

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева

_____ И.В. Воротынцев

« ____ » _____ г.

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

**по направлению подготовки
18.04.01 Химическая технология**

(Код и наименование направления подготовки)

Профиль:

**Химическое машиностроение и системный химический инжиниринг. Технология
нефтегазохимии, промышленного органического синтеза, полимерных и
функциональных материалов**

(Наименование профиля подготовки)

форма обучения:

очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация: **Магистр**

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

« ____ » _____ г.,

Протокол № __

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2022

Разработчики основной образовательной программы (ООП) бакалавриата:

к.х.н., доцент,
декан факультета
нефтегазохимии и
полимерных материалов _____

И.С. Сиротин

Согласовано:

д.х.н., профессор,
заведующий кафедрой
химической технологии
пластических масс _____

В.В. Киреев

д.х.н, проректор по науке,
и.о. заведующего кафедрой химической
технологии полимерных композиционных
лакокрасочных материалов и покрытий _____

А.А. Щербина

д.х.н, профессор,
заведующий кафедрой
технологии переработки пластмасс _____

И.Ю. Горбунова

Начальник Учебного управления _____

В.С. Мирошников

ООП магистратуры рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета
« _____ » протокол № _____ от « _____ » _____ 20 ____ г.

Согласовано:

Заместитель генерального директора-
Технический директор АО «ЮМАТЕКС»

« ____ » _____ г. _____

Ю.С. Свистунов

Руководитель московского представительства
АО «ГК «Титан»

« ____ » _____ г. _____

А.Ю. Орлов

Заместитель генерального директора
по науке АО «ИСС»

«__» _____ г.

_____ К.Г. Охоткин

Заместитель генерального директора
АО «Композит»

«__» _____ г.

_____ А.Н. Тимофеев

Заместитель начальника отделения –
Начальник научно-исследовательского отдела
ФГУП «ВНИИА им. Н.Л. Духова»

«__» _____ г.

_____ С.А. Федотов

Директор по технологическому развитию
ГК «Росатом»

«__» _____ г.

_____ А.Б. Шевченко

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

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

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

- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 № 910 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **18.04.01 Химическая технология**» (далее – ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки **18.04.01 Химическая технология**);
- Профессиональный стандарт 26.001 «Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 №589н;
- Профессиональный стандарт 26.003 «Специалист по проектированию изделий из наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 14.09.2015 №631н;
- Профессиональный стандарт 40.043 «Специалист по внедрению и управлению производством полимерных наноструктурированных пленок», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 10.07.2014 №451н;
- Профессиональный стандарт 40.044 «Специалист по научно-техническим разработкам и испытаниям полимерных наноструктурированных пленок», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 10.07.2014 №447н;
- Профессиональный стандарт 25.053 «Специалист по разработке неметаллических композиционных материалов и покрытий в ракетно-космической промышленности» утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 3 сентября 2018 года № 573н;
- Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 "Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ" [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+%EF%F0%E8%EA%E0%E7/> (дата обращения: 09.04.2021);
- Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Министерства просвещения Российской Федерации от 05.08.2020 № 885/390 "О практической подготовке обучающихся" [Электронный ресурс]. Режим доступа:

http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&link_id=0&nd=102850569&intelsearch=&firstDoc=1/ (дата обращения: 09.04.2021);

- Положение об организации и использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования "Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева", принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д. И. Менделеева от 27 марта 2020 г., протокол № 9, введенное в действие приказом ректора РХТУ им. Д. И. Менделеева от 27 марта 2020 г. № 29 ОД [Электронный ресурс]. Режим доступа:

https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local_doc/pologenie_EOiDOT_2.pdf (дата обращения: 09.04.2021);

- Положение о практической подготовке обучающихся в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования "Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева", принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д. И. Менделеева от 25.11.2020, протокол № 4, введено в действие приказом ректора РХТУ им. Д. И. Менделеева от 26.11.2020 № 117 ОД [Электронный ресурс]. Режим доступа:

https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local_doc/pologenie_prakt_podgotovka_2.pdf дата обращения: 09.04.2021);

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

- Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru/> (дата обращения: 09.04.2021);
- Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам". URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 09.04.2021);
- ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fero.i-exam.ru/> (дата обращения: 09.04.2021).

1.3 Общая характеристика программы магистратуры

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

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

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

Срок получения образования по программе магистратуры (вне зависимости от применяемых образовательных технологий):

- в очной форме обучения, включая каникулы, предоставляемые после прохождения государственной итоговой аттестации, составляет 2 года;
- при обучении по индивидуальному учебному плану инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (далее – инвалиды и лица с ОВЗ) может быть увеличен по их заявлению не более чем на 6 месяцев по сравнению со сроком получения

образования, установленным для соответствующей формы обучения.

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

Организация самостоятельно определяет в пределах сроков и объемов, установленных ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки **18.04.01 Химическая технология:**

- срок получения образования по программе магистратуры по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении;
- объем программы магистратуры, реализуемый за один учебный год.

При реализации программы магистратуры Организация вправе применять электронное обучение, дистанционные образовательные технологии. Реализация программы магистратуры с применением исключительно электронного обучения, дистанционных образовательных технологий не допускается.

