6);
- готовностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-1);
- готовностью руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОПК-2).

Знать:

- основные способы сочетаемости лексических единиц и основные словообразовательные модели;
- русские эквиваленты основных слов и выражений профессиональной речи; основные приемы и методы реферирования и аннотирования литературы по специальности;
- пассивную и активную лексику, в том числе общенаучную и специальную терминологию, необходимую для работы над типовыми текстами;
- приемы работы с оригинальной литературой по специальности.

Уметь:

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

Владеть:

- иностранным языком на уровне профессионального общения, навыками и умениями речевой деятельности применительно к сфере бытовой и профессиональной коммуникации, основами публичной речи;
- формами деловой переписки, навыками подготовки текстовых документов в управленческой деятельности;
- основной иноязычной терминологией специальности;
- основами реферирования и аннотирования литературы по специальности.

3. Краткое содержание дисциплины:

Модуль 1. Общелингвистические аспекты делового общения на иностранном языке.

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

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

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

Порядок слов в предложении.

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

3. Практика устной речи по темам: «Говорим о себе», «В городе», «Район, где я живу». Лексические особенности монологической речи. Речевой этикет делового общения (знакомство, представление, установление и поддержание контакта, запрос и сообщение информации, побуждение к действию, выражение просьбы, согласия). Фонетические характеристики изучаемого языка. Особенности диалогической речи по пройденным темам.

4. Грамматические трудности изучаемого языка:

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

Модуль 2. Чтение, перевод и особенности специальной бизнес литературы.

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

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

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

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

7. Грамматические трудности изучаемого языка:

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

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

8. Изучающее чтение текстов по тематике: «Химическая лаборатория»; «Измерения в химии».

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

Модуль 3. Профессиональная коммуникация в сфере делового общения

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

Устный обмен информацией: Устные контакты в ситуациях делового общения.

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

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

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

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

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

Общее количество модулей - 3.

4 Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	2	72

Контактная работа (КР):	0,94	34
Лекции учебным планом не предусмотрены	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0.94	34
Лабораторные занятия учебным планом не предусмотрены	-	-
Самостоятельная работа (СР):	1.06	38
Упражнения по соответствующим разделам дисциплины	1.06	38
Вид контроля: зачет / экзамен	-	зачет

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	2	54
Контактная работа (КР):	0,94	25.5
Лекции учебным планом не предусмотрены	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0.94	25.5
Лабораторные занятия учебным планом не предусмотрены	-	-
Самостоятельная работа (СР):	1.06	28,5
Упражнения по соответствующим разделам дисциплины	1.06	28,5
Вид контроля: зачет / экзамен	-	зачет

**Аннотация рабочей программы дисциплины
«Избранные главы процессов и аппаратов химических технологий»
(Б1.Б.04)**

1. Целью изучения дисциплины является формирование у обучающихся общепрофессиональных компетенций, углубление и расширение знаний в области массообменных процессов химической технологии, в том числе с участием твердой фазы, и ряда тепловых процессов, позволяющих выпускникам осуществлять научно-исследовательскую и производственную деятельность.

2. В результате изучения дисциплины «Избранные главы процессов химических технологий» при подготовке магистров по направлению «Химическая технология» выпускник должен обладать следующими компетенциями:

Общекультурными:

ОК-1: способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу;

ОК-4: способностью совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, получать знания в области современных проблем науки, техники и технологии, гуманитарных, социальных и экономических наук;

ОК-5: способностью к профессиональному росту, к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности.

Общепрофессиональными:

ОПК-3: способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с направлением и профилем подготовки;

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

После изучения дисциплины «Избранные главы процессов химических технологий» обучающийся должен:

знать:

- теоретические основы процессов массопереноса в системах с участием твердой фазы; методы расчета массообменных аппаратов;

- основные закономерности равновесия и кинетики массообменных процессов с участием твердой фазы;

- методы интенсификации работы массообменных аппаратов;
- закономерности процесса выпаривания растворов, тепловые и материальные балансы процесса, методы расчета одно и многокорпусных выпарных установок;
- закономерности влияния структуры потоков в аппаратах на технологические процессы;
- основные уравнения равновесия при адсорбции и ионном обмене, динамику сорбции; методы расчета адсорбционных аппаратов;

уметь:

- определять основные характеристики процессов с участием твердой фазы;
- определять параметры процессов в промышленных аппаратах с участием твердой фазы;
- решать конкретные задачи расчета и интенсификации массообменных процессов;
- определять параметры процесса выпаривания;
- использовать знания структуры потоков для расчета аппаратов;

владеть:

- методами определения основных параметров оборудования, используемого для проведения технологических процессов с участием твердой фазы;
- методами определения основных параметров оборудования, используемого для проведения процессов выпаривания;
- методами определения реальной структуры потоков в аппаратах для определения параметров технологических процессов.

3. Краткое содержание разделов дисциплины

Модуль 1. Процессы и аппараты выпаривания растворов.

Процесс выпаривания растворов и области его применения. Процесс выпаривания растворов в одноступенчатых выпарных аппаратах. Материальный баланс однокорпусного выпарного аппарата. Определение расхода энергии на проведение процесса в однокорпусном выпарном аппарате. Определение температуры кипения раствора. Виды температурных потерь (депрессий) и их определение. Многокорпусное выпаривание, схемы прямоточных и противоточных установок. Материальный и тепловой баланс многокорпусных выпарных установок. Определение полезной разности температур в многокорпусной выпарной установке и способы ее распределения по корпусам. Конструкции выпарных аппаратов.

Модуль 2. Структура потоков в тепло и массообменных аппаратах и реакторах.

Влияние продольного перемешивания на эффективность работы колонных массообменных аппаратов и теплообменной аппаратуры. Структура потоков в случае простейших идеальных моделей: идеальное вытеснение (МИВ) и идеальное смешение (МИС). Методы исследования структуры потоков. Импульсный и ступенчатый ввод трассера. Время пребывания. Дифференциальная и интегральная функции распределения времени пребывания, их взаимосвязь. Математические модели структуры потоков в приближении к реальным системам. Ячеечная модель: число ячеек идеального смешения как параметр модели. Диффузионная однопараметрическая модель: среднее время пребывания, дисперсия. Дисперсионное число (обратный критерий Пекле, коэффициент продольного перемешивания).

Модуль 3. Изучение процесса сушки в химической промышленности

Контактная и конвективная сушки. Сушильные агенты, используемые в процессе сушки. Свойства влажного воздуха как сушильного агента. «Н-Х» диаграмма состояния влажного воздуха (диаграмма Рамзина). Материальный и тепловой баланс конвективной сушильной установки. Теоретическая (идеальная) сушилка. Внутренний баланс сушильной камеры. Уравнение рабочей линии процесса сушки. Изображение процесса сушки на «Н-Х» диаграмме. Смещение газов различных параметров. Варианты проведения процесса конвективной сушки: основной; с дополнительным подводом теплоты в сушильной камере; с промежуточным подогревом воздуха по зонам сушильной камеры; с рециркуляцией части отработанного воздуха. Контактная сушка. Равновесие фаз при сушке. Формы связи влаги с материалом. Изотермы сушки. Гигроскопическая точка материала. Кинетика

сушки. Кривая сушки и кривая скорости сушки. Конструкции конвективных сушилок: камерная; многоярусная ленточная; барабанная; пневматическая; петлевая; распылительная. Сушка в кипящем слое.

Модуль 4. Адсорбция в системе «жидкость – твердое» и «газ - твердое». Экстракция в системе «жидкость - жидкость».

Адсорбция в системе, «газ – твердое» и « жидкость твердое». Кинетика массопереноса в пористых телах: микро-, мезо- и макропоры. Равновесие при адсорбции. Изотермы адсорбции. Статическая и динамическая активность адсорбентов. Фронт адсорбции. Устройство и принцип действия адсорберов. Теоретические основы экстракции в системе «жидкость-жидкость». Изображение состава фаз и процессов на тройной диаграмме. Предельные расходы экстрагента. Многоступенчатая экстракция с перекрестным и противоточным движением фаз. Методы расчета основных типов экстракционных аппаратов. Промышленная экстракционная аппаратура.

4. Объем учебной дисциплины

	Количество зачетных един.	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины	3	108
Аудиторные занятия:	1,41	51
Лекции	0,44	16
Практические занятия	0,97	35
Самостоятельная работа:	1,09	39
Расчетно-графические работы	0,67	24
Другие виды самостоятельной работы	0,41	15
Вид итогового контроля (экзамен)	0,5	18

	Количество зачетных един.	В астроном. часах
Общая трудоемкость дисциплины	3	81
Аудиторные занятия:	1,41	38,25
Лекции	0,44	12
Практические занятия	0,97	26,25
Самостоятельная работа:	1,09	29,25
Расчетно-графические работы	0,67	18
Другие виды самостоятельной работы	0,41	11,25
Вид итогового контроля (экзамен)	0,5	13,5

Аннотация рабочей программы дисциплины «Оптимизация химико-технологических процессов» (Б1.Б.05)

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. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины способствует формированию следующих компетенций:

Общекультурных:

- готовностью действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую

ответственность за принятые решения (ОК-2);

- готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3);
- способностью к профессиональному росту, к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности (ОК-5);
- способностью на практике использовать умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом (ОК-7);
- способностью находить творческие решения социальных и профессиональных задач, готовностью к принятию нестандартных решений (ОК-8);
- способностью с помощью информационных технологий к самостоятельному приобретению и использованию в практической деятельности новых знаний и умений, в том числе в областях знаний, непосредственно связанных со сферой деятельности (ОК-9);

Общепрофессиональных:

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

В результате изучения дисциплины студент должен:

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

Модуль 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.

Модуль 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 функции 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 – \backslash (-1). 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).

Модуль 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.

Модуль 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.

Модуль 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

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4	144
Аудиторные занятия:	1,41	51
Лекции (Лек)	0,31	11
Лабораторные занятия (Лаб)	0,44	16
Практические занятия (Практ)	0,69	25
Самостоятельная работа (СР):	2,59	90
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,59	90
Вид контроля: зачет	-	-

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4	108
Аудиторные занятия:	1,41	38,25
Лекции (Лек)	0,31	8
Лабораторные занятия (Лаб)	0,44	12
Практические занятия (Практ)	0,69	19
Самостоятельная работа (СР):	2,59	69,75
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,59	69,75
Вид контроля: зачет	-	-

**Аннотация рабочей программы дисциплины
«Оценка рисков и экономической эффективности
при внедрении инновационных решений и технологий»
(Б1.Б.06)**

1. Цель дисциплины – получение системы научных знаний в области современных проблем науки, техники и технологий, с применением методологии комплексной оценки и анализа основных рисков при внедрении инновационных технологий в системе национальной экономики с использованием инструментов эффективного управления на базе знаний экономических закономерностей и умений обучающихся для использования экономических расчетов в научной и профессиональной деятельности, а также обучение экономическому мышлению и использованию, полученных знаний, в дальнейшем.

2. В результате изучения дисциплины магистрант должен: обладать способностью совершенствоваться и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, получать знания в области современных проблем науки, техники и технологии, гуманитарных, социальных и экономических наук (**ОК-4**);

– *Знать:*

- теоретические особенности и действующую практику в области оценки экономической эффективности и управления инновационными рисками;
- современные методы ведения научной, предпринимательской деятельности, инновационные процессы, происходящие в национальной экономике;
- методы оценки и технико-экономического обоснования инновационных и инвестиционных проектов для формирования навыков управления проектами в научной сфере деятельности;
- методами комплексного анализа и оценки современных научных достижений, генерирования новых идей при решении исследовательских и научно-практических задач в области техники и технологий;

Уметь:

- принимать оптимальные решения с учетом динамики внешней и внутренней среды научной организации;
- проводить оценку и экономический анализ научной, технической документации в области современных, инновационных видов деятельности;
- применять теоретические знания, полученные в результате изучения дисциплины, по выбору современных и инновационных технологий в области техники при написании научных статей, отчетов и выпускной квалификационной работы;
- применять методы экономических расчетов, а также способы и технологии обучения экономическому мышлению для использования, полученных знаний, в дальнейшем в своей научной и профессиональной деятельности;
- рассчитать и оценить экономическую эффективность, условия и последствия принимаемых, организационных, экономических и управленческих решений в области научной деятельности.

Владеть:

- навыками системного подхода к экономической оценке и анализу эффективно-го управления различными объектами и сырьевыми потоками в научной, исследовательской деятельности в условиях высоких рисков и неопределенности.
- методологическими подходами, особенностями синтеза и выявления взаимосвязей состава, структуры, свойств и технологий управления, обеспечивающими обоснованное принятие решений при разработке и внедрении инновационных проектов для различных областей науки и техники;
- методами и способами работы в информационной среде, по принятию и достижению стратегических целей и тактических задач, принимаемых решений;
- инструментами оценки коммерческой привлекательности инвестиционного проекта, коммерциализации инноваций, специфики научного, инновационного предпринимательства;

2. Краткое содержание дисциплины:

Неопределенность и риск: общие понятия и приближенные методы учета.

Общее понятие о неопределенности и риске. Множественность сценариев реализации проекта. Понятия об эффективности и устойчивости проекта в условиях неопределенности. Формирование организационно-экономического механизма реализации инновационных решений с учетом факторов неопределенности и риска. Основные системы управления. Укрупненная оценка устойчивости инвестиционного проекта. Премия за риск. Кумулятивный метод оценки премии за риск. Модель оценки капитальных активов (САРМ). Управление по MRP-системе и др.

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

Оптимизация и рациональный отбор проектов. Задачи отбора и оптимизации проектов и общие принципы их решения. Учет вложений собственных ресурсов. Методы альтернативных решений, альтернативных издержек, единовременные и текущие альтернативные издержки. Альтернативная стоимость ресурса, Альтернативные издержки в условиях риска и др. показатели, оцениваемые при расчете эффективности принятия решений. Составление реестра причинно-следственных связей проявления рисков. Количественная оценка рисков.

Нетрадиционные подходы к оценке инновационных рисков. Современная и будущая стоимости денежного потока. Теоретические основы дисконтирования в условиях неопределенности. Особенности оценки проектов в условиях современной российской экономики. Оценка финансовой реализуемости проекта и эффективности участия в нем акционерного капитала. Использование опционной техники при оценке инвестиций. Различные аспекты влияния фактора времени. Последовательность проявления рисков.

Предварительная аналитическая оценка проекта. Упрощенный пример оценки эффективности и финансовой реализуемости проекта. Обычная методика. Уточненная методика. Определение ЧДД. Определение ВИД. Определение срока окупаемости от начала проекта. Определение финансовой реализуемости проекта и эффективности акционерного капитала.

Пример полного расчета показателей эффективности инвестиционного проекта. Исходные данные. Макро- и микро- экономическое окружение. Инструменты целеполагания в системе рисков. Основные сведения об операционной деятельности. Инновационно-инвестиционная деятельность. Методология оценки рисков научной и профессиональной деятельности в условиях неопределенности. Проведение расчетов экономической эффективности. Общие положения. Расчет показателей общественной эффективности проекта.