Электронное обучение, дистанционные образовательные технологии, применяемые при обучении инвалидов и лиц с ОВЗ, должны предусматривать возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Реализация программы магистратуры осуществляется Организацией как самостоятельно, так и посредством сетевой формы.

Программа магистратуры реализуется на государственном языке Российской Федерации, если иное не определено локальным нормативным актом Организации.

Структура программы магистратуры включает следующие блоки:

Блок 1 «Дисциплины (модули)»;

Блок 2 «Практика», который включает учебную и производственную практику (далее вместе – практики), относящиеся к обязательной части программы, и практики, относящиеся к части программы, формируемой участниками образовательных отношений;

Блок 3 «Государственная итоговая аттестация»,.

Структура программы магистратуры

| Структура программы магистратуры | | Объем программы магистратуры и ее блоков в з.е. |
|----------------------------------|-------------------------------------|---|
| Блок 1 | Дисциплины (модули) | не менее 51 |
| Блок 2 | Практика | не менее 25 |
| Блок 3 | Государственная итоговая аттестация | не менее 6 |
| Объем программы магистратуры | | 120 |

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

Типы учебной практики:

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

Типы производственной практики:

- технологическая (проектно-технологическая) практика;

- эксплуатационная практика;
- научно-исследовательская работа.

В Блок 3 «Государственная итоговая аттестация» входят:

- подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена (если Организация включила государственный экзамен в состав государственной итоговой аттестации);
- выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

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

К обязательной части программы магистратуры относятся дисциплины (модули) и практики, обеспечивающие формирование общепрофессиональных компетенций, определяемых ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки **18.04.01 Химическая технология**. Объем обязательной части без учета объема государственной итоговой аттестации должен составлять не менее 20 процентов общего объема программы магистратуры.

Дисциплины (модули) и практики, обеспечивающие формирование универсальных компетенций, определяемых ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки **18.04.01 Химическая технология**, а также профессиональных компетенций, определяемых Организацией самостоятельно, могут включаться в обязательную часть программы магистратуры и (или) в часть, формируемую участниками образовательных отношений.

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

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

Реализация части (частей) программы магистратуры и проведение государственной итоговой аттестации, 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.

1.4 Требования к поступающему

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

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫПУСКНИКОВ, ОСВОИВШИХ ПРОГРАММУ МАГИСТРАТУРЫ

2.1. Область профессиональной деятельности и сфера профессиональной деятельности выпускников, освоивших ООП магистратуры (далее – выпускники), включает:

26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: производства продуктов основного и тонкого органического синтеза; производства продуктов переработки нефти, газа и твердого топлива);

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

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

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

- научно-исследовательский.

Задачи профессиональной деятельности выпускников:

- 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 и компьютерных 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.

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

- химические вещества и материалы, используемые в качестве сырья и получаемые в качестве продуктов глубокой переработки природных энергоносителей, основного и тонкого органического синтеза, производства углеродных материалов;
- методы и приборы для определения состава и свойств органических веществ, углеродных материалов, а также используемых при их получении и переработке вспомогательных веществ и материалов;
- все виды исследовательского, контрольного и испытательного оборудования, аналитической аппаратуры; компьютерное программное обеспечение для обработки результатов и анализа полученных данных, моделирования свойств веществ и материалов, оценки и прогнозирования их аналитических и эксплуатационных характеристик, моделирования и оптимизации химико-технологических процессов;
- технологические процессы глубокой переработки природных энергоносителей, получения органических веществ, углеродных материалов и изделий на их основе; оборудование, технологическая оснастка и приспособления; системы управления технологическими процессами;
- нормативно-техническая и отчетная документация и системы сертификации материалов и изделий, технологических процессов их получения и переработки.

3 СТРУКТУРА ПРОГРАММЫ МАГИСТРАТУРЫ

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

- учебным планом;

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

3.1 Учебный план

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

Учебный план представлен в приложении.

3.2 Календарный учебный график

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

Календарный учебный график представлен в приложении.

3.3 Рабочие программы дисциплин (модулей)

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

3.4 Рабочие программы практик

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

3.4.1 Учебная практика: научно-исследовательская работа

Тип практики: научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы). Задачей практики является формирование умений в постановке целей и задач научного исследования; приобретение обучающимися навыков работы с научно-технической литературой, в том числе и патентной, включая подбор, анализ и формулировку выводов по теме исследования; получение знаний и навыков по методике постановки эксперимента в области глубокой переработки природных энергоносителей, получения и использования продуктов основного и тонкого органического синтеза и углеродных материалов; формирование умений в области представления, обработки и оформления полученных в ходе эксперимента результатов.

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

3.4.2 Производственная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика

Тип практики: технологическая практика.

Задачей практики является формирование умений в разработке технологических процессов, проектно-технологической документации, приобретение навыков по обработке и оформлению проектной документации.

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

3.5 Программа государственной итоговой аттестации (ГИА)

Программа государственной итоговой аттестации является приложением к ООП магистратуры.

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

3.6 Фонд оценочных средств (ФОС)

ФОС создается в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки **18.04.01 Химическая технология** для аттестации обучающихся на соответствие их учебных достижений поэтапным требованиям соответствующей ООП магистратуры для проведения текущего оценивания, а также промежуточной аттестации обучающихся. ФОС является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения обучающимися ООП, входит в состав ООП магистратуры.

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

ФОС сформирован на основе ключевых принципов оценивания:

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

ФОС по дисциплинам, практикам, ГИА приведены в приложении.

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

4 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ МАГИСТРАТУРЫ

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

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

Выпускник, освоивший ООП, должен обладать следующими компетенциями.

4.1 Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

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

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

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

4.2. Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

| Наименование категории (группы) ОПК | Код и наименование ОПК | Код и наименование индикатора достижения ОПК |
|-------------------------------------|--|---|
| Научные исследования и разработки | ОПК-1 Способен организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок | ОПК-1.1 Знает методологические основы научного знания. ОПК-1.2 Знает теоретические и эмпирические методы исследования. ОПК-1.3 Знает методологию диссертационного исследования и подготовки выпускной квалификационной работы. ОПК-1.4 Умеет использовать методы научного исследования при решении научных задач. ОПК-1.5 Умеет формулировать и представлять результаты научного исследования. ОПК-1.6 Владеет методами научного исследования. |

| | | |
|---|--|--|
| | | ОПК-1.7 Владеет приемами формулирования основных компонентов научного исследования и изложения научного труда (выпускной квалификационной работы). |
| Профессиональная методология | ОПК-2 Способен использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты для решения производственных и научных задач. | ОПК-2.1 Знает теорию физико-химических методов анализа. ОПК-2.2 Знает принципы работы основных приборов в инструментальных методах химического анализа. ОПК-2.3 Знает методы целенаправленного сбора и анализа научной литературы. ОПК-2.4 Умеет применять приобретенные практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных задач. ОПК-2.5 Умеет анализировать научную литературу с целью выбора направления исследования по заданной теме. ОПК-2.6 Владеет идеологией и системой выбора инструментальных методов химического анализа, а также оценкой возможностей каждого метода. ОПК-2.7 Владеет метрологическими основами инструментальных методов анализа. ОПК-2.8 Владеет способами обработки полученных результатов и анализа их с учетом имеющихся литературных данных. |
| Инженерная и технологическая подготовка | ОПК-3 Способен разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку. | ОПК-3.1 Знает современные тенденции развития соответствующего направления химической промышленности. ОПК-3.2 Знает технологические основы организации современных химических производств соответствующего профиля. ОПК-3.3 Знает современные требования к аппаратному оформлению основных процессов соответствующего направления химической промышленности. ОПК-3.4 Знает конструкцию современного технологического оборудования соответствующего профиля. ОПК-3.5 Умеет составлять и анализировать современные технологические схемы основных процессов соответствующего профиля, а также их оптимизировать и наполнять передовым современным оборудованием. ОПК-3.6 Умеет выбирать оборудование для конкретных технологических процессов с учётом химических и физико-химических свойств перерабатываемых |

| | | |
|--------------------------------------|--|--|
| | | <p>материалов.</p> <p>ОПК-3.7 Умеет находить нестандартные решения задач технологического и аппаратурного оформления процессов химической технологии соответствующего профиля.</p> <p>ОПК-3.8 Умеет квалифицированно оценивать эффективность разрабатываемых и существующих химико-технологических процессов.</p> <p>ОПК-3.9 Умеет применять в профессиональной деятельности современные технологии и оборудование.</p> <p>ОПК-3.10 Владеет современными представлениями о передовых технологиях и оборудовании соответствующего направления химической промышленности.</p> <p>ОПК-3.11 Владеет навыками разработки современных инновационных химико-технологических процессов соответствующего профиля.</p> |
| <p>Производственная деятельность</p> | <p>ОПК-4 Способен находить оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты.</p> | <p>ОПК-4.1 Знает методы оптимизации химико-технологических процессов с учетом требований качества, надежности и стоимости.</p> <p>ОПК-4.2 Умеет применять аналитические и численные методы для решения задач создания продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты.</p> <p>ОПК-4.3 Умеет оптимизировать химико-технологические процессы с использованием технологических, экономических и экологических критериев оптимальности при наличии ограничений в виде равенств.</p> <p>ОПК-4.4 Владеет способами компьютерного моделирования и оптимизации химико-технологических процессов продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты.</p> |

4.3 Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

| Задача профессиональной деятельности | Объект или область знания | Код и наименование ПК | Код и наименование индикатора достижения ПК | Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции |
|---|--|---|---|--|
| Тип задач профессиональной деятельности: технологический | | | | |
| Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации | -Химическое, химико-технологическое производство -Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства). | ПК-1 Способен формулировать задачи в области химической технологии для самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы, разрабатывать планы их реализации и задания для исполнителей | ПК -1.1 Знает принципы планирования научной работы коллектива исполнителей исходя из целей, задач и ресурсов проведения НИОКР | Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Профессиональный стандарт 26.003 «Специалист по проектированию изделий из наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 14.09.2015 № 631н, Обобщенная трудовая функция С. Управление стадиями работ по проектированию изделий из наноструктурированных композиционных материалов. С/02.7 Разработка методики проектирования изделий из наноструктурированных композиционных материалов |
| | | | ПК-1.2 Умеет выбирать методы и средства проведения исследований и разработок | |
| | | | ПК-1.3 Владеет приемами оценки материальных, кадровых и временных ресурсов, потребных для научного исследования | |