Расчет показателей коммерческой эффективности проекта. Расчет показателей эффективности участия в проекте. Оценка бюджетной эффективности. Расчет рисков. Результаты расчетов

3. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	2	72
Аудиторные занятия:	0,94	34
Лекции (Лек)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34
Самостоятельная работа (СР):	1,06	38
Реферат (экономический расчет, оценка риска)	1,06	38
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		
Вид контроля: зачет / экзамен	-	зачет

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	2	54
Аудиторные занятия:	0,94	25,5
Лекции (Лек)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,94	25,5
Самостоятельная работа (СР):	1,06	28,5
Реферат (экономический расчет, оценка риска)	1,06	28,5
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	-	
Вид контроля: зачет / экзамен	-	зачет

4.4.2. Дисциплины вариативной части

Аннотация рабочей программы дисциплины

«Дополнительные главы математики в химической технологии материалов и изделий электроники и наноэлектроники»

(Б1.В.01)

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

2. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение курса **Дополнительные главы математики** при подготовке магистров по направлению **18.04.01 Химическая технология (магистерская программа «Химическая технология материалов и изделий электроники и наноэлектроники»)** способствует приобретению следующих компетенций: ОПК-4, ПК-3.

В результате изучения дисциплины студент должен:

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. Содержание разделов дисциплины

Введение.

Основные статистические методы анализа экспериментальных данных.

1. Основы математической статистики.

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

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

2. Статистические методы анализа данных

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

Однофакторный и двухфакторный дисперсионный анализ.

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

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

4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	2	72
Аудиторные занятия:	0,94	34
Лекции (Лек)	0,44	16
Практические занятия (ПЗ)	0,5	18
Самостоятельная работа (СР):	1,06	38

Вид контроля: экзамен/зачет		Зачет с оценкой
--	--	------------------------

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	2	54
Аудиторные занятия:	0,94	25,5
Лекции (Лек)	0,44	12
Практические занятия (ПЗ)	0,5	13,5
Самостоятельная работа (СР):	1,06	28,5
Вид контроля: экзамен/зачет		Зачет с оценкой

**Аннотация рабочей программы дисциплины
«Информационные технологии в образовании»
(Б1.В.02)**

1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является подготовка студентов в области информационного сопровождения научной деятельности, привитие навыков самостоятельного поиска химической информации в различных источниках.

Основными задачами дисциплины являются: ознакомление студентов с наиболее представительными отечественными и зарубежными информационными ресурсами, с современными информационными технологиями и Интернет-технологиями, используемыми для сопровождения научной деятельности, а также возможностями применения их при решении конкретных практических задач.

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

Обладать следующими общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями:

- готовностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-1);
- готовностью руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОПК-2);
- готовностью к защите объектов интеллектуальной собственности и коммерциализации прав на объекты интеллектуальной собственности (ОПК-5);
- способностью организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок, разрабатывать задания для исполнителя (ПК-1);
- способностью использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты (ПК-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:

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

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

Модуль 2. Информационные ресурсы сети Internet. Отечественные источники информации по химии и смежным областям.

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

Модуль 3. Информационные ресурсы сети Internet. Зарубежные источники информации по химии и смежным областям.

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

Модуль 4. Источники патентной информации.

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

Модуль 5. Интернет как технология и информационный ресурс.

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

4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	2,0	72
Аудиторные занятия:	0,94	34
Лекции (Лек)	–	–
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34
Самостоятельная работа (СР):	1,06	38
Реферат	0,53	19
Другие виды самостоятельной работы	0,53	19
Вид контроля: зачет/экзамен		Зачет

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	2,0	54
Аудиторные занятия:	0,94	25,5
Лекции (Лек)	–	-
Практические занятия (ПЗ)	0,94	25,5
Самостоятельная работа (СР):	1,06	28,5
Реферат	0,53	14,25
Другие виды самостоятельной работы	0,53	14,25
Вид контроля: зачет/экзамен		Зачет

Аннотация рабочей программы дисциплины «Коллоидная химия композиционных материалов электроники» (Б1.В.03)

1. Цель дисциплины – углубление знаний о поверхностных явлениях, происходящих на границах раздела фаз при формировании материалов и изделий электроники и нанoeлектроники; формирование умений в области направленного регулирования коллоидно-химических свойств наполненных систем и формирование компетенций в области получения композиционных материалов для электроники и

нанoeлектроники 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 студент должен

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 не-ньютоновских систем.

Изучение дисциплины «Коллоидная химия композиционных материалов электроники» способствует формированию следующих компетенций:

Общепрофессиональных:

способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с направлением и профилем подготовки (ОПК-3);

Профессиональных:

готовностью к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи (ПК-2);

способностью использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты (ПК-3).

3. Краткое содержание дисциплины

Модуль 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.

Модуль 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.

Модуль 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.

Модуль 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.

4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем	
	В зачетных единицах	В академических часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	2	72
Аудиторные занятия:	0,94	34
Лекции (Лек)	0,25	9
Практические занятия (ПЗ)	0,69	25
Самостоятельная работа (СР)	1	38
Реферат	0,53	19
Другие виды самостоятельной работы	0,53	19
Вид итогового контроля: зачет с оценкой	–	–

Вид учебной работы	Объем
--------------------	-------

	В зачетных единицах	В астрономических часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	2	54
Аудиторные занятия:	0,94	25,5
Лекции (Лек)	0,25	6,75
Практические занятия (ПЗ)	0,69	18,75
Самостоятельная работа (СР)	1	28,5
Реферат	0,53	14,25
Другие виды самостоятельной работы	0,53	14,25
Вид итогового контроля: зачет с оценкой	–	–

**Аннотация рабочей программы дисциплины
«Методы исследования и проектирования структуры и свойств поверхности
материалов электроники» (Б1.В.04)**

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 студент должен

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.

Изучение дисциплины «Методы исследования и проектирования структуры и свойств поверхности материалов электроники» способствует формированию следующих компетенций:

Общепрофессиональных:

способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с направлением и профилем подготовки (ОПК-3);

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

Профессиональных:

способностью организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок, разрабатывать задания для исполнителей (ПК-1);

готовностью к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи (ПК-2);

способностью использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты (ПК-3).

3. Краткое содержание дисциплины

Модуль 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.

Модуль 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.

Модуль 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.

Модуль 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 рН 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.

4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем	
	В зачетных единицах	В академических часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	2	72
Аудиторные занятия:	0,94	34
Лекции (Лек)	–	–
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34
Лабораторные работы (ЛР)	–	–
Самостоятельная работа (СР)	1,06	38
Реферат	0,25	9
Самостоятельное изучение разделов курса	0,81	29
Вид итогового контроля: зачет	–	–

Вид учебной работы	Объем	
	В зачетных единицах	В академических часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	2	54
Аудиторные занятия:	0,94	25,5
Лекции (Лек)	–	–
Практические занятия (ПЗ)	0,94	25,5
Лабораторные работы (ЛР)	–	–
Самостоятельная работа (СР)	1,06	28,5
Реферат	0,25	6,75
Самостоятельное изучение разделов курса	0,81	21,75
Вид итогового контроля: зачет	–	–

Аннотация рабочей программы дисциплины «Методы синтеза наночастиц и нанокomпозиционных материалов» (Б1.В.05)

1. Цель дисциплины – углубление знаний, умений, владений и формирование компетенций в области синтеза наночастиц и нанокomпозиционных материалов на основе тугоплавких неметаллических и силикатных материалов (ТНиСМ), строения кристаллических и стеклообразных твердых тел, термодинамики фазообразования в силикатных системах, взаимосвязей «состав – структура – условия синтеза – свойства» ТНиСМ, а также в области современных и перспективных ТНиСМ и направлений дальнейшего развития этой области материаловедения.

2. В результате изучения дисциплины магистр должен:

Обладать следующими общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями:

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

приборов в соответствии с направлением и профилем подготовки (ОПК-3);

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

- способностью организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок, разрабатывать задания для исполнителей (ПК-1);

- готовностью к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи (ПК-2);

- способностью использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты (ПК-3).

Знать:

- современные научные достижения и перспективные направления работ в области синтеза наночастиц и нанокomпозиционных материалов на основе тугоплавких неметаллических и силикатных материалов;

- современные кристаллохимические, термодинамические, структурные представления о строении и свойствах твердых тел как звеньях единой цепи;

- технологические процессы синтеза наночастиц и нанокomпозиционных материалов на основе ТНиСМ, основы проектирования и практические аспекты исследования их состава, структуры и свойств, области применения;

- основные пути создания новых методов синтеза наночастиц и нанокomпозиционных материалов на основе ТНиСМ для применения в различных областях хозяйства.

Уметь:

- проводить анализ научно-технической литературы в области современных и перспективных методов синтеза наночастиц и нанокomпозиционных материалов на основе ТНиСМ;

- формулировать требования к материалам и определять эффективные пути создания новых методов синтеза наночастиц и нанокomпозиционных материалов на основе ТНиСМ с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения;

- проводить экспериментальные исследования состава, структуры и свойств наночастиц и нанокomпозиционных материалов на основе ТНиСМ;

- применять теоретические знания по современным и перспективным методам синтеза наночастиц и нанокomпозиционных материалов на основе ТНиСМ 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 на основе ТНиСМ;

- методологическими подходами, особенностями синтеза и выявления взаимосвязей состава, структуры, свойств и технологии наночастиц и нанокomпозиционных материалов на основе ТНиСМ, 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 на основе ТНиСМ;

- способностью и готовностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области синтеза наночастиц и нанокomпозиционных материалов на основе ТНиСМ с учетом правил соблюдения авторских прав.

3. Краткое содержание дисциплины:

Введение. Наноматериалы и их перспективы.

Классификации наноматериалов: в зависимости от их размеров элементов структуры при синтезе наночастиц и нанокomпозиционных материалов на основе тугоплавких неметаллических и силикатных материалов (ТНиСМ), по геометрическим параметрам 0D-, 1D-, 2D- и 3D-наноматериалы. Классификация методов получения 0D-наноматериалов (наночастиц) по окружающей среде, в которой происходит получение прекурсора. Влияние на синтез наночастиц внешнего давления, вызываемого силами Лапласа.

Методы получения наночастиц в жидкой среде. Методы получения наночастиц газовой среде. Методы получения наночастиц с участием плазмы. Механохимический синтез наночастиц. Темплатный синтез наночастиц. Методы получения полых наночастиц. Модификация поверхности наночастиц. Создание покрытий на наночастицах. Перспективы получения монофракционных нанопорошков. Проблемы хранения и транспортировки нанопорошков.

Условия и механизмы получения 1D-наноматериалов на основе тугоплавких неметаллических и силикатных материалов (ТНиСМ): получение в жидкой фазе, в газовой фазе, с участием плазмы, в твердой фазе, темплатные методы получения. Перспективные области применения 1D-наноматериалов.

Условия и механизмы получения 2D-наноматериалов: получение в жидкой фазе, в газовой фазе, с участием плазмы, в твердой фазе, темплатные методы получения. Перспективные области применения 2D-наноматериалов.

Классификация композитов по составу дисперсионной среды и дисперсной фазы. Нанокomпозиты на основе ТНиСМ и классификация методов их получения. Методы получения нанокomпозитов распределением в дисперсионной среде дисперсной фазы в виде 0D-, 1D-, 2D- и 3D-наноматериалов. Способы распределения дисперсной фазы в дисперсионной среде. Формование полуфабриката из формовочной массы. Синтез нанокomпозитов (растворение-конденсация, спекание).

Получение нанокomпозитов на основе ТНиСМ при пластических деформациях образца под высоким давлением. Проблемы сохранения наноструктур в нанокomпозитах. Получение нанокomпозитов распадом неустойчивых структур в твердой фазе. Темплатные методы получения нанокomпозитов.

Заключение. Тенденции дальнейшего развития и перспективные области применения методов синтеза наночастиц и нанокomпозиционных материалов на основе ТНиСМ.

4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	3,0	108
Аудиторные занятия:	0,94	34
Лекции (Л)	0,25	9
Практические занятия (ПЗ)	0,69	25
Самостоятельная работа (СР):	2,06	74
Вид контроля: зачет / экзамен		Зачет

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	3,0	81
Аудиторные занятия:	0,94	25,5
Лекции (Л)	0,25	6,75
Практические занятия (ПЗ)	0,69	18,75
Самостоятельная работа (СР):	2,06	55,5
Вид контроля: зачет / экзамен		Зачет

**Аннотация рабочей программы дисциплины
«Применение САПР для проектирования процессов технологии ВФМ» (Б1.В.06)**

1. Цель изучения дисциплины:

- получение магистрантом знаний в области применения систем автоматизированного проектирования процессов технологии с использованием вакуум-формовочных машин;

- ознакомление с программным продуктом, реализующим численное моделирование технологических процессов.

2. После изучения данной дисциплины выпускник по направлению подготовки магистров 18.04.01 «Химическая технология» должен обладать следующими компетенциями:

общепрофессиональные

- способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с направлением и профилем подготовки (ОПК-3);
- готовностью к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез (ОПК-4);

профессиональные

- способностью организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок, разрабатывать задания для исполнителей (ПК-1);
- готовностью к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи (ПК-2);
- способностью использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты (ПК-3);

В результате изучения курса «Применение САПР для проектирования процессов технологии ВФМ» студент должен:

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.

Программа дисциплины включает 10 тем практических занятий:

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 контактном 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.

3. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах.	В астрон. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	2	72	54
Аудиторные занятия:	0,94	34	25,5
Лекции (Лек)	-	-	
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34	25,5
Самостоятельная работа (СР):	1,06	38	28,5
Вид контроля: зачет / экзамен		зачет	зачет

Аннотация рабочей программы дисциплины

«Современные методы характеристики и контроля качества монокристаллических и нано-структурированных материалов и пленочных структур технического и ювелирного назначения»

(Б1.В.07)

1. **Цели дисциплины** – обучение студентов магистратуры знаниям, умениям и навыкам применения различных методов исследования материалов электроники и фотоники.

2. В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

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

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций: ОПК-3, ОПК-4, ПК-1, ПК-2, ПК-3.

3. Краткое содержание дисциплины:

3.1. 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.

3.2. 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.

3.3. 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.

3.4. 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 ко-

лебаний – 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.

3.5. 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

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	3	108
Аудиторные занятия:	0,94	34
Лекции (Лек)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34
Лаборатория	-	-
Самостоятельная работа (СР):	1,56	56
Курсовая работа	0,5	18
Реферат	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,06	40
Вид контроля: зачет / экзамен	0,5	18 Зачет с оценкой

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	3	81
Аудиторные занятия:	0,94	25,5
Лекции (Лек)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,94	25,5
Лаборатория	-	-
Самостоятельная работа (СР):	1,56	42,1
Курсовая работа	0,5	13,5
Реферат	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,06	28,6
Вид контроля: зачет / экзамен	0,5	13,5 Зачет с оценкой

**Аннотация рабочей программы дисциплины
«Экологические аспекты современного производства материалов и компонентов
микро- и нанoeлектроники»**

(Б1.В.08)

1. **Цели дисциплины** – обучение аспирантов знаниям, умениям и навыкам использования информации о экологических проблемах производства материалов и компонентов микро- и нанoeлектроники формирование и совершенствование комплексного экологического сознания, понимания функционирования природных систем, ответственного отношения к природе, рационального природопользования и сохранения природных ресурсов.

2. В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- основные принципы, понятия и законы экологии; строение и свойства биосферы, признаки живой материи, экологические особенности основных систематических групп организмов;
- привила рационального природопользования, виды и степень воздействия человека на природу, глобальные и региональные экологические проблемы, малоотходные и безотходные технологии;
- основные принципы, понятия экологии техносферы, вопросы инженерной экологии и взаимодействия человека и техносферы;
- экологические проблемы производства и технологии компонентов микро- и нанoeлектроники.

Уметь:

- применять экологические знания для познания структуры, закономерностей развития и устойчивости производства материалов нанoeлектроники;
- применять экологические знания для познания структуры, закономерностей развития и устойчивости производства компонентов микроэлектроники;
- оценивать в первом приближении экологические риски, возникающие при производстве современных материалов и компонентов микро- и нанoeлектроники;
- применять экологические законы в конкретных областях науки и техники, обеспечивая при этом охрану окружающей среды и рациональное природопользование

Владеть:

- навыками экологического мониторинга производства материалов и компонентов микро и нанoeлектроники;
- навыками оценки влияния производственных факторов на человека и окружающую среду.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций: ОПК-4, ПК-1, ПК-2, ПК-3.

3. Краткое содержание дисциплины:

Экология – это наука, изучающая взаимодействие живых организмов между собой и с окружающей средой. Объектами изучения экологов являются *популяции организмов, биоценозы, экосистемы, биосфера*. Под биосферой понимается область активной жизни, охватывающая нижнюю часть атмосферу, всю гидросферу и верхнюю часть литосферы. В биосфере живые организмы (живое вещество) и среда их обитания тесно взаимодействуют между собой, образуя целостную динамическую систему – глобальную экосистему.

В процессе своей производственной деятельности человек оказывает непрерывное и все возрастающее воздействие на окружающую его среду обитания, решая при этом две основные задачи:

- обеспечивает свои потребности в энергии, пище, воде и воздухе;
- изолируется от негативных воздействий, как со стороны среды обитания, так и себе подобных.

На протяжении длительного времени среда обитания человека медленно изменяла свой облик (исчезали вырубленные леса, теряли плодородие пахотные земли, высыхали от неумеренного водопотребления реки, озера и т. д.), но в последнее время (начиная примерно с середины XIX века) уровень таких негативных изменений стал особенно заметен в связи с возросшим уровнем энерговооруженности человека и с ростом его потребностей.

Этим изменениям во многом способствовали:

- высокие темпы роста численности населения на Земле.
- концентрация населения (урбанизация);
- истощение природных ресурсов;
- загрязнение окружающей среды бытовыми отходами и отходами производства;
- малая эффективность сельскохозяйственного производства;
- огромные затраты на гонку вооружений и пр.

На современном этапе человек столкнулся с глобальными экологическими проблемами, среди которых к основным можно отнести:

- все возрастающее загрязнение окружающей среды;
- развитие парникового эффекта;
- разрушение озонового слоя Земли

И все же в связи с современным уровнем развития производительных сил, уровнем развития науки возникает реальная возможность научно обоснованного природопользования.

Воздействие человека на природу называют *антропогенным*. Антропогенное воздействие на природу, окружающую среду заканчивается точечными, локальными или глобальными ее изменениями. Эти изменения могут рассматриваться как образование первичных и вторичных отходов. Антропогенные загрязнения делятся на:

- 1) материальные (механические, химические, биологические);
- 2) физические (энергетические).

К материальным загрязнениям относят любые виды загрязнений, имеющих вещественное строение. Это металлические предметы, пластиковые отходы, ветошь, химические вещества, биологические агенты.

Химическое загрязнение среды при этом формируется в результате изменения ее естественных химических свойств в результате сброса в эту среду химических веществ, не свойственных ей или в концентрациях превышающих природный естественный фон. Основные источники химического загрязнения – промышленность, транспорт и сельское хозяйство.

Физические загрязнения представлены тепловым и световым излучением, повышенным уровнем шума, радиации, электромагнитного излучения.

Нормативно-техническая документация

Эта документация по охране окружающей среды включает федеральные, республиканские, местные санитарные правила и нормы (СанПиН) Министерства здравоохранения России, строительные нормы и правила (СНиП) Комитета по строительной, архитектурной и жилищной политике РФ, систему стандартов "Охрана природы", документы Министерства природных ресурсов РФ, государственного комитета по охране окружающей среды, Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

Санитарные нормы устанавливают предельно-допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и воде, а также предельные уровни физических воздействий на окружающую среду.

Строительные нормы и правила регламентируют строительство и эксплуатацию сооружений различного назначения с учетом рационального использования природных ресурсов и охраны природы.

Система стандартов "Охрана природы" является частью государственной системы стандартизации, ее номер – 17. Она состоит из 10 взаимосвязанных комплексов стандартов, имеющих следующие кодовые названия: 0 – организационно–методические стандарты; 1 – гидросфера; 2 – атмосфера; 3 – биологические ресурсы; 4 – почвы; 5 – земли; 6 – флора; 7 – фауна; 8 – ландшафты; 9 – недра.

Экологический мониторинг – организованная система наблюдений за состоянием экологических систем, природных комплексов, за динамикой запасов полезных ископаемых, водных, земельных и растительных ресурсов. В системе мониторинга различают три уровня: *экологический, биосферный, и санитарно-токсический*. Целью экологического мониторинга является обеспечение системы управления природоохранной деятельностью своевременной и достоверной информацией, позволяющей:

- оценить состояние экосистем, среды обитания человека;
- определить причины изменения их показателей;
- указать меры по исправлению негативных ситуаций;
- выполнить прогноз изменения состояния объекта наблюдения.

Контроль промышленных выбросов сводится к определению их фактической величины и сопоставлению ее с величиной предельно допустимых выбросов (ПДВ), которые определены ГОСТом 17.2.3.02-78. Порядок контроля выбросов разрабатывают сами предприятия. Обследование производят в период работы оборудования на его рабочем режиме или в период максимального выброса вредных веществ. Нормативы ПДВ для защиты атмосферы изложены в работе [1]

Экозащитные технологии и техника

Необходимость изменения приоритетов во взаимодействии человека с природой становится все более очевидной. В частности, предпринимаются меры по внедрению в производственную деятельность таких технологий и технических средств, которые оказывают минимальное воздействие на окружающую среду и в то же время обладают максимальной эффективностью. Экологизация производства, таким образом, означает приспособление технологий к сложившимся природным условиям.

Обращается внимание на неуклонное стремление электронной промышленности к экологизации производственных процессов, которая заключается с одной стороны в экономном расходовании материалов, становящихся все более дефицитными, а с другой – в уменьшении количества выбросов в окружающую природную среду с целью ее защиты.

Защита окружающей природной среды является целью при создании и использовании технических средств очистки технологических выбросов в атмосферу, гидросферу и литосферу. Подобные средства позволяют не только уменьшить нагрузку на окружающую среду, но и повторно использовать продукты улавливания в производственных процессах.

Вредные факторы производства материалов и компонентов микроэлектроники

Химические производственные факторы подразделяются: а) по характеру воздействия на человека; б) по пути проникновения в организм.

Воздействие, оказываемое веществом на человека, может быть (ГОСТ 12.0.003-74):

- токсическим, вызывающим отравление организма и сопровождающимся тошнотой, рвотой, нарушением работы внутренних органов и систем организма, высыпаниями на коже и т.п.;
- раздражающим, когда происходит раздражение дыхательного тракта и слизистых оболочек;
- сенсibiliзирующим, повышающим чувствительность организма к воздей-

ствию некоторых веществ – аллергенов;

- канцерогенным, способствующим возникновению канцерогенных заболеваний;
- мутагенным, приводящим к изменению наследственности;
- поражающим репродуктивную функцию.

Регенерация и утилизация отходов производства электронной техники

Экологические проблемы утилизации отработанной электронной техники Утилизация отработавшей свой срок электронной техники вскоре может стать серьёзной экологической проблемой. Срок службы компьютеров, например, невелик: как правило, он не превышает двух-трёх лет.

Учитывая, сколь велико количество эксплуатируемых в мире компьютеров, в ближайшие годы утилизация отработавшей своё компьютерной техники потребует разработки соответствующих технологий по их утилизации и соответствующей инфраструктуры перерабатывающих предприятий.

Рассмотренные экологические проблемы и пути их решения представляют собой частный вопрос который должен решаться комплексно с вопросами обеспечения безопасности при работе с токсичными средами и веществами. Необходимо осуществлять меры контроля за соблюдение технологической дисциплины при проведении процессов получения материалов и компонентов для микро- и нанoeлектроники.

4.Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	3	108
Аудиторные занятия:	0,94	34
Лекции (Лек)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34
Лаборатория	-	-
Самостоятельная работа (СР):	2,06	74
Курсовая работа	-	-
Реферат	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,06	77
Вид контроля: зачет / экзамен	-	Зачет

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	3	81
Аудиторные занятия:	0,94	25,5
Лекции (Лек)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,94	25,5
Лаборатория	-	-
Самостоятельная работа (СР):	2,06	55,5
Курсовая работа	-	-
Реферат	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,06	55,5
Вид контроля: зачет / экзамен	-	Зачет

**Аннотация рабочей программы дисциплины
«Кристаллохимические особенности конструирования современных материалов и устройств фотоники, нано- и микроэлектроники»
(Б1.В.09)**

1. Цели дисциплины – «Кристаллохимические особенности конструирования современных материалов и устройств фотоники, нано- и микроэлектроники» – обучение аспирантов знаниям, умениям и навыкам использования информации производства материалов и компонентов микро- и наноэлектроники формирование и совершенствование комплексного подхода к особенностям конструирования современных материалов и устройств фотоники, нано- и микроэлектроники.

2. В результате изучения дисциплины аспирант должен получить широкое представление о динамике развития уровня конструирования современных материалов и устройств фотоники, нано- и микроэлектроники, о создании новых технологических методов реализации конструкций, о связи конструкторско-технологических решений со свойствами материалов и оборудованием для их получения.

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

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций: ПК-1, ПК-2, ПК-

3.

3. Краткое содержание дисциплины:

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 терморезистивных шликеров. Получение материалов методом экструзии.

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 ис-

кровое плазменное спекание, влияние выбора метода формования на структуру и свойства получаемого изделия.

Новейшие методы конструирования современных материалов и устройств фотоники, нано- и микроэлектроники. 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.

Экструзионная печать

Здесь 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.

Плавка, спекание или 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).

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.

3D стереолитография, лазерная стереолитография и FDM ламинирование, сравнительные преимущества и недостатки, принцип работы и конструкция этих 3D принтеров, получение наноструктурированных материалов для фотоники микро- и нанoeлектроники с их использованием.

Новейшие материалы для изделий современной фотоники микро- и нанoeлектроники.

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.

Наноалмазы (НА). Характеристика кристаллической структуры и свойства 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.

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.

4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	3	108
Аудиторные занятия:	0,94	34
Лекции (Лек)	0,25	9
Практические занятия (ПЗ)	0,69	25
Лаборатория	-	-
Самостоятельная работа (СР):	2,06	74
Курсовая работа	-	-
Реферат	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1	36
Вид контроля: зачет / экзамен	1	36 Экзамен

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	3	81
Аудиторные занятия:	0,94	25,5
Лекции (Лек)	0,25	6,75
Практические занятия (ПЗ)	0,69	18,75
Лаборатория	-	-
Самостоятельная работа (СР):	2,06	55,5
Курсовая работа	-	-
Реферат	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1	27
Вид контроля: зачет / экзамен	1	27 Экзамен

4.4.3. Дисциплины по выбору

Аннотация рабочей программы дисциплины

«Современные методы и оборудование для производства монокристаллов для фотоники и электроники» (Б1.В.ДВ.01.01)

1. **Цели 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 технологической электроники, вакуумной и газовой техники в педагогической и научно-исследовательской деятельности.

2. В результате изучения дисциплины магистр должен:

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;

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций: ПК-1, ПК-2, ПК-

3.

3. Краткое содержание дисциплины:

Модуль 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. Многоходовые и односторонние 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 кристаллизацион-

ным 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.

Модуль 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 (фехрали 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 скоса: мембранные дозаторы для установок Вернейля, маятниковые дозаторы для выращивания монокристаллов гибридным методом. Проектирование дозаторов, использующих изменение угла скоса.

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 тоководов для высоких и низких уровней электрического тока.

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

Герметизация окон кристаллизационной камеры. Герметизация пайкой.

Модуль 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.

Модуль 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

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4	144
Аудиторные занятия:	1,41	51
Лекции (Лек)	0,47	17
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34
Лаборатория	-	-
Самостоятельная работа (СР):	2,09	75
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,09	75
Вид контроля: зачет / экзамен	0,5	18 Зачет с оценкой

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4	108
Аудиторные занятия:	1,41	38
Лекции (Лек)	0,47	12,5
Практические занятия (ПЗ)	0,94	25,5
Лаборатория	-	-
Самостоятельная работа (СР):	2,09	56,43
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,09	56,43
Вид контроля: зачет / экзамен	0,5	13,5 Зачет с оценкой

**Аннотация рабочей программы дисциплины
«Современные методы и оборудование для производства
гетерофазных пленочных структур»
(Б1.В.ДВ.01.02)**

1. **Цели дисциплины** – обучение студентов магистратуры знаниям, умениям и навыкам использования информации о методах и оборудовании для производства гетерофазных пленочных структур для приборов электроники.

2. В результате изучения дисциплины магистр должен:

Знать:

- Классификация методов получения пленок в технологиях гетерофазных пленочных структур для приборов 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.

Уметь:

- Формулировать требования к технологическому оборудованию для получения гетерофазных пленочных структур для приборов электроники.
- Осуществлять выбор методов и оборудования для производства гетерофазных пленочных структур для приборов электроники.
- Составлять компоненты технологической документации с учетом современных отечественных (ОСТ, ГОСТ) и зарубежных стандартов (SEMI).

Владеть:

- Информацией о современных и перспективных методах получения пленок для различных приборов электроники.
 - Информацией по методам контроля параметров пленочных структур
- Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций: ПК-1, ПК-2, ПК-3.

3. Краткое содержание дисциплины:

Классификация методов получения гетерофазных пленочных структур на основе аморфных, поликристаллических, монокристаллических и эпитаксиальных пленок.