| | | | | |
|--|---|--|--|---|
| | | | | <p>Профессиональный стандарт 40.044 «Специалист по научно-техническим разработкам и испытаниям полимерных наноструктурированных пленок», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 10.07.2014 № 447н,</p> <p>Обобщенная трудовая функция С. Научно-техническая разработка и испытания полимерных наноструктурированных пленок. С/07.7 Разработка методологии комплексной оценки характеристик опытного образца полимерных наноструктурированных пленок</p> |
| Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский | | | | |
| <p>Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации</p> | <p>- Химическое, химико-технологическое производство - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-</p> | <p>ПК-2 Способен к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи</p> | <p>ПК-2.1 Знает алгоритм поиска, оценки и анализа научно-технической информации</p> | <p>Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.</p> <p>26.003 Профессиональный стандарт «Специалист по проектированию изделий из наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства</p> |
| | | | <p>ПК-2.2 Умеет обобщать и систематизировать научно-техническую информацию</p> | |
| | | | <p>ПК-2.3 Владеет навыками соотнесения результатов собственной научной работы с отечественным и зарубежным опытом по тематике исследования</p> | |

| | | | | |
|---|---|--|--|--|
| | технологического производства). | | | <p>труда и социальной защиты Российской Федерации от 14.09.2015 № 631 н, Обобщенная трудовая функция С. Управление стадиями работ по проектированию изделий из наноструктурированных композиционных материалов С/02.7 Разработка методики проектирования изделий из наноструктурированных композиционных материалов (уровень квалификации 7)</p> <p>40.044 Профессиональный стандарт «Специалист по научно-техническим разработкам и испытаниям полимерных наноструктурированных пленок», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 10.07.2014 № 447 н, Обобщенная трудовая функция С. Научно-техническая разработка и испытания полимерных наноструктурированных пленок С/07.7 Разработка методологии комплексной оценки характеристик опытного образца полимерных наноструктурированных пленок (уровень квалификации 7)</p> |
| Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, | - Химическое, химико-технологическое производство | ПК-3 Способен применять современные приборы и методы | ПК-3.1 Знает экспериментальные методы и их приборное и аппаратное оформление для | Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного |

| | | | | |
|---|---|---|---|--|
| теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации | - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства). | исследования, планировать, организовывать и проводить эксперименты и испытания, корректно обрабатывать и анализировать полученные результат | исследования веществ и материалов | опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. |
| | | | ПК-3.2 Умеет организовывать проведение экспериментов и испытаний веществ и материалов | |
| | | | ПК-3.3 Владеет приемами обработки, анализа и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов | Профессиональный стандарт 40.043 «Специалист по внедрению и управлению производством полимерных наноструктурированных пленок», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 10.07.2014 № 451н, |

| | | | | |
|--|---|--|--|---|
| | | | | <p>Обобщенная трудовая функция С. Управление проектами технологического сопровождения и экспертиза новых технологий производства полимерных наноструктурированных пленок. С/03.7 Организация работы по освоению нового технологического оборудования для производства полимерных наноструктурированных пленок</p> <p>Профессиональный стандарт 40.044 «Специалист по научно-техническим разработкам и испытаниям полимерных наноструктурированных пленок», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 10.07.2014 № 447н,</p> <p>Обобщенная трудовая функция С. Научно-техническая разработка и испытания полимерных наноструктурированных пленок. С/07.7 Разработка методологии комплексной оценки характеристик опытного образца полимерных наноструктурированных пленок</p> |
| Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и | - Химическое, химико-технологическое производство | ПК-4 Способен формулировать и реализовывать цели и задачи исследований и | ПК-4.1. Знает современные методы, используемые при проведении исследований и разработок в области технологий | Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с |

| | | | | |
|--|---|---|---|---|
| экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации | - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства). | разработок в области технологий полимеров, композиционных материалов и покрытий | полимеров, композиционных материалов и покрытий | ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Профессиональный стандарт 26.001 «Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 № 589н, Обобщенная трудовая функция Д. Руководство проведением работ по контролю производства наноструктурированных композиционных материалов. Д/06.7 Разработка предложений по повышению качества выпускаемой продукции, требований к качеству материальных ресурсов Профессиональный стандарт 40.043 «Специалист по внедрению и управлению производством полимерных наноструктурированных пленок» , утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 10.07.2014 № 451н, |
| | | | ПК-4.2. Умеет применять полученные знания для системного и комплексного проведения исследований и разработок в области технологий полимеров, композиционных материалов и покрытий | |
| | | | ПК-4.3. Владеет приемами обработки, анализа, интерпретации и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов | |

| | | | | |
|---|---|--|---|---|
| | | | | <p>Обобщенная трудовая функция С. Управление проектами технологического сопровождения и экспертиза новых технологий производства полимерных наноструктурированных пленок. С/03.7 Организация работы по освоению нового технологического оборудования для производства полимерных наноструктурированных пленок</p> <p>Профессиональный стандарт 40.044 «Специалист по научно-техническим разработкам и испытаниям полимерных наноструктурированных пленок», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 10.07.2014 № 447н,</p> <p>Обобщенная трудовая функция С. Научно-техническая разработка и испытания полимерных наноструктурированных пленок. С/07.7 Разработка методологии комплексной оценки характеристик опытного образца полимерных наноструктурированных пленок</p> |
| Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального | - Химическое, химико-технологическое производство | ПК-5 Готов к анализу и систематизации научно-технической информации по | ПК-5.1 Знает теорию эксперимента в области своей профессиональной направленности и методики анализа явлений и процессов | Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, |

| | | | | |
|--|--|---|--|---|
| <p>характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации</p> | <p>- Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).</p> | <p>теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации</p> | <p>ПК-5.2 Умеет применять информационно-коммуникационные технологии для сбора, структурирования и анализа информации и программно-информационные комплексы для проведения научно-исследовательских работ</p> | <p>объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.</p> <p>Профессиональный стандарт 26.001 «Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 № 589н,</p> <p>Обобщенная трудовая функция D. Руководство проведением работ по контролю производства наноструктурированных композиционных материалов. D/06.7 Разработка предложений по повышению качества выпускаемой продукции, требований к качеству материальных ресурсов</p> |
| | | | <p>ПК-5.3 Владеет навыками проведения информационного поиска и обработки научно-технической информации</p> | |
| | | | <p>ПК-5.4 Владеет навыками моделирования и проектирования в области технологий полимеров, композиционных материалов и покрытий с использованием специализированного программного обеспечения (CAD, CAE).</p> | |

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | | | <p>Профессиональный стандарт 40.043 «Специалист по внедрению и управлению производством полимерных наноструктурированных пленок» , утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 10.07.2014 № 451н,</p> <p>Обобщенная трудовая функция С. Управление проектами технологического сопровождения и экспертиза новых технологий производства полимерных наноструктурированных пленок. С/03.7 Организация работы по освоению нового технологического оборудования для производства полимерных наноструктурированных пленок</p> <p>Профессиональный стандарт 40.044 «Специалист по научно-техническим разработкам и испытаниям полимерных наноструктурированных пленок», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 10.07.2014 № 447н,</p> <p>Обобщенная трудовая функция С. Научно-техническая разработка и испытания полимерных наноструктурированных пленок.</p> |
|--|--|--|--|--|

| | | | | |
|--|--|--|--|---|
| | | | | <p>С/07.7 Разработка методологии комплексной оценки характеристик опытного образца полимерных наноструктурированных пленок</p> |
|--|--|--|--|---|

5 АННОТАЦИИ РАБОЧИХ ПРОГРАММ ДИСЦИПЛИН, ПРАКТИК И ГИА

5.1 Дисциплины обязательной части

Аннотация рабочей программы дисциплины «Деловой иностранный язык» (Б1.О.01)

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

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:
Обладать следующими универсальными компетенциями (УК):

- способностью применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия (УК-4).

Знать:

– на государственном и иностранном языках коммуникативно приемлемые стили делового общения .

Уметь:

– представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных мероприятиях, включая международные.

Владеть:

– интегративными умениями, необходимыми для написания, письменного перевода и редактирования различных текстов (рефератов, обзоров, статей и т.д.);

– интегративными умениями, необходимыми для эффективного участия в академических и профессиональных дискуссиях.

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Грамматические аспекты делового общения на иностранном языке

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

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

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

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

Раздел 2. Чтение, перевод и особенности специальной бизнес литературы

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

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

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

2.4. Изучающее чтение текстов в сфере делового общения. Организация работы со специальными словарями. Понятие о реферировании текстов по специальности.

Раздел 3. Профессиональная коммуникация в сфере делового общения

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

3.2. Изучающее чтение специальных текстов. Приемы работы со словарем. Составление

рефератов и аннотаций.

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

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

4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы | В зачетных единицах | В академ. часах | В астроном. часах |
|--|---------------------|-----------------|-------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану | 3 | 108 | 81 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 0,94 | 34 | 25,5 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,94 | 34 | 25,5 |
| Самостоятельная работа (СР): | 1,06 | 38 | 28,5 |
| Контактная самостоятельная работа | — | — | - |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | 1,05 | 38 | 28,5 |
| Экзамен: | 1 | 36 | 27 |
| Подготовка к экзамену | 1 | 36 | 27 |
| Вид контроля: | Экзамен | | |

Аннотация рабочей программы дисциплины

«Инструментальные методы исследования в химической технологии» (Б1.В.02)

1. **Цель дисциплины** – ознакомить будущих магистров с методами расчета параметров и формы макромолекул с использованием ван-дер-ваальсовых инкрементов атомов и атомных групп. Использование указанных параметров для расчета температур стеклования, текучести, хрупкости, температуры плавления и сопоставление расчетных значений с экспериментальными, определенными различными методами или вычисленными с использованием механических моделей.

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

Обладать следующими общепрофессиональными (ОПК) компетенциями:

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

- способностью использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты для решения производственных и научных задач. (ОПК-2).

Знать:

– существующие методы расчета и экспериментального определения основных физических, физико-химических, механических и оптических свойств полимеров;

– возможные пути регулирования этих свойств изменением молекулярного строения и надмолекулярной структуры полимерных тел.

Уметь:

- выбирать и обосновать метод расчета и экспериментальной оценки основных физических и физико-химических свойств полимеров;

- сопоставлять экспериментальные и расчетные значения и объяснять возможные причины расхождения.