Вакуумные методы получения тонких пленок. Технологии вакуумного термического распыления. Прямое и косвенное резистивное испарение. Конструкции испарителей. Требования к материалам испарителей и контейнеров. Электронно-лучевое распыление. Длиннофокусные пушки. Пушки Пирса. Технологии мишеней для электронно-лучевого распыления. Индукционное распыление. Конструктивные особенности и область применения. Лазерное испарение. Характеристика установок и требования к оборудованию

Технология распыления материалов под действием нейтральных и заряженных частиц. Равновесная и неравновесная, высоко- и низкотемпературная плазма. Вольт-амперная характеристика разрядов. Технология диодного, триодного и магнетронного распыления. Магнетроны постоянного тока и ВЧ магнетроны. Ионно-плазменное распыление. Реактивное ионно-плазменное распыление. Ионно-лучевое распыление. Реактивное ионно-лучевое распыление. Технологии мишеней для ионного и плазменного распыления.

Технология химического разложения пара. Выбор технологических материалов и конструктивные особенности различных вариантов метода. Технология бинарных сульфидных полупроводников. Условия получения поли- и монокристаллических структур.

Технология химического разложения пара при пониженных температуре и давлении. Номенклатура слоев, получаемых по технологии LT-LPCVD. Технология оксидных слоев для наноразмерных структур.

Технология химического разложения металлоорганических соединений в вакууме. Номенклатура металлоорганических соединений, используемых для получения слоев методом разложения металлоорганических соединений в вакууме (MOCVD). Конструктивные особенности вакуумного оборудования для многослойных гетероструктур, получаемых методом MOCVD..

Понятие производства. Технологическая структура вакуумного производства. Производственные и технологические процессы. Составные части технологического процесса: операция, позиция, установка.

Основные типы технологического оборудования для создания контролируемой атмосферы в технологических агрегатах. Системы создания предварительного вакуума. Системы масляной и безмасляной откачки. Системы создания высокого и сверхвысокого вакуума. Системы шлюзования. Системы автоматического поддержания потоков рабочих газов при низких и сверхнизких давлениях.

Основные аспекты и особенности нанoeлектроники. Наноразмерные структурные компоненты. Зондовые технологии. Механические измерительные устройства с высокой разрешающей и детектирующей способностью.

Нанотехнологические компоненты современной электроники. Конвективные системы охлаждения. Закон Мюррея и рекурсивная система трубопроводов. Конструкция наноохлаждителя. Охлаждающая емкость в макроскопическом объеме. Токопроводящие дорожки. Изолирующие слои и контакты туннелирования. Модулируемые туннельные переходы.

4. Объем учебной дисциплины

4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4	144
Аудиторные занятия:	1,41	51
Лекции (Лек)	0,47	17
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34
Лаборатория	-	-
Самостоятельная работа (СР):	2,09	75
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,09	75
Вид контроля: зачет / экзамен	0,5	18 Зачет с оценкой

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4	108
Аудиторные занятия:	1,41	38
Лекции (Лек)	0,47	12,5
Практические занятия (ПЗ)	0,94	25,5
Лаборатория	-	-
Самостоятельная работа (СР):	2,09	56,43
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,09	56,43
Вид контроля: зачет / экзамен	0,5	13,5 Зачет с оценкой

**Аннотация рабочей программы дисциплины
«Современные методы и оборудование для производства, обработки
и облагораживания ювелирных кристаллов»
(Б1.В.ДВ.01.03)**

1. Дисциплина по выбору

«Современные методы и оборудование для производства, обработки и облагораживания ювелирных кристаллов». Дисциплина знакомит студентов магистратуры

с различными технологиями в области работы с природными и искусственными ювелирными камнями - механической обработкой, модифицированием свойств (облагораживанием), ростом искусственных кристаллов. Исходя из задач, которые решает курс, и требований к знаниям и умениям студентов, программа курса включает следующие разделы: технология обработки – включает основные понятия и представления о механической обработке природных и синтетических кристаллов – абразивные материалы, факторы влияющие на формирование структурно-нарушенного слоя, виды и режимы обработки, аппаратура и оснастка; технология облагораживания – методы модифицирования качественных характеристик природных кристаллов; основные технологии искусственного получения ювелирных монокристаллов – методы выращивания, режимы, физхимия процессов и др

2. В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

основные технологии при работе с природными и искусственными кристаллами:

- методы обработки
- методы модифицирования
- методы роста

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

Владеть:

Навыком обработки природных и искусственных монокристаллов.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций: ПК-1, ПК-2, ПК-

3.

3. Краткое содержание дисциплины:

Блок 1. Технология обработки

Введение. Определение природных драгоценных кристаллов. Современная техническая классификация и пр. Цели и задачи камнеобработки. Основные понятия. 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. Голтовка. Изготовление шаров. Сверление. Мозаика. Резьба по камню, раковине, кости. Технология, материалы и оборудование. Новые перспективные методы обработки. Контроль качества обработки, основные методы и особенности. Оборудование для контроля качества.

Блок 2. Введение. Определение качественных характеристик природных кристаллов. Понятие о сортности и критерии выделения сортов материалов. Классификация методов модифицирования качественных характеристик ювелирных монокристаллов. Физические, химические и физико-химические методы модифицирования свойств природных монокристаллов. Условия проведения процессов, определяющие факторы методов и их аппаратура. Модифицирование типовых установок и особенности проведения поисковых экспериментов. Облагораживание природных монокристаллов. Модифицирование драгоценных камней (алмаз, сапфир, изумруд и др.). Модифицирование ювелирных кам-

ней 2, 3 и 4 категории. Экономическая целесообразность модифицирования, выбор методов облагораживания на различных примерах. Типовое оборудование, оснастка и расходные материалы для роста монокристаллов. Особенности и требования к процессам роста искусственных ювелирных монокристаллов.

4. Объем учебной дисциплины

Курс читается в 3 семестре

4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4	144
Аудиторные занятия:	1,41	51
Лекции (Лек)	0,47	17
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34
Лаборатория	-	-
Самостоятельная работа (СР):	2,09	75
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,09	75
Вид контроля: зачет / экзамен	0,5	18 Зачет с оценкой

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4	108
Аудиторные занятия:	1,41	38
Лекции (Лек)	0,47	12,5
Практические занятия (ПЗ)	0,94	25,5
Лаборатория	-	-
Самостоятельная работа (СР):	2,09	56,43
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,09	56,43
Вид контроля: зачет / экзамен	0,5	13,5 Зачет с оценкой

**Аннотация рабочей программы дисциплины
«Современные проблемы химической технологии монокристаллов
для фотоники и электроники»
(Б1.В.ДВ.02.01)**

1. **Цели дисциплины** – обучение магистрантов знаниям, умениям и навыкам использования информации об основных физических явлениях и процессах, протекающих в активных и пассивных элементах твердотельных и волоконных лазеров, нелинейно-оптических, электро-оптических и магнито-оптических устройств, а также в люминофорах и сцинтилляторах .

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

Знать:

- Основные современные проблемы квантовой электроники, волоконной и нелинейной оптики, а также материаловедения в области создания новых и совершенствования традиционных материалов для квантовой электроники, волоконной и нелинейной оптики;

- основные законы физики и физической химии твердого состояния, оптоэлектроники, когерентной, нелинейной и волоконной оптики, физики лазеров, оптической спектроскопии;
- основные явления и закономерности, лежащие в основе функционирования основных материалов, изделий и приборов квантовой электроники, волоконной и нелинейной оптики;

Уметь:

- грамотно поставить физический эксперимент по исследованию спектрально-люминесцентных, лазерных генерационных, нелинейно- и волоконно-оптических, а также сцинтилляционных характеристик твердотельных материалов;
- правильно интерпретировать и анализировать результаты отдельных экспериментов такого рода, а также систематизировать и обобщать результаты серий таких экспериментов с учетом имеющихся литературных данных;
- подготовить научную публикацию, доклад на научном мероприятии и раздел квалификационной работы (магистерской диссертации) по результатам такого рода экспериментов.

Владеть:

- основной специальной русско- и англоязычной терминологией, применяемой в таких областях науки, как квантовая электроника, волоконная и нелинейная оптика, оптическая спектроскопия, физика лазеров, физическая электроника и оптика;
- навыками поиска в библиотеках и в электронных ресурсах научно-технической литературы информации по квантовой электронике, волоконной и нелинейной оптике, оптической спектроскопии, по соответствующим разделам физики и физической химии твердого состояния, физической электроники, материаловедения. Быть способным выделить в большом объеме научно-технической информации важные с точки зрения своей профессиональной деятельности моменты, не тратя при этом время на изучение информации, второстепенной с этой точки зрения.
- навыками общения со своими будущими коллегами – представителями смежных профессий (прежде всего, физиков) с использованием хорошо известных им терминов, понятий и категорий.

Компетенции: ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-3

3. Краткое содержание дисциплины:

Одной из важнейших сфер будущей профессиональной деятельности магистров – выпускников кафедры химии и технологии кристаллов РХТУ им. Д.И.Менделеева является развитие и внедрение высоких технологий в области производства материалов для современных оптических и оптоэлектронных приборов. В рамках подготовки магистранты получают большой объем знаний о физико-химических свойствах таких материалов, важнейших технологиях их производства, а также о современных методах их исследований, диагностики и контроля качества.

Вместе с тем, для полноценной, успешной, осмысленной и целенаправленной профессиональной деятельности выпускников кафедры в указанной сфере, а также для свободного их взаимодействия с представителями смежных профессий, выпускниками других ВУЗов магистрантам – выпускникам кафедры химии и технологии кристаллов требуются также прочные знания принципов работы оптических и оптоэлектронных приборов и физических процессов, протекающих в приборах в целом и в отдельных ключевых компонентах этих приборов, в частности.

В связи с этим, настоящая дисциплина направлена на восстановление и развитие у магистрантов знаний об основных физических явлениях и процессах, протекающих в активных и пассивных элементах твердотельных и волоконных лазеров, нелинейно-оптических, электро-оптических и магнито-оптических устройств, а также в люминофорах и сцинтилляторах. Она включает в себя такие следующие разделы физики:

1. Основы квантовой механики, включая строение и энергетические состояния одно- и многоэлектронных атомов и ионов в вакууме и в конденсированном веществе, виды взаимодействий электронных оболочек этих атомов друг с другом и с ближайшим окружением;

2. Основы оптической спектроскопии собственных и примесных активных центров в твердотельных средах, включая, важнейшие виды спектральных переходов, их вероятности и кинетики, основные типы безызлучательных взаимодействий активных центров друг с другом и с ближайшим окружением, важнейшие спектрально-люминесцентные свойства и нюансы примесных редкоземельных 4f-ионов и переходных 3d-ионов группы железа, получивших наиболее широкое применение;

3. Основы лазерной физики, включая принцип работы лазера и усилителя, основные типы лазеров, их преимущества и недостатки, пороговое условие лазерной генерации, важнейшие параметры лазеров и факторы, влияющие на эти параметры, основные режимы лазерной генерации и методы их достижения, методы накачки лазеров, модовый состав и расходимость лазерного луча, требования к лазерным материалам;

4. Основы волоконной оптики, включая преимущества, недостатки и основные сферы применения оптических волокон, конструкции и типы оптических волокон, оптические характеристики волокон, режимы и особенности распространения света в них, стойкость волокон к различным воздействиям, важнейшие активные и пассивные оптические элементы (волоконные лазеры и усилители, насыщающиеся поглотители, брэгговские зеркала, соединители и разветвители, мультиплексоры, оптические переключатели и транзисторы,);

5. Основы нелинейной и, электро- и магнито-оптики, включая виды и физическую сущность нелинейно-оптических явлений (генерация высших гармоник, сложение и вычитание частот лазерного излучения, параметрическая генерация света, рамановское и бриллюэновское рассеяние, эффект Керра, межфазовая модуляция, генерация ортогонально поляризованной волны и т.д., многофотонные процессы), электро- и магнито-оптических явлений (эффект Поккельса, пиро-, пьезо- и сегнетоэлектрический эффекты, магнитооптический эффект Фарадея, эффект Коттона-Мутона, электрогирация). Применение указанных эффектов.

6. взаимодействие частиц высоких энергий и ионизирующих излучений с твердыми телами, включая явления, возникающие при таком взаимодействии (ионизационное торможение, вторичная электронная эмиссия, остовная люминесценция, генерация тормозного рентгеновского и гамма-излучения, характеристического рентгеновского излучения и ОЖЭ-электронов).

4. Объем учебной дисциплины

Курс читается в 1, 2 и 3 семестрах

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану (по семестрам)	6 2/2/2	216 72 / 72 / 72
Аудиторные занятия:	2,35 0,94/0,94/0,47	85 34 / 34 / 17
Лекции (Лек)	0,5 0,25/0,25/-	18 9 / 9 / -
Практические занятия (ПЗ)	2 0,75/0,75/0,5	67 25 / 25 / 17
Лаборатория	-	-
Самостоятельная работа (СР):	2,65 1,06/1,06/0,53	95 38 / 38 / 19
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,65 1,06/1,06/0,53	95 38/ 38 / 19

Вид контроля: зачет / экзамен	1	36 Зачет с оценкой/ зачет с оценкой/ Экзамен
--------------------------------------	----------	--

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану (по семестрам)	6 2/2/2	162 72/72/72
Аудиторные занятия:	2,35 0,94/0,94/0,47	63,5 27/27/13,5
Лекции (Лек)	0,5 0,25/0,25/-	13,5 6,75 / 675 / -
Практические занятия (ПЗ)	2 0,75/0,75/0,5	50 20,25/20,25/13,5
Лаборатория	-	-
Самостоятельная работа (СР):	2,65 1,06/1,06/0,53	71,5 28,6 / 28,6 / 14,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,65 1,06/1,06/0,53	71,5 28,6 / 28,6 / 14,3
Вид контроля: зачет / экзамен	1	27 Зачет с оценкой/ зачет с оценкой/ Экзамен

**Аннотация рабочей программы дисциплины
«Научные основы технологии получения гетерофазных пленочных структур
с заданными свойствами»
(Б1.В.ДВ.02.02)**

1. Цели дисциплины – обучение магистров знаниям, умениям и навыкам использования информации о фундаментальных закономерностях формирования пленочных структур на основе неорганических и органических соединений для производства приборов электроники.

2. В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- Основные неорганические материалы и индивидуальные вещества, которые используются для получения активных и пассивных слоев современных гетерофазных пленочных структур для приборов электроники различного назначения.
- Основные химические и физические методы получения гетерофазных пленочных структур различного назначения.
- Методы онлайн контроля состава и толщины гетерофазных пленочных структур, формируемых различными методами.
- Методы онлайн контроля функциональных характеристик отдельных слоев и многослойных гетерофазных структур для изделий фотоники и электроники.

Уметь:

- Анализировать информацию и на ее основе осуществлять выбор материалов для создания гетерофазных пленочных структур для приборов фотоники и электроники различного функционального назначения.

- Ориентироваться в выборе оптимального набора методов контроля состава и толщины гетерофазных пленочных структур, формируемых различными методами, в режиме онлайн.
- Ориентироваться в выборе оптимального набора методов онлайн контроля функциональных характеристик отдельных слоев и многослойных гетерофазных структур для изделий фотоники и электроники различного назначения.

Владеть:

- Методами формирования гетерофазных пленочных структур с толщинами от единиц нанометров до сотен микрон для приборов фотоники и электроники.
- Современными способами контроля состава и толщины гетерофазных пленочных структур, формируемых различными методами, в режиме онлайн.
- Современными способами контроля функциональных характеристик отдельных слоев и многослойных гетерофазных структур для изделий фотоники и электроники, в режиме онлайн.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций: ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-3.

3. Краткое содержание дисциплины:

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. Прогнозирование физико-химических свойств химических соединений с использованием метода термодинамических инкрементов.

Характеристики методов получения гетерофазных пленочных структур при нормальных и пониженных статических давлениях. 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.

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.

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

Курс читается в 1, 2 и 3 семестрах

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану (по семестрам)	6 2/2/2	216 72 / 72 / 72
Аудиторные занятия:	2,35 0,94/0,94/0,47	85 34 / 34 / 17
Лекции (Лек)	0,5 0,25/0,25/-	18 9 / 9 / -
Практические занятия (ПЗ)	2 0,75/0,75/0,5	67 25 / 25 / 17

Лаборатория	-	-
Самостоятельная работа (СР):	2,65 1,06/1,06/0,53	95 38 / 38 / 19
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,65 1,06/1,06/0,53	95 38/ 38 / 19
Вид контроля: зачет / экзамен	1	36 Зачет с оценкой/ зачет с оценкой/ Экзамен

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану (по семестрам)	6 2/2/2	162 72/72/72
Аудиторные занятия:	2,35 0,94/0,94/0,47	63,5 27/27/13,5
Лекции (Лек)	0,5 0,25/0,25/-	13,5 6,75 / 675 / -
Практические занятия (ПЗ)	2 0,75/0,75/0,5	50 20,25/20,25/13,5
Лаборатория	-	-
Самостоятельная работа (СР):	2,65 1,06/1,06/0,53	71,5 28,6 / 28,6 / 14,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,65 1,06/1,06/0,53	71,5 28,6 / 28,6 / 14,3
Вид контроля: зачет / экзамен	1	27 Зачет с оценкой/ зачет с оценкой/ Экзамен

**Аннотация рабочей программы дисциплины
«Современные проблемы химической технологии монокристаллов
для ювелирной промышленности»
(Б1.В.ДВ.02.03)**

1. **Цели дисциплины** – обучение студентов магистратуры знаниям, умениям и навыкам необходимым для дальнейшей научной и профессиональной деятельности в ювелирной промышленности.

2. В результате изучения дисциплины аспирант должен:

Знать:

- Методы производства ювелирных монокристаллов
- Физико-химические закономерности роста ювелирных монокристаллов
- Новые и перспективные ювелирные материалы
- Технологию производства изделий ювелирной промышленности

Уметь:

- Моделировать процессы роста ювелирных монокристаллов
- Выполнять физикохимические расчеты процессов роста монокристаллов

Владеть навыком:

- проведения экспериментальных работ по производству ювелирных монокристал-

лов

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций: ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-3.

3. Краткое содержание дисциплины:

Введение в проблематику. Цели и задачи роста ювелирных монокристаллов. Физико-химические основы процессов синтеза шихты и роста монокристаллов. Моделирование природных процессов кристаллообразования. Экспериментальная и техническая минералогия и петрология.

Расплавные методы роста ювелирных монокристаллов. Условия, особенности, физхимия процессов, общие сведения об аппаратном сопровождении..

Раствор-расплавные методы роста. Условия, особенности, физхимия процессов, аппаратура и оснастка. Особенности массопереноса в расплавах.

Гидротермальные методы роста. Условия, особенности, физхимия процессов и оборудование для гидротермального процесса. Активаторы раствора и их роль в процессе роста.

Химические методы синтеза ювелирных материалов (на примере опала, малахита и бирюзы). Механизм процессов получения новых материалов.

Химическое травление. Особенности, аспекты, проблемы.

Новые и нетрадиционные ювелирные материалы.

Стекла и стеклокристаллические материалы. Технология варки стекла, особенности, физхимия процессов. Процессы кристаллизации в стеклах. Механизм, особенности, факторы влияющие на процессы.

Полимерные и композитные материалы. Основные представления, технология получения изделий из полимеров и композитных материалов, особенности и проблемы производства.

Введение в технологию ювелирного производства и его химические аспекты.

Металлические материалы. Чистые металлы, сплавы благородных и неблагородных металлов. Диаграммы состояния сплавов. Двухфазные и тройные системы. Химические вещества применяемые в ювелирном производстве. Основные этапы и стадии подготовительных работ. Весы и определение веса. Пробирный анализ благородных металлов и сплавов. Технологии литья. Процесс затвердевания расплава. Сущность процесса деформации металлов. Прокатка и волочение. Гибка. Пайка. Гальванотехника. Гальванические процессы и технология гальванических покрытий.

4. Объем учебной дисциплины

Курс читается в 1, 2 и 3 семестрах

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану (по семестрам)	6 2/2/2	216 72 / 72 / 72
Аудиторные занятия:	2,35	85
	0,94/0,94/0,47	34 / 34 / 17
Лекции (Лек)	0,5 0,25/0,25/-	18 9 / 9 / -
Практические занятия (ПЗ)	2 0,75/0,75/0,5	67 25 / 25 / 17
Лаборатория	-	-
Самостоятельная работа (СР):	2,65	95
	1,06/1,06/0,53	38 / 38 / 19
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,65 1,06/1,06/0,53	95 38/ 38 / 19
Вид контроля: зачет / экзамен	1	36 Зачет с оценкой/ зачет с оценкой/ Экзамен

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану (по семестрам)	6 2/2/2	162 72/72/72
Аудиторные занятия:	2,35 0,94/0,94/0,47	63,5 27/27/13,5
Лекции (Лек)	0,5 0,25/0,25/-	13,5 6,75 / 675 / -
Практические занятия (ПЗ)	2 0,75/0,75/0,5	50 20,25/20,25/13,5
Лаборатория	-	-
Самостоятельная работа (СР):	2,65 1,06/1,06/0,53	71,5 28,6 / 28,6 / 14,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,65 1,06/1,06/0,53	71,5 28,6 / 28,6 / 14,3
Вид контроля: зачет / экзамен	1	27 Зачет с оценкой/ зачет с оценкой/ Экзамен

**Аннотация рабочей программы дисциплины
«Физическая химия материалов для монокристаллов
различного функционального назначения»
(Б1.В.ДВ.03.01)**

1. Цели дисциплины – обучение аспирантов знаниям, умениям и навыкам использования информации, ее обработки и интерпретации, а также практическое освоение современных методов исследований монокристаллов различного функционального назначения.

2. В результате изучения дисциплины аспирант должен:

Знать:

- Современные информационные базы данных, содержащих физико-химические характеристики веществ, на основе которых формируются монокристаллов различного функционального назначения.
- 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 монокристаллов различного функционального назначения

Уметь:

- Извлекать информацию о физико-химических характеристиках веществ, на основе которых формируются монокристаллы различного функционального назначения, 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 анализов.
- Подготавливать, проводить съемку и проводить количественный анализа спектров рентгеновской дифракции монокристаллов различного функционального назначения.

- 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, на основе которых формируются монокристаллов различного функционального назначения,
- Современными методами анализа морфологии, структуры, фазового и элементного составов материалов на основе конденсированных фаз индивидуальных веществ и химических соединений.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций: ОПК-3, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-3.

3. Краткое содержание дисциплины:

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

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

Экспериментальные методы исследования материалов электронной техники и гетерофазных пленочных структур 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 объектов.

Экспериментальные методы исследования спектрально-люминесцентных характеристик монокристаллов 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

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану (по семестрам)	5 2/3	180 72/108
Аудиторные занятия:	0,94 0,47/0,47	34 17/17
Лекции (Лек)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,94 0,47/0,47	34 17/17
Лаборатория	-	-

Самостоятельная работа (СР):	2,06 0,53/1,53	74 19/55
Курсовая работа	-	-
Реферат	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,06 0,53/1,53	74 19/55
Вид контроля: зачет / экзамен	2	72 36/36 Экзамен/ Экзамен

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану (по семестрам)	5 2/3	135 54/81
Аудиторные занятия:	0,94 0,47/0,47	25,5 12,7/12,7
Лекции (Лек)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,94 0,47/0,47	25,5 12,7/12,7
Лаборатория	-	-
Самостоятельная работа (СР):	2,06 0,53/1,53	55,5 13,5/40,5
Курсовая работа	-	-
Реферат	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,06 0,53/1,53	55,5 14,3/41,3
Вид контроля: зачет / экзамен	2	54 27 / 27 Экзамен/ Экзамен

**Аннотация рабочей программы дисциплины
«Физическая химия материалов для гетерофазных пленочных структур
различного функционального назначения»
(Б1.В.ДВ.03.02)**

1. **Цели дисциплины** – обучение аспирантов знаниям, умениям и навыкам использования информации, ее обработки и интерпретации, а также практическое освоение современных методов исследований гетерофазных пленочных структур различного функционального назначения.

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

Знать:

- Современные информационные базы данных, содержащих физико-химические характеристики веществ, на основе которых формируются гетерофазных пленочные структуры изделий 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 гетерофазные пленочные структуры изделий 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, на основе которых формируются гетерофазные пленочные структуры изделий электроники,
- Современными методами анализа морфологии, структуры, фазового и элементного составов материалов на основе конденсированных фаз индивидуальных веществ и химических соединений.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций: ОПК-3, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-3.

3. Краткое содержание дисциплины:

2-3 страницы

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

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

Экспериментальные методы исследования материалов электронной техники и гетерофазных пленочных структур 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 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 мате-

риалов. 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

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану (по семестрам)	5 2/3	180 72/108
Аудиторные занятия:	0,94 0,47/0,47	34 17/17
Лекции (Лек)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,94 0,47/0,47	34 17/17
Лаборатория	-	-
Самостоятельная работа (СР):	2,06 0,53/1,53	74 19/55
Курсовая работа	-	-
Реферат	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,06 0,53/1,53	74 19/55
Вид контроля: зачет / экзамен	2	72 36/36 Экзамен/ Экзамен

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану (по семестрам)	5 2/3	135 54/81
Аудиторные занятия:	0,94 0,47/0,47	25,5 12,7/12,7
Лекции (Лек)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,94 0,47/0,47	25,5 12,7/12,7
Лаборатория	-	-
Самостоятельная работа (СР):	2,06 0,53/1,53	55,5 13,5/40,5
Курсовая работа	-	-
Реферат	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,06 0,53/1,53	55,5 14,3/41,3
Вид контроля: зачет / экзамен	2	54 27 / 27 Экзамен/ Экзамен

**Аннотация рабочей программы дисциплины
«Диагностика и классификация технических
и ювелирных монокристаллов (геммология)»
(Б1.В.ДВ.03.03)**

1. Цели дисциплины – обучение студентов магистратуры основным знаниям в области ювелирных монокристаллов с позиции физхимии твердого тела и геммологии. В разделах дисциплины раскрываются основные понятия геммологии 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. В продолжении программы обучения осуществляется переход в изложении материала курса от природных к так называемым модифицированным (облагороженным) природным и искусственным монокристаллам и материалам. Здесь показаны кратко основные методы облагораживания, а так же рассмотрены примеры модифицированных природных и искусственных материалов нашедших в настоящее время широкое применение. В заключении дисциплины рассмотрены искусственные материалы, являющиеся аналогами природных монокристаллов. Все темы разделов курса последовательно взаимосвязаны.

В результате изучения дисциплины студенты магистратуры должны иметь представление о ее целях, задачах, объектах и методах исследований природных и искусственных монокристаллов.

2. В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

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.

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.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций: ОПК-3, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-3.

3. Краткое содержание дисциплины:

1. Введение. Природные драгоценные монокристаллы как объект исследования геммологии. Цели и задачи, объекты и методы исследований (визуальные, инструментальные), приборы, аппаратура.

2. Принципы классификации природных драгоценных монокристаллов, современные классификации, СИВЮ. Понятие «драгоценный камень» в различных аспектах. Правила СИВЮ (Международная конференция по ювелирным камням, изделиям из серебра, алмазам и жемчугу). Отношение России к СИВЮ.

3. Физико-химические свойства природных драгоценных монокристаллов (цвет, блеск, твердость, плотность, оптические свойства, абсорбция, особенности), визуальные и инструментальные методы диагностики. Приборы, аппаратура (микроскоп, иммерсион-скоп, полярископ, рефрактометр, спектроскоп, дихроскоп, УФ-лампа). Центры окраски, спектрофотометрия и оценка цвета по системе GIA.

4. Природные монокристаллы (геомологическая 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.

5. Органогенные драгоценные материалы (жемчуг, перламутр, янтарь, коралл и др.); геомологическая характеристика, методы диагностики.

6. Цель облагораживания природных драгоценных монокристаллов. Методы модифицирования и диагностические признаки облагораживания, способы распознавания облагороженных камней.

7. 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.

8. Наиболее широко распространенные искусственные ювелирные камни, их геомологическая характеристика, методы идентификации, ключевые диагностические признаки отличия искусственных ювелирных камней от природных. Фирмы-поставщики.

9. Имитации. Виды имитаций (из природных, искусственных материалов, составные камни); способы и методы распознавания имитаций.

4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану (по семестрам)	5 2/3	180 72/108
Аудиторные занятия:	0,94 0,47/0,47	34 17/17
Лекции (Лек)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,94 0,47/0,47	34 17/17
Лаборатория	-	-
Самостоятельная работа (СР):	2,06 0,53/1,53	74 19/55
Курсовая работа	-	-
Реферат	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,06 0,53/1,53	74 19/55
Вид контроля: зачет / экзамен	2	72 36/36 Экзамен/ Экзамен

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану (по семестрам)	5 2/3	135 54/81
Аудиторные занятия:	0,94 0,47/0,47	25,5 12,7/12,7
Лекции (Лек)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,94 0,47/0,47	25,5 12,7/12,7
Лаборатория	-	-

Самостоятельная работа (СР):	2,06 0,53/1,53	55,5 13,5/40,5
Курсовая работа	-	-
Реферат	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,06 0,53/1,53	55,5 14,3/41,3
Вид контроля: зачет / экзамен	2	54 27 / 27 Экзамен/ Экзамен

**Аннотация рабочей программы дисциплины
«Основы научного подхода к синтезу монокристаллов технического
и ювелирного назначения и пути модификации их функциональных свойств»
(Б1.В.ДВ.04.01)**

1. Цели дисциплины – обучение аспирантов знаниям, умениям и навыкам использования информации о современных промышленных процессах улучшения характеристик монокристаллических материалов путем их перекристаллизации.