Владеть:

- методами расчета молекулярных параметров полимеров, плотности упаковки макромолекул в полимерах с использованием значений атомных инкрементов;

- методами определения температур стеклования и текучести аморфных полимеров и температур плавления кристаллических полимеров.

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Полимерные тела.

1.1 Влияние молекулярного строения цепных молекул на свойства полимерных тел. Упаковка макромолекул: инкременты атомных объемов, сопоставление расчетных и экспериментальных величин коэффициентов молекулярной упаковки аморфных и кристаллических полимеров.

1.2 Экспериментальные диаграммы фазового состояния жесткоцепной полимер-растворитель. Механические релаксационные процессы в полимерах; многоэлементные модели; модель Каргина-Слонимского, учитывающая наличие межмолекулярного взаимодействия.

1.3 Некоторые сведения о теории упругого последействия Больцмана. Релаксация напряжения в неизотермическом режиме; области механической работоспособности полимерных тел. Экспериментальное определение механического сегмента.

Раздел 2. Расчетные и экспериментальные методы определения основных характеристик полимеров

2.1. Сопоставление расчетных и экспериментальных значений температуры хрупкости, стеклования, плавления и деструкции; оценка оптико-механических свойств и диэлектрической проницаемости, влияние структуры макромолекул и наночастиц на указанные свойства.

2.2. Современные представления о разрушении полимеров, термофлуктуационная концепция механизма разрушения; долговечность полимеров при меняющихся напряжениях и температуре.

4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы | В зачетных единицах | В академ. часах | В астроном. часах |
|--|------------------------|-----------------|-------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану | 4 | 144 | 108 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 1,89 | 68 | 51 |
| Лекции (Лек) | 0,44 | 16 | 12 |
| Лабораторные работы | 0,95 | 34 | 25,5 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,5 | 18 | 13,5 |
| Самостоятельная работа (СР): | 2,1 | 75,6 | 56,7 |
| Контактная самостоятельная работа | - | — | - |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | 2,1 | 75,6 | 56,7 |
| Зачет с оценкой | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | | 0,4 | 0,3 |
| Вид контроля: | Зачет с оценкой | | |

Аннотация рабочей программы дисциплины

«Современное технологическое и аппаратурное оформление процессов химической технологии» (Б1.О.03)

1. Цель дисциплины – формирование углубленных знаний об особенностях аппаратурного и технологического оформления современных процессов переработки полимеров и взаимосвязи свойств полимера с конструкцией перерабатывающего оборудования и технологическими параметрами процесса переработки.

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

Обладать следующими профессиональными (ПК) компетенциями:

- способностью формулировать задачи в области химической технологии для самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы, разрабатывать планы их реализации и задания для исполнителей (ПК-1);

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

- способностью применять современные приборы и методы исследования, планировать, организовывать и проводить эксперименты и испытания, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-3);

- готовностью к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации (ПК-5).

Знать:

- современные методы, используемые при проведении научных исследований в области реализации принципов энерго- и ресурсосбережения и основные этапы выполнения научно-исследовательской работы;

- основные методы модификации полимеров для эффективного регулирования их свойств.

Уметь:

- применять полученные знания для системного и комплексного проведения научных исследований по ресурсосбережению и повышению эффективности в области профессиональной деятельности;

- научно обосновать выбор оптимального способа и условий формования изделий из конкретного полимера с минимальным расходом энергии и сырья.

Владеть:

- приемами обработки, анализа, интерпретации и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов

- приемами научного подхода к выбору и оптимизации технологических параметров для получения изделий, соответствующих требованиям конструкторской документации, с минимальными затратами энергии и сырья.

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Современные экструзионные технологии производства изделий из полимеров.

1.1. Современные процессы и оборудование для производства труб и плёнок из полимеров.

Двухслойные гофрированные трубы: применение, основные методы производства; технология и оборудование изготовления двухслойных гофрированных труб раздувом в гофраторе; технология и оборудование для получения труб большого диаметра навиванием экструдированных профилей на оправку. Спиральновитые трубы. Биаксиально ориентированные трубы из ПВХ. Полимерные армированные трубы.

Полимерные каст-плёнки (применение каст-пленок; преимущества и ограничения технологии экструзии каст-пленок; основные составные части экструзионной линии по производству каст-пленок). Биаксиально ориентированные полимерные плёнки (классификация и применение; процессы ориентации плоских плёнок; биаксиальная ориентация плёнок; раздельная двухосная вытяжка плёнки; одностадийный процесс биаксиальной вытяжки плёнки; физико-химические процессы, сопровождающие ориентацию плёнок). Термоусадочные пленки (применение термоусадочных плёнок; технологии производства термоусадочной плёнки; технология биаксиальной ориентации пленок методом раздува; конфигурации линии ориентирования плёнок раздувом и их функциональные особенности).

1.2. Современные тенденции в оборудовании экструзионных процессов переработки полимеров.

Области применения и преимущества технологии соэкструзии при производстве изделий из полимеров. Требования, предъявляемые к материалам и оборудованию при производстве соэкструзионных изделий из полимеров. Технологическое и аппаратное оформление процессов производства непрерывных профильных изделий из древесно-наполненных полимеров. Современное экструзионное оборудование для компаундирования многокомпонентных пластмасс. Экструзионное оборудование для компаундирования с наложением на расплав вибровоздействия.