2. В результате изучения дисциплины аспирант должен:

Знать:

2.1. Основные положения стратегии развития технологий выращивания монокристаллов.

2.2. Основные варианты расчетных схем производственных процессов перекристаллизации.

2.3. Принципы и методы семиотики уравнений мольного баланса применительно к процессам перекристаллизации.

2.4. Особенности взаимосвязей макро- и микропотоков для различных технологий перекристаллизации.

2.5. Области применимости и области применения различных технологий перекристаллизации.

Уметь:

2.6. Уметь составлять расчетные схемы производственных процессов перекристаллизации.

2.7. Уметь оценивать эффективность различных технологий перекристаллизации.

2.8. Уметь составлять уравнения мольного баланса для различных процессов перекристаллизации.

2.9. Исходя из системы уравнений мольного баланса уметь находить взаимосвязи различных характеристик данного процесса перекристаллизации.

Владеть:

2.10. Владеть пониманием принципа и условий индифферентности смешения по микросоставу материальных потоков в технологиях роста монокристаллов.

2.11. На основании установленных взаимосвязей характеристик макро- и микропотоков владеть пониманием того, как управлять процессом перекристаллизации.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций: ОПК-1, ОПК-3, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-3.

3. Краткое содержание дисциплины:

3.1. Стратегии повышения качества, снижения себестоимости и увеличения ассортимента в технологиях выращивания монокристаллов и монокристаллических изделий. Разработка и реализация технологий перекристаллизации (ТП) – важнейший элемент стратегии повышения качества. Общая характеристика технологий перекристаллизации. (Лекция 1)

3.2. Коэффициент эффективности технологии перекристаллизации (ТП): $\check{K}_n = C_0/C_n$, где C_0 – исходная, а C_n – конечная концентрация представительной примеси в кристалле. Расчетная схема ТП без утилизации отходов. Вывод зависимости $\check{K}_n = (\alpha - \alpha\check{K} + \check{K})^n$ от выхода одной кристаллизации α и обратного коэффициента распределения примеси $\check{K} = 1/K$ в системе целевой кристалл – кристаллизационная среда. (Лекция 1)

3.3. Три оптимизированных по персоналу простейшие аппаратные структуры выращивания монокристаллов: (1) выращивание без перекристаллизации (ноль-кратная перекристаллизация) $n = 1$; (2) выращивание монокристаллов с однократной перекристаллизацией $n = 2$; (3) выращивание монокристаллов с трехкратной перекристаллизацией $n = 4$. Схема с двукратной перекристаллизацией $n = 3$ (неоптимизированная по персоналу). Схема с семикратной перекристаллизацией $n = 8$. (Лекция 2)

3.4. Зависимость выхода одной кристаллизации α от коэффициента распределения примесей $K = 0,08 ; 0,10; 0,12$; для ноль-, одно-, двух-, трех- и семи-кратной перекристаллизации для различных уровней качества $\check{K}_n = 10; 20; 30; 40; 50$ дБ. (Семинар 1)

3.5. Критический уровень накопления примесей при $K > 1$. $\delta_K = \lg \check{K}_{нк} = n_K \lg (\alpha - \alpha\check{K} + \check{K})$ с рассмотрением численных примеров. (Семинар 2)

3.6. Выходы кристаллов в технологиях ноль-, одно-, двух-, трех- и семи-кратной перекристаллизации без возврата отходов. Численные примеры для выхода одной кристаллизации $\alpha = 0,50; 0,70; 0,75; 0,80; 0,85; 0,90$. Расчетная схема с возвратом отходов с концентрацией примесей \hat{C}_i в ту же стадию перекристаллизации; коэффициент $\gamma_1 = C_{i-1}/\hat{C}_i = \frac{1}{\check{K}}$ ($\alpha - \alpha\check{K} + \check{K}$). Принцип $\gamma_1 = 1$. Доказательство невозможности γ_1 -перекристаллизации. (Семинар 3)

3.7. Расчетная схема с возвратом отходов с концентрацией примесей \hat{C}_i в $(i - 2)$ -ю стадию перекристаллизации; коэффициент $\gamma_2 = C_{i-2}/\hat{C}_i = \frac{1}{\check{K}} (\alpha - \alpha\check{K} + \check{K})^2 = 1$, γ_2 -перекристаллизация. Анализ зависимости выхода одной кристаллизации α макропотока монокристаллов для γ_2 -перекристаллизации от коэффициента распределения K примеси. (Лекция 2)

3.8. Расчетная схема с возвратом отходов с концентрацией примесей \hat{C}_i в $(i - 3)$ -ю стадию перекристаллизации; коэффициент $\gamma_3 = C_{i-3}/\hat{C}_i = \frac{1}{\check{K}} (\alpha - \alpha\check{K} + \check{K})^3 = 1$, γ_3 -перекристаллизация. Анализ зависимости выхода одной кристаллизации α макропотока монокристаллов для γ_3 -перекристаллизации от коэффициента распределения K примеси. (Лекция 3)

3.9. Вывод зависимостей выхода $1/\check{\alpha}_j = M_n/M_{n-j}$ по макропотоку кристаллов группы последовательных кристаллизаций и выхода $1/\check{\alpha}_{j+1} = M_n/M_{n-j+1}$ отхода этого процесса, начиная от $(n - j + 1)$ -той перекристаллизацией с входящим сырьевым материальным макропотоком M_{n-j} и выходящим материальным потоком отхода M_{n-j+1} и заканчивая окончательной n -ой кристаллизацией с выходящим материальным макропотоком M_n , от выхода одной кристаллизации α при использовании γ_2 -перекристаллизации. (Лекция 3)

3.10. Вывод зависимостей выхода $1/\check{\alpha}_j = M_n/M_{n-j}$ по макропотоку кристаллов группы последовательных кристаллизаций и выхода $1/\check{\alpha}_{j+1} = M_n/M_{n-j+1}$ отхода этого процесса, начиная от $(n - j + 1)$ -той перекристаллизацией с входящим сырьевым материальным макропотоком M_{n-j} и выходящим материальным потоком отхода M_{n-j+1} и заканчивая окончательной n -ой кристаллизацией с выходящим материальным макропотоком M_n , от выхода одной кристаллизации α при использовании γ_3 -перекристаллизации. (Лекция 4)

3.11. Расчет выхода $1/\check{\alpha}_j = M_n/M_{n-j}$ по макропотоку кристаллов группы последовательных кристаллизаций и выхода $1/\check{\alpha}_{j+1} = M_n/M_{n-j+1}$ отхода этого процесса, начиная от $(n - j + 1)$ -той перекристаллизацией с входящим сырьевым материальным макропотоком M_{n-j} и выходящим материальным потоком отхода M_{n-j+1} и заканчивая окончательной n -ой кристаллизацией с выходящим материальным макропотоком M_n , при одно- трех- и семикрат-

ной γ_2 -перекристаллизации для значений выхода одной кристаллизации $\alpha = 0,50; 0,70; 0,75; 0,80; 0,85; 0,90$ и соответствующие расчеты эффективности экономии сырья. **(Семинар 4)**

3.12. Расчет выхода $1/\bar{\alpha}_j = M_n/M_{n-j}$ по макропотoku кристаллов группы последовательных кристаллизаций и выхода $1/\bar{\alpha}_{j+1} = M_n/M_{n-j+1}$ отхода этого процесса, начиная от $(n - j + 1)$ -той перекристаллизацией с входящим сырьевым материальным макропотком M_{n-j} и выходящим материальным потоком отхода M_{n-j+1} и заканчивая окончательной n -ой кристаллизацией с выходящим материальным макропотком M_n , при трех- и семикратной γ_3 -перекристаллизации для значений выхода одной кристаллизации $\alpha = 0,50; 0,70; 0,75; 0,80; 0,85; 0,90$ и соответствующие расчеты эффективности экономии сырья. **(Семинар 5)**

3.13. Футурология технологий роста монокристаллов. Будущее приоритетное развитие технологий выращивания монокристаллов из растворов-расплавов. Расчетные схемы γ_2 - и γ_3 -перекристаллизации из раствора-расплава с перекристаллизацией растворителя; структура ячейки основной перекристаллизации. **(Лекция 4)**

3.14. Принцип и условие индифферентности смешения по микросоставу материальных потоков в технологиях роста монокристаллов из раствора-расплава с перекристаллизацией растворителя. Соотношение массовых и мольных концентраций для макропотков. Применимость семиотики химических формул и уравнений химических реакций для анализа макро- и макропотков в технологиях перекристаллизации; соотношение индексов и мольных концентраций. **(Лекция 5)**

3.15. Уравнения мольного баланса для основной γ_2 -перекристаллизации из раствора-расплава. Расчет макро- и макропотков. Вывод выражения для определения коэффициента эффективности перекристаллизации $\check{K}_n = C_0/C_n = (\alpha C_A - \alpha C_A \check{K} + \check{K})^n$ через выход α по целевым кристаллам одной кристаллизации, концентрацию C_A целевого кристаллизующего вещества в растворе-расплаве и через обратный коэффициент $\check{K} = 1/K$ распределения примеси в системе целевой кристалл – кристаллизационная среда. **(Лекция 5)**

3.16. Уравнения мольного баланса для γ_2 -перекристаллизации растворителя B в раствора-расплава.

Вывод выражений для определения макропотков, исходя из известного мольного потока N_B входящего в n -ую ячейку растворителя раствора-расплава для перекристаллизации этого растворителя. **(Лекция 6)**

3.17. Уравнения мольного баланса для γ_2 -перекристаллизации растворителя B в раствора-расплава.

Вывод выражений для определения макропотков, исходя из известных мольных макропотков и индексов макропотков для n -ой ячейки перекристаллизации растворителя раствора-расплава. **(Лекция 6)**.

3.18. Вывод областей допустимых значений концентрации C_A основного вещества в растворе-расплаве, растворимости C_B растворителя в воде и «мокрого» коэффициента распределения примеси K при перекристаллизации растворителя для n -ой ячейки γ_2 -перекристаллизации растворителя раствора-расплава. Обще методическая нецелесообразность процесса роста с γ_2 -перекристаллизацией растворителя раствора-расплава. **(Лекция 7)**.

3.19. Уравнения мольного баланса для γ_3 -перекристаллизации растворителя B в раствора-расплава.

Вывод выражений для определения макропотков, исходя из известного мольного потока N_B входящего в n -ую ячейку растворителя раствора-расплава для перекристаллизации этого растворителя. **(Лекция 7)**.

3.20. Уравнения мольного баланса для γ_3 -перекристаллизации растворителя B в раствора-расплава.

Вывод выражений для определения макропотков, исходя из известного мольного потока N_B входящего в n -ую ячейку растворителя раствора-расплава для перекристаллизации этого растворителя. **(Лекция 8)**.

3.32. Уравнения мольного баланса для γ_3 -перекристаллизации растворителя В раствора-расплава.

Вывод выражений для определения микропотоков, исходя из известного мольного потока N_B входящего в ($n - 4$)-ую ячейку растворителя раствора-расплава для перекристаллизации этого растворителя.(Семинар 14).

3.33. Вывод областей допустимых значений концентрации C_A основного вещества в растворе-расплаве, растворимости C_B растворителя в воде и «мокрого» коэффициента распределения примеси Q при перекристаллизации растворителя для ($n - 4$)-ой ячейки γ_3 -перекристаллизации растворителя раствора-расплава.(Семинар 15).

3.34. Уравнения мольного баланса для γ_3 -перекристаллизации растворителя В раствора-расплава.

Вывод выражений для определения макропотоков, исходя из известного мольного потока N_B входящего в ($n - 5$)-ую ячейку растворителя раствора-расплава для перекристаллизации этого растворителя.(Семинар 16).

3.35. Уравнения мольного баланса для γ_3 -перекристаллизации растворителя В раствора-расплава.

Вывод выражений для определения микропотоков, исходя из известного мольного потока N_B входящего в ($n - 5$)-ую ячейку растворителя раствора-расплава для перекристаллизации этого растворителя.(Семинар 17).

3.36. Вывод областей допустимых значений концентрации C_A основного вещества в растворе-расплаве, растворимости C_B растворителя в воде и «мокрого» коэффициента распределения примеси Q при перекристаллизации растворителя для ($n - 5$)-ой ячейки γ_3 -перекристаллизации растворителя раствора-расплава.(Семинар 18).

4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану (по семестрам)	5 2/3	180 72/108
Аудиторные занятия:	1,88 0,94/0,94	68 34/34
Лекции (Лек)	0,5 0,25/0,25	18 9/9
Практические занятия (ПЗ)	1,38 0,69/0,69	50 25/25
Лаборатория	-	-
Самостоятельная работа (СР):	2,12 1,06/1,06	76 38/38
Курсовая работа	-	-
Реферат	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,12 1,06/1,06	76 38/38
Вид контроля: зачет / экзамен	1	36 Зачет/Экзамен

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану (по семестрам)	5 2/3	135 54/81
Аудиторные занятия:	1,88 0,94/0,94	51 25,5/25,5
Лекции (Лек)	0,5 0,25/0,25	13,5 6,75/6,75

Практические занятия (ПЗ)	1,38 0,69/0,69	37,25 18,6/18,6
Лаборатория	-	-
Самостоятельная работа (СР):	2,12 1,06/1,06	57 28,5/28,5
Курсовая работа	-	-
Реферат	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,12 1,06/1,06	57 28,5/28,5
Вид контроля: зачет / экзамен	1	27 Зачет/Экзамен

Аннотация рабочей программы дисциплины
«Научные основы технологии материалов для гетерофазных пленочных структур
с заданными функциональными свойствами»
(Б1.В.ДВ.04.02)

1. **Цели дисциплины** – обучение студентов магистратуры знаниям, умениям и навыкам использования информации о материалах, способах их получения и анализа характеристик материалов для гетерофазных пленочных структур.

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

Знать:

- Основные неорганические материалы и индивидуальные вещества, которые используются для получения активных и пассивных слоев современных гетерофазных пленочных структур для приборов электроники различного назначения.
- Методы исследования и контроля элементного и фазового состава отдельных слоев и многослойных гетерофазных структур.
- Методы анализа функциональных характеристик отдельных слоев и многослойных гетерофазных структур
- Способы получения отдельных слоев и многослойных гетерофазных структур с заранее заданными функциональными характеристиками для приборов электроники различного назначения.

Уметь:

- Анализировать информацию и на ее основе осуществлять выбор материалов для создания активных и пассивных слоев современных гетерофазных пленочных структур для приборов электроники различного назначения.
- Ориентироваться в выборе оптимального метода исследования и контроля элементного и фазового состава конкретных слоев.
- Методы анализа функциональных характеристик отдельных слоев и многослойных гетерофазных структур
- Способы получения отдельных слоев и многослойных гетерофазных структур с заранее заданными функциональными характеристиками для приборов электроники различного назначения.

Владеть:

- Методами анализа функциональных характеристик отдельных слоев и многослойных гетерофазных структур
- Современными способами получения отдельных слоев и многослойных гетерофазных структур с заранее заданными функциональными характеристиками для приборов электроники различного назначения.
- Способами создания и использования основных элементов электровакуумных приборов (подогревателей, катодов, геттеров)

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций: ОПК-1, ОПК-3, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-3.

3. Краткое содержание дисциплины:

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

Фазовые равновесия в системах A^3-B^5 . Характеристика физических, электрофизических, и оптоэлектрических свойств химических соединений типа A^3B^5 . Технология тонких пленок на основе соединений A^3B^5 и твердых растворов на их основе.

Фазовые равновесия в системах A^2-B^6 . Характеристика физических, электрофизических, и оптоэлектрических свойств химических соединений типа A^2B^6 . Технология тонких пленок на основе соединений A^2B^6 и твердых растворов на их основе для приборов отображения информации в ИК и видимом диапазоне спектра.

Фазовые равновесия в системах A^4-B^6 . Характеристика физических, электрофизических, и оптоэлектрических свойств химических соединений типа A^4B^6 . Технология тонких пленок на основе соединений A^4B^6 и твердых растворов на их основе для приборов отображения информации в ИК диапазоне спектра.

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

Жидкие кристаллы. Классификация, основные характеристики.

Технология стекла в электровакуумной и микроэлектронной промышленности. Классификация стекол по составу и области применения. Оптическое, электровакуумное, лазерное стекло – основные свойства. Современные промышленные технологии стекла. Спаи стекла с металлом. Стеклокристаллические материалы для электроники и оптоэлектроники, технология, области применения, достоинства, методы контроля наномикроструктуры стеклокристаллических материалов. Основные проблемы наноструктурированных двухфазных материалов.

Технология неорганических люминофоров. Классификация люминофоров по различным признакам. Основные классы химических соединений, используемых для синтеза неорганических люминофоров. Технология тонкопленочных электролюминесцентных структур. Органическая электролюминесценция. Основные классы наноразмерных пленочных структур на основе органических электролюминофоров. Особенности механизмов люминесценции органических светоизлучающих диодных структур (ОСИД). Теоретическая модель ОСИД. Методика подбора материалов для создания гетерофазной ОСИД.

Методы исследования и контроля элементного и фазового состава многослойных гетероструктур: спектроскопия электронов с потерей энергии, фотоакустическая спектроскопия, рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Методы анализа примесного состава. Химико-аналитические и энергетические методы количественного анализа. Хроматографические методы. Масс-спектрометрические методы с различными вариантами послойного анализа тонких структур. Оже-спектроскопия, электронная дифракция (примеси), спектроскопия ионного рассеяния, ионный микрозондовый анализ, обратная Резерфордская спектроскопия, ядерный микроанализ, фотостимулированная термо-э.д.с., фотоэлектронная спектроскопия, рентгеновская флюоресцентная спектроскопия, Мессбауэровская спектроскопия

Методы контроля промежуточных структур при изготовлении интегральных схем. Основные параметры, характеризующие поверхность в технологии гетероструктур: шероховатость, плоскопараллельность, пористость, наличие активных центров, поверхностный потенциал. Методы разрушающего и неразрушающего контроля состояния поверхности и оборудование для проведения соответствующих анализов. Методы электронной и силовой (туннельной) микроскопии. Сканирующая и просвечивающая электронная микроскопия. Дифракция электронов, отражение при дифракции электронов.

Классификация методов получения аморфных, поликристаллических и монокристаллических пленок на основе неорганических и органических веществ.

4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану (по семестрам)	5 2/3	180 72/108
Аудиторные занятия:	1,88 0,94/0,94	68 34/34
Лекции (Лек)	0,5 0,25/0,25	18 9/9
Практические занятия (ПЗ)	1,38 0,69/0,69	50 25/25
Лаборатория	-	-
Самостоятельная работа (СР):	2,12 1,06/1,06	76 38/38
Курсовая работа	-	-
Реферат	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,12 1,06/1,06	76 38/38
Вид контроля: зачет / экзамен	1	36 Зачет/Экзамен

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану (по семестрам)	5 2/3	135 54/81
Аудиторные занятия:	1,88 0,94/0,94	51 25,5/25,5
Лекции (Лек)	0,5 0,25/0,25	13,5 6,75/6,75
Практические занятия (ПЗ)	1,38 0,69/0,69	37,25 18,6/18,6
Лаборатория	-	-
Самостоятельная работа (СР):	2,12 1,06/1,06	57 28,5/28,5
Курсовая работа	-	-
Реферат	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,12 1,06/1,06	57 28,5/28,5
Вид контроля: зачет / экзамен	1	27 Зачет/Экзамен

4.5. Практики

В соответствии с ФГОС ВО магистратуры по направлению подготовки **18.04.01. Химическая технология** практика является обязательным разделом основной образовательной программы магистратуры. Она представляет собой вид учебных занятий, непосредственно ориентированных на профессионально-практическую подготовку обучающихся.

При реализации данной магистерской программы предусматриваются следующие виды практик: учебная (2 семестр), производственная (НИР) и преддипломная (4 семестр).

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

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

Основной задачей практики по получению первичных профессиональных умений и навыков является формирование у обучающихся первичного представления об организации научно-исследовательской деятельности и системе управления научными исследованиями; 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; развитие у обучающихся личностно-профессиональных качеств исследователя.

При реализации данной ООП ВО для получения первичных профессиональных умений и навыков предусматривается проведение учебной практики.

Учебные практики проводятся на кафедре химии и технологии кристаллов, профессорами, доцентами и преподавателями в лабораториях, оснащенных аналитическим оборудованием. Объем учебной практики – 6 з.е. Практика проводится во 2 семестре рассредоточено.

2. В результате прохождения практики по получению первичных профессиональных умений и навыков обучающийся по программе магистратуры должен:

Обладать следующими компетенциями:

ОПК-3, ПК-1, ПК-2, ПК-3

Знать:

- порядок организации, планирования, проведения и обеспечения научно-исследовательских работ с использованием современных технологий;
- порядок организации, планирования, проведения и обеспечения образовательной деятельности по профилю изучаемой программы магистратуры.

Уметь:

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

Владеть:

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

3 Краткое содержание практики по получению первичных профессиональных умений и навыков

Учебная практика включает этапы ознакомления с методологическими основами и практического освоения приемов организации, планирования, проведения и обеспечения

5. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ МАГИСТРАТУРЫ

5.1. Требования к кадровому обеспечению

Кадровое обеспечение программы магистратуры соответствует требованиям ФГОС ВО:

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

лификация которых соответствует квалификационным характеристикам, установленным в Едином квалификационном справочнике должностей руководителей, специалистов и служащих, раздел «Квалификационные характеристики должностей руководителей и специалистов высшего профессионального и дополнительного профессионального образования», утвержденном приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 11.01.2011 № 1н (зарегистрирован Министерством Юстиции Российской Федерации 23.03.2011, № 20237) и профессиональными стандартами (при наличии);

– доля штатных научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок) составляет более 70 процентов от общего количества научно-педагогических работников университета (академическая магистратура);

– доля научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок), имеющих ученую степень и (или) ученое звание, в общем числе научно-педагогических работников, реализующих программу магистратуры составляет более 80 процентов (академическая магистратура);

– доля научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок) из числа руководителей и работников организаций, деятельность которых связана с направленностью (профилем) реализуемой программы магистратуры (имеющих стаж работы в данной профессиональной области не менее 3 лет) в общем числе работников, реализующих программу магистратуры, составляет более 10 процентов (академическая магистратура);

– среднегодовое число публикаций научно-педагогических работников организации за период реализации программы магистратуры в расчете на 100 научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок) должно составлять не менее 2 в журналах, индексируемых в базах данных Web of Science или Scopus, или не менее 20 в журналах, индексируемых в Российском индексе научного цитирования;

– общее руководство научным содержанием программы магистратуры определенной направленности (профиля) осуществляется штатным научно-педагогическим работником организации, имеющим ученую степень, осуществляющим самостоятельные научно-исследовательские проекты и участвующим в осуществлении таких проектов по направлению (профилю) подготовки, имеющим ежегодные публикации по результатам указанной научно-исследовательской деятельности в ведущих отечественных и (или) зарубежных рецензируемых научных журналах и изданиях, а также осуществляющим ежегодную апробацию результатов указанной научно-исследовательской деятельности на национальных и международных конференциях.

5.2. Материально-техническое обеспечение

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

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

Материально-техническое обеспечение ООП магистратуры по направлению подготовки 18.04.01.68 Химическая технология; по магистерской программе «Химическая технология материалов и изделий электроники и наноэлектроники», включает:

5.2.1. 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 парогазовую 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 автоклавирувания.

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⁻¹) 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 Р-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, характеристореограф, измерительное оборудование для оценки электрофизических характеристик ма-

териалов, тераомметр (Е6-13), измеритель L, C, R цифровой Е7-12.

5.2.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплекты плакатов к лекционным курсам; наборы образцов монокристаллов, лазерных материалов, полупроводников, минералов; плакаты типовых чертежей оборудования. Компьютерная программа по обучению обработке спектральных и дифрактометрических данных «Origin 8SR», компьютерные базы рентгеновских дифракционных данных кристаллических веществ PCPDFWIN (Powder Diffraction File). Альбомы рентгенограмм неорганических материалов, дериватограмм систем с образованием твердых растворов, кривых изменения массы при нагревании систем с разложением кристаллогидратов и сложных соединений.

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

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

5.2.4. 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 по дисциплинам вариативной части, научно-популярные электронные 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 тугоплавких неорганических веществ; электронная картотека по рентгенофазовому анализу; электронная картотека по фазовым диаграммам состояния тугоплавких соединений.

5.3. Учебно-методическое обеспечение

Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева обеспечивает информационную поддержку всем направлениям деятельности университета, содействует подготовке высококвалифицированных специалистов, совершенствованию учебного процесса, научно-исследовательской работы, способствует развитию профессиональной культуры будущего специалиста.

Структура и состав библиотечного фонда соответствует требованиям Примерного положения о формировании фондов библиотеки высшего учебного заведения, утвержденного приказом Минобрнауки от 27.04.2000 г. № 1246. ИБЦ университета обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по всем дисциплинам основной образовательной программы и гарантирует возможность качественного освоения аспирантами образовательной программы подготовки по направлению по направлению 18.04.01 Химическая технология, направленность подготовки (магистерская программа) «Химическая технология материалов и изделий электроники и наноэлектроники». Объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2019 г. составляет 1 708 372 экз. изданий.

Фонд учебной и учебно-методической литературы укомплектован печатными и электронными изданиями из расчета 50 экз. на каждые 100 обучающихся, а для дисциплин вариативной части образовательной программы - 1 экз. на одного 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 аспирантов в читальных залах, предоставляя широкий выбор литературы по актуальным направлениям, а также обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

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

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

Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения.

№	Электронный ресурс	Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей	Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором
1	ЭБС «Лань»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор №29.01-3-2.0-827/2018 от 26.09.2018 г. С «26» сентября 2018г. по «25» сентября 2019г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Сумма договора – 357 000-00 Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронно-библиотечная система издательства "Лань" — ресурс, включающий в себя как электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний. ЭБС «ЛАНЬ» предоставляет пользователям мобильное приложение для iOS и Android, в которых интегрированы бесплатные сервисы для незрячих студентов и синтезатор речи. Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ, «Информатика» - изд-ва "Лань", Национальный Открытый Университет"ИНТУИТ", "Инженерно-технические науки" изд-ва "Лань".
2.	Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)	Принадлежность – собственная РХТУ. Ссылка на сайт ЭБС – http://lib.muctr.ru/ Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.

3	Информационно-справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России».	<p>Принадлежность сторонняя. Реквизиты контракта – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ», контракт № 111-142ЭА/2018 от 18.12.2018 г. Сумма договора – 547 511 руб. С «01» января.2019 г. по «31» декабря2019 г. Ссылка на сайт ЭБС – http://reforma.kodeks.ru/reforma/ Количество ключей – 5 лицензий + локальный доступ с компьютеров ИБЦ.</p>	<p>Электронная библиотека нормативно-технических изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД</p>
4	Электронная библиотека диссертаций (ЭБД).	<p>Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – РГБ, Договор № 29.01-Р-2.0-826/2018 от 03.10.2018 г. С «15» октября 2018 г. по «14» июля 2019 г. Сумма договора - 299130-00 Ссылка на сайт ЭБС – http://diss.rsl.ru/ Количество ключей – 10 лицензий + распечатка в ИБЦ.</p>	<p>В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки:</p> <ul style="list-style-type: none"> с 1998 года – по специальностям: "Экономические науки", "Юридические науки", "Педагогические науки" и "Психологические науки"; с 2004 года - по всем специальностям, кроме медицины и фармации; с 2007 года - по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации.
5	ЭБС «Научно-электронная библиотека eLibrary.ru».	<p>Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «РУНЭБ», договор № 29.01-Р-2.0-1020/2018 от 07.12.2018 г. С «01» января 2019 г. по «31» января 2019 г. Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Сумма договора - 934 693-00 Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p>	<p>Электронные версии периодических и неперіодических изданий по различным отраслям науки</p>

6	БД ВИНТИ РАН	<p>Принадлежность сторонняя Договор № 5Д/2018 от 01.02.2018 г. Сумма договора - 24000-00 С «02» февраля 2018 г. по «05» мая 2019 г Ссылка на сайт- http://www.viniti.ru/ Количество ключей – локальный доступ для пользователей РХТУ в ИБЦ РХТУ.</p>	<p>Крупнейшая в России баз данных по естественным, точным и техническим наукам. Включает материалы РЖ (Реферативного журнала) ВИНТИ с 1981 г. Общий объем БД - более 28 млн. документов</p>
7	Справочно-правовая система «Консультант+»,	<p>Принадлежность сторонняя, Договор № 45-70ЭА/2018 от 09.07.2018 г. С «10» июля 2018 г. по «09» июля 2019 г. Сумма договора- Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по ip-адресам.</p>	<p>Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.</p>
8	Справочно-правовая система «Гарант»	<p>Принадлежность сторонняя Договор №145-188ЭА/2018 г. от 28.01.2019 г. С «28» января 2019 г. по «27» января 2020 г. Ссылка на сайт – http://www.garant.ru/ Сумма договора - 512000-00 Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по ip-адресам.</p>	<p>Гарант — справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.</p>
9	Издательство Wiley	<p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор №</p> <p>Ссылка на сайт – http://onlinelibrary.wiley.com/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам не-</p>	<p>Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др.</p>

		ограничен.	
10	QUESTEL ORBIT	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Ссылка на сайт – http://www.questel.orbit.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	ORBIT является глобальным оперативно обновляемым патентным порталом, позволяющим осуществлять поиск в перечне заявок на патенты, полученных, приблизительно, 80-патентными учреждениями в различных странах мира и предоставленных грантов.
11	ProQuest Dissertation and Theses Global	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Ссылка на сайт – http://www.proquest.com/products-services/pqdtglobal.html Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	База данных ProQuest Dissertation & Theses Global (PQDT Global) авторитетная коллекция из более 3,5 млн. зарубежных диссертаций, более 1,7 млн. из которых представлены в полном тексте.
12	American Chemical Society	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Ссылка на сайт – http://www.acs.org/content/acs/en.html Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Коллекция журналов по химии и химической технологии Core + издательства American Chemical Society
13	American Institute of Physics (AIP)	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Ссылка на сайт –	Коллекция журналов по техническим и естественным наукам издательства Американского института физики (AIP)

		http://scitation.aip.org/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	
14	Science – научный журнал (электронная версия научной базы данных SCIENCE ONLINE-SCIENCE NOW) компании The American Association for Advancement of Science	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Ссылка на сайт – http://www.sciencemag.org/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Science – один из самых авторитетных американских научно-популярных журналов. Новости науки и техники, передовые технологии, достижения прогресса, обсуждение актуальных проблем и многое другое.
15	Scopus	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Ссылка на сайт – http://www.scopus.com . Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства ELSEVIER
16	Ресурсы международной компании Clarivate Analytics	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Ссылка на сайт – http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=R1Ij2TUYmd7bUatOIJ&preferencesSaved= Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Открыт доступ к ресурсам: WEB of SCIENCE – реферативная и наукометрическая база данных. MEDLINE – реферативная база данных по медицине.