Раздел 2. Современное технологическое оборудование для производства изделий из полимеров методом литья под давлением

2.1. Многокомпонентное литье, литьё газонаполненных полимеров.

Многокомпонентное литье (технология перемещения заготовки поворотом; технология перемещения; технология последовательного литья. Литье газонаполненных полимеров (литье полимеров с газом; литье со вспениванием; литьё с газом по методам «ergocell» и «mucel»). Литьё с водой. Литье с паром. Литье при низком давлении.

2.2. Современные тенденции в оборудовании переработки полимеров методом литья под давлением.

Оборудование и технологии процессов литья под давлением с декорированием в форме. Литье с декорированием в форме. Литье с ламинированием в форме. Оборудование и технологии микролитья и литья тонкостенных изделий из полимеров под давлением.

Микролитье пластмасс (особенности процесса микролитья полимеров; требования к оборудованию и оснастке; особенности технологии и оборудования для микролитья полимеров; области применения технологии микролитья полимеров).

Раздел 3. Аддитивные методы формования изделий из полимеров

3.1. Методы аддитивной технологии, используемые для формования изделий из полимеров

Основные методы формирования слоёв, применяемые в аддитивных технологиях производства изделий из полимеров. Материалы для 3D печати

3.2. Общие представления об устройстве 3D принтеров. Возможности использования аддитивной технологии для формования изделий из полимеров. Устройство 3D-принтера с технологией FDM-печати. Применение аддитивных технологий для формования изделий из полимеров.

Раздел 4. Технологии и оборудования производства нетканых материалов из полимеров.

4.1. Спанбонд-технологии и оборудование производства нетканых материалов из полимеров

Спанбонд- технологии производства нетканых материалов из полимеров.

Мелтблаун- технологии производства нетканых материалов из полимеров.

4.2. Технологии производства многослойных нетканых материалов

Многослойные нетканые материалы, полученные технологией ламинации.

Раздел 5. Робототехника и манипуляторы в промышленности переработки пластмасс.

5.1. Конструкции промышленных роботов, используемых в промышленности переработки пластмасс. Общие сведения о промышленных роботах. Обобщённая структура робота. Классификация промышленных роботов. Устройство промышленных роботов. Основные пространственные и технологические характеристики манипуляторов.

5.2. Роль робототехники в оптимизации технологических схем процессов переработки пластмасс. Состояние и перспективы применения робототехники при изготовлении изделий из пластмасс (в экструзии; при литье под давлением; при прессовании; в процессах термоформования; в выдувном формовании). Роль роботизации в оптимизации технологических схем процессов переработки пластмасс и повышении производительности труда.

4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы | В зачетных единицах | В академ. часах | В астроном. часах |
|--|---------------------|-----------------|-------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану | 3 | 108 | 81 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 1,42 | 51 | 38,25 |
| Лекции (Лек) | 0,47 | 17 | 12,75 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,95 | 34 | 25,5 |
| Самостоятельная работа (СР): | 0,58 | 21 | 15,75 |
| Контактная самостоятельная работа | — | — | 15,75 |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | 0,58 | 21 | 27 |
| Экзамен | 1 | 36 | 27 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 1 | 0,4 | 0,3 |
| Подготовка к экзамену | | 35,6 | 26,7 |
| Вид контроля: | Экзамен | | |

Аннотация рабочей программы дисциплины

«Социология и психология профессиональной деятельности» (Б1.О.04)

1. Цель дисциплины – формирование социально ответственной личности, способной осуществлять критический анализ проблемных ситуаций, вырабатывать конструктивную стратегию действий, организовывать и руководить работой коллектива, в том числе в процессе межкультурного

взаимодействия, рефлексировать свое поведение, выстраивать и реализовывать стратегию профессионального развития.

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

Обладать следующими общекультурными (ОК) и профессиональными (ПК) компетенциями: (УК-3);

- способностью анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия (УК-5);

- способностью определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки (УК-6).

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

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

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

- конфликтологические аспекты управления в организации;

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

Уметь:

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

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

- устанавливать с коллегами отношения, характеризующиеся конструктивным уровнем общения;

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

Владеть:

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

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

- способами мотивации членов коллектива к личностному и профессиональному развитию;

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

3. Краткое содержание дисциплины

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

Современное общество в условиях глобализации и информатизации.

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

Общее понятие о личности.

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

Социальные и психологические технологии самоорганизации и саморазвития личности.

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

Когнитивные процессы личности.

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

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

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

Раздел 2. Человек как участник трудового процесса.

Основные этапы развития субъекта труда.

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

Трудовая мотивация и удовлетворенность трудом.

Потребности и мотивы личности. Классификация потребностей и виды мотивации. Иерархия потребностей (пирамида А. Маслоу). Трудовая мотивация. Мотивы трудового поведения (В. Г. Подмарков). Основные теории трудовой мотивации и удовлетворенности трудом (Д. Макклеланд, Ф. Герцберг, В. Врум и др.). Мотивация поведения человека в организации. Сущность мотивации как функции управления в организации. Природа мотивации. Функции мотивов поведения человека. Мотивация и управление. Психологические теории мотивации в организации. Социально-экономические теории мотивации. Исследования мотивации. Методики определения мотивации к успеху.