17	Royal Society of Chemistry (Королевское химическое общество)	<p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор №</p> <p>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. http://pubs.rsc.org/</p>	Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии.
18.	Электронные ресурсы издательства SpringerNature	<p>Принадлежность – сторонняя</p> <p>Письмо РФФИ (журналы)</p> <p>Договор № (книги)</p> <p>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. http://link.springer.com/</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Полнотекстовая коллекция электронных журналов и книг издательства Springer по различным отраслям знаний. - Полнотекстовые 85 журналов Nature Publishing Group - Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols - Коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга Springer Materials (The Landolt-Bornstein Database) - Полный доступ к статическим и динамическим справочным изданиям по любой теме - Реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH
19.	База данных SciFinder компании Chemical Abstracts Service	<p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор №</p> <p>Ссылка на сайт – https://scifinder.cas.org Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам и персональной регистрации.</p>	SciFinder — это поисковый сервис, обеспечивающий многоаспектный поиск как библиографической информации, так и информации по химическим реакциям, структурным соединениям и патентам. Основная тематика обширного поискового массива — химия, а также ряд смежных дисциплин, таких как материаловедение, биохимия и биомедицина, фармакология, химическая технология, физика, геология, металлургия и другие.

20	Издательство Elsevier на платформе ScienceDirect	<p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор №</p> <p>Ссылка на сайт – https://www.sciencedirect.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам.</p>	<p>«Freedom Collection» — полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов.</p> <p>«Freedom Collection eBook collection» — содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук.</p> <p>Доступ к архивам 2014-2018гг.</p>
21	ЭБС «Лань»	<p>Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор №29.01-3-2.0-1299/2018 от 06.03.2019 г. С «06» марта 2019г. по «25» сентября 2019г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Сумма договора – 73 247-39 Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.</p>	Коллекция книг по техническим наукам.
22	ЭБС «ЮРАЙТ»	<p>Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора – ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ», Договор № №29.01-3-2.0-1168/2018 от 11.01.2019 г. С «11» января 2019 г. по «10» января 2020 г. Ссылка на сайт ЭБС - https://biblio-online.ru/ Сумма договора – 220 000-00 руб. Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.</p>	Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.

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

<u>Архив издательства Института физики (Великобритания). Пакет «Historical Archive 1874-1999» с первого выпуска каждого журнала по 1999, 1874-1999</u>
<u>Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010</u>
<u>Архив издательства Oxford University Press. Пакет «Archive Complete» с первого выпуска каждого журнала по 1995, 1849-1995</u>
<u>Архив издательства Sage. Пакет «2010 SAGE Deep Backfile Package» с первого выпуска каждого журнала по 1998, 1890-1998</u>
<u>Архив издательства Taylor & Francis. Full Online Journal Archives. с первого выпуска каждого журнала по 1996, 1798-1997</u>
<u>Архив издательства Cambridge University Press. Пакет «Cambridge Journals Digital Archive (CJDA)» с первого выпуска каждого журнала по 2011, 1827-2011</u>
<u>Архив журналов Королевского химического общества(RSC). 1841-2007</u>
<u>Архив коллекции журналов Американского геофизического союза (AGU), предоставляемый издательством Wiley Subscription Services, Inc. 1896-1996</u>

5.4. Контроль качества освоения программы магистратуры. Оценочные средства.

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

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

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

Государственная итоговая аттестация обучающегося является обязательной и осуществляется после освоения программы магистратуры в полном объеме. Государственная итоговая аттестация включает подготовку и защиту магистерской диссертации. Требования к содержанию, объему и структуре выпускной квалификационной работы определяются высшим учебным заведением. Выпускная квалификационная работа в соответствии с ООП магистратуры выполняется в виде магистерской диссертации в период прохождения практики и выполнения научно-исследовательской работы и представляет собой самостоятельную и логически завершенную выпускную квалификационную работу, связанную с решением задач научно-исследовательской деятельности.

При выполнении выпускной квалификационной работы обучающиеся должны показать свою способность и умение, опираясь на полученные углубленные знания, умения и сформированные общекультурные и профессиональные компетенции, самостоятельно решать на современном уровне задачи своей профессиональной деятельности, профессионально излагать специальную информацию, научно аргументировать и защищать свою точку зрения.

6 Рабочие программы дисциплин

Рабочие программы дисциплин:

1. Философские проблемы науки и техники
2. Теоретические и экспериментальные методы в химии
3. Деловой иностранный язык
4. Избранные главы процессов и аппаратов химических технологий
5. Оптимизация химико-технологических процессов
6. Оценка рисков и экономической эффективности при внедрении инновационных решений и технологий
7. Дополнительные главы математики в химической технологии материалов и изделий электроники и наноэлектроники
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. Применение САПР для проектирования процессов технологии ВФМ
13. Современные методы характеристики и контроля качества монокристаллических и нано-структурированных материалов и пленочных структур технического и ювелирного назначения
14. Экологические аспекты современного производства материалов и компонентов микро- и наноэлектроники
15. Кристаллохимические особенности конструирования современных материалов и устройств фотоники, нано- и микроэлектроники
16. Современные методы и оборудование для производства монокристаллов для фотоники и электроники /
17. Современные методы и оборудование для производства гетерофазных пленочных структур /
18. Современные методы и оборудование для производства, обработки и облагораживания ювелирных кристаллов
19. Современные проблемы химической технологии монокристаллов для фотоники и электроники /
20. Научные основы технологии получения гетерофазных пленочных структур с заданными свойствами
21. Современные проблемы химической технологии монокристаллов для ювелирной промышленности
22. Физическая химия материалов для монокристаллов различного функционального назначения
23. Физическая химия материалов для гетерофазных пленочных структур различного функционального назначения
24. Диагностика и классификация технических и ювелирных монокристаллов (геммология)
25. Основы научного подхода к синтезу монокристаллов технического и ювелирного назначения и пути модификации их функциональных свойств
26. Научные основы технологии материалов для гетерофазных пленочных структур с заданными функциональными свойствами
27. Профессионально-ориентированный перевод

входящих в ООП по направлению подготовки 18.04.01 «Химическая технология», магистерская программа «Химическая технология материалов и изделий электроники и наноэлектроники», выполнены в виде отдельных документов, являющихся неотъемлемой частью данной ООП.

7 Оценочные материалы

Оценочные материалы по дисциплинам дисциплин из учебного плана:

1. Философские проблемы науки и техники
2. Теоретические и экспериментальные методы в химии
3. Деловой иностранный язык
4. Избранные главы процессов и аппаратов химических технологий
5. Оптимизация химико-технологических процессов
6. Оценка рисков и экономической эффективности при внедрении инновационных решений и технологий
7. Дополнительные главы математики в химической технологии материалов и изделий электроники и наноэлектроники
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. Применение САПР для проектирования процессов технологии ВФМ
13. Современные методы характеристики и контроля качества монокристаллических и нано-структурированных материалов и пленочных структур технического и ювелирного назначения
14. Экологические аспекты современного производства материалов и компонентов микро- и наноэлектроники
15. Кристаллохимические особенности конструирования современных материалов и устройств фотоники, нано- и микроэлектроники
16. Современные методы и оборудование для производства монокристаллов для фотоники и электроники /
17. Современные методы и оборудование для производства гетерофазных пленочных структур /
18. Современные методы и оборудование для производства, обработки и облагораживания ювелирных кристаллов
19. Современные проблемы химической технологии монокристаллов для фотоники и электроники /
20. Научные основы технологии получения гетерофазных пленочных структур с заданными свойствами
21. Современные проблемы химической технологии монокристаллов для ювелирной промышленности
22. Физическая химия материалов для монокристаллов различного функционального назначения
23. Физическая химия материалов для гетерофазных пленочных структур различного функционального назначения
24. Диагностика и классификация технических и ювелирных монокристаллов (геммология)
25. Основы научного подхода к синтезу монокристаллов технического и ювелирного назначения и пути модификации их функциональных свойств
26. Научные основы технологии материалов для гетерофазных пленочных структур с заданными функциональными свойствами
27. Профессионально-ориентированный перевод

входящих в ООП по направлению подготовки 18.04.01 «Химическая технология», магистерская программа «Химическая технология материалов и изделий электроники и нано-

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

8. Методические материалы по дисциплинам

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

1. Философские проблемы науки и техники
2. Теоретические и экспериментальные методы в химии
3. Деловой иностранный язык
4. Избранные главы процессов и аппаратов химических технологий
5. Оптимизация химико-технологических процессов
6. Оценка рисков и экономической эффективности при внедрении инновационных решений и технологий
7. Дополнительные главы математики в химической технологии материалов и изделий электроники и наноэлектроники
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. Применение САПР для проектирования процессов технологии ВФМ
13. Современные методы характеристики и контроля качества монокристаллических и нано-структурированных материалов и пленочных структур технического и ювелирного назначения
14. Экологические аспекты современного производства материалов и компонентов микро- и наноэлектроники
15. Кристаллохимические особенности конструирования современных материалов и устройств фотоники, нано- и микроэлектроники
16. Современные методы и оборудование для производства монокристаллов для фотоники и электроники /
17. Современные методы и оборудование для производства гетерофазных пленочных структур /
18. Современные методы и оборудование для производства, обработки и облагораживания ювелирных кристаллов
19. Современные проблемы химической технологии монокристаллов для фотоники и электроники /
20. Научные основы технологии получения гетерофазных пленочных структур с заданными свойствами
21. Современные проблемы химической технологии монокристаллов для ювелирной промышленности
22. Физическая химия материалов для монокристаллов различного функционального назначения
23. Физическая химия материалов для гетерофазных пленочных структур различного функционального назначения
24. Диагностика и классификация технических и ювелирных монокристаллов (геммология)
25. Основы научного подхода к синтезу монокристаллов технического и ювелирного назначения и пути модификации их функциональных свойств
26. Научные основы технологии материалов для гетерофазных пленочных структур с заданными функциональными свойствами

27. Профессионально-ориентированный перевод входящих в ООП по направлению подготовки 18.04.01 «Химическая технология», магистерская программа «Химическая технология материалов и изделий электроники и нанoeлектроники», выполнены в виде отдельных документов, являющихся неотъемлемой частью данной ООП.

Матрица компетенций по направлению подготовки магистров

18.04.01. Химическая технология, профиль подготовки «Химическая технология материалов и изделий электроники и нанoeлектроники»
магистерская программа «Химическая технология материалов и изделий электроники и нанoeлектроники»

		Компетенции	Общекультурные компетенции									Общепрофессиональные компетенции					Профессиональные компетенции					
			ОК-1	ОК-2	ОК-3	ОК-4	ОК-5	ОК-6	ОК-7	ОК-8	ОК-9	ОПК-1	ОПК-2	ОПК-3	ОПК-4	ОПК-5	ПК-1	ПК-2	ПК-3			
		Наименование дисциплины																				
Базовая часть		Философские проблемы науки и техники	+			+																
		Теоретические и экспериментальные методы в химии	+		+	+	+		+	+						+						
		Деловой иностранный язык			+		+	+					+	+								
		Избранные главы процессов и аппаратов химических технологий	+			+	+								+	+						
		Оптимизация химико-технологических процессов		+	+		+		+	+	+	+	+	+	+	+						
		Оценка рисков и экономической эффективности при внедрении инновационных решений и технологий				+																
Вариативная часть	Обязательные дисциплины	Дополнительные главы математики в химической технологии материалов и изделий электроники и нанoeлектроники													+					+		
		Информационные технологии в образовании											+	+			+	+			+	
		Коллоидная химия композиционных материалов электроники													+					+	+	
		Методы исследования и проектирования структуры и свойств поверхности материалов электроники														+	+			+	+	+
		Методы синтеза наночастиц и нанокomпозиционных материалов													+		+	+		+	+	+
		Применение САПР для проектирования процессов технологии ВФМ														+	+			+	+	+
		Современные методы характеристики и контроля качества монокристаллических и нано-структурированных материалов и пленочных структур технического и ювелирного назначения															+	+			+	+

Дисциплины по выбору	Экологические аспекты современного производства материалов и компонентов микро- и нанoeлектроники														+		+	+	+	
	Кристаллохимические особенности конструирования современных материалов и устройств фотоники, нано- и микроэлектроники																+	+	+	
	Современные методы и оборудование для производства монокристаллов для фотоники и электроники / Современные методы и оборудование для производства гетерофазных пленочных структур / Современные методы и оборудование для производства, обработки и облагораживания ювелирных кристаллов																	+	+	+
	Современные проблемы химической технологии монокристаллов для фотоники и электроники / Научные основы технологии получения гетерофазных пленочных структур с заданными свойствами / Современные проблемы химической технологии монокристаллов для ювелирной промышленности											+						+	+	+
	Физическая химия материалов для монокристаллов различного функционального назначения / Физическая химия материалов для гетерофазных пленочных структур различного функционального назначения / Диагностика и классификация технических и ювелирных монокристаллов (геммология)											+			+		+	+	+	+
	Основы научного подхода к синтезу монокристаллов технического и ювелирного назначения и пути модификации их функциональных свойств / Научные основы технологии материалов для гетерофазных пленочных структур с заданными функциональными свойствами											+			+		+	+	+	+
												+			+		+	+	+	+

Практики, в том числе научно-исследовательская работа (НИР)	Практики, в том числе научно-исследовательская работа (НИР)											+	+	+	+	+	+	+	+
	Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков													+			+	+	+
	Производственная практика: НИР												+	+	+	+	+	+	+
	Преддипломная практика													+	+		+	+	+
	Государственная итоговая аттестация	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Факультеты	Профессионально-ориентированный перевод			+		+	+					+	+					+	
	Социология и психология профессиональной деятельности				+								+				+		