Целеполагание и планирование в профессиональной деятельности.

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

Профессиональная коммуникация.

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

Психология конфликта.

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

Трудовой коллектив. Психология совместного труда.

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

Психология управления.

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

4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы | В зачетных единицах | В академ. часах | В астроном. часах |
|--|---------------------|-----------------|-------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану | 2 | 72 | 54 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 0,89 | 32 | 24 |
| Лекции (Лек) | 0,47 | 16 | 12 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,47 | 16 | 12 |
| Самостоятельная работа (СР): | 1,105 | 39,8 | 29,85 |
| Контактная самостоятельная работа | — | — | — |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | 1,105 | 39,8 | 29,85 |
| Зачет: | 0,005 | 0,2 | 0,15 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,006 | 0,2 | 0,15 |
| Вид контроля: | Зачет | | |

Аннотация рабочей программы дисциплины «Управление проектами» (Б1.О.05)

1. Цель дисциплины – обеспечить повышение уровня компетентности специалистов, вовлекаемых в проектную деятельность организации, а также подготовить их к самостоятельному осуществлению эффективной проектной деятельности в организации.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:
Обладать следующими универсальными компетенциями (УК):

- способностью управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла (УК-2);

- способностью организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели (УК-3).

Знать:

- базовую терминологию проектного менеджмента в соответствии с существующей практикой и действующими стандартами проектной деятельности;

- основные подходы к организации проектной деятельности;
- объекты управления в проектной деятельности и их особенности, влияющие на выбор способа управления;
- субъекты в проектной деятельности, включая ключевые роли, их функции, организационные структуры;
- процессы управления проектной деятельностью, включая вопросы взаимодействия процессов;
- функциональные области управления проектами, включая ключевые функции для каждой области;
- методы, средства, инструменты и способы их применения на практике для успешной реализации проектной деятельности.

Уметь:

- анализировать объекты проектной деятельности и выявлять их ключевые характеристики;
- осуществлять анализ участников проектной деятельности и выявлять их ожидания;
- выполнять основные функции по осуществлению проектной деятельности в качестве руководителя проекта, участника команды проекта;
- разрабатывать ключевые документы по подготовке и реализации проектов.

Владеть:

- навыками инициации проекта;
- навыками планирования проекта;
- навыками организации исполнения проекта;
- навыками контроля проекта;
- навыками завершения проекта;
- навыками анализа и разработки архитектуры программ проектов;
- навыками выполнения основных процессов и процедур управления функциональными областями в проекте.

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Основные понятия управления проектами. Цель и стратегия проекта

Введение. Задачи и содержание курса «Управление проектами».

1.1. Результат проекта. Управляемые параметры проекта.

Управляемые параметры проекта. Окружение проектов. Структуризация проектов. Методы управления. Подсистемы управления проектом проектами. Организационные структуры (формы) управления проектами. Базовые элементы управления проектом. Методология управления инновационным проектом. Фазы и этапы инновационного проекта. Жизненный цикл проекта. Линейно-циклический характер процесса управления проектом. Контуры обратной связи в устойчивости и управляемости инновациями. Ситуационный анализ жизненного цикла проекта. Структурное моделирование и логикоструктурный подход. Современные инструменты и методы управления инновационными проектами. Структура проектного цикла, основные смысловые фазы (предынвестиционная, инвестиционная, эксплуатационная). Сущность процесса структуризации проекта; базовые элементы управления проектом.

1.2. Основы структурного моделирования в управлении проектами.

Основы структурного моделирования в управлении проектами. Математические методы анализа процесса управления инновационными проектами. Критерии классификации этапов и стадий инновационного проекта. Разработка концепции проекта. Формирование целей и задач проекта. Анализ внутренней и внешней среды проекта. Идентификация инновационных рисков.

Раздел 2. Функции и подсистемы управления проектом.

2.1. Управление содержанием проекта.

Управление продолжительностью проекта. Управление стоимостью проекта. Основные принципы управления стоимостью проекта. Бюджетирование проекта. Контроль стоимости проекта. Финансирование проектов. Основные источники инвестирования инновационных проектов. Классификация собственных источников финансирования инновационных проектов. Классификация заемных средств. Привлеченные средства.

2.2. Инновационные программы. Инновационные программы. Понятие и определение инновационной программы как объекта управления. Государственные инновационные проекты. Виды и классы программ. Методы мультипроектного управления и критерии формирования последовательности проектов. Системные принципы структурирования программ и мегапроектов. Оценка эффективности инновационных проектов. Эффективность инновационных проектов. Бюджетная эффективность. Региональная и народнохозяйственная эффективность. Коммерческая эффективность. Экономический, социальный, экологический и научно-технический эффекты инновационных проектов.

4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы | В зачетных единицах | В академ. часах | |
|--|---------------------|-----------------|--------------|
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану | 2 | 72 | 54 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 1,42 | 51 | 38,25 |
| Лекции | 0,94 | 34 | 25,5 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,478 | 17 | 12,75 |
| Самостоятельная работа (СР): | 0,57 | 20,8 | 15,45 |
| Контактная самостоятельная работа | — | — | — |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | 0,57 | 20,6 | 15,45 |
| Зачет: | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,011 | 0,4 | 0,3 |
| Вид контроля: | Зачет | | |

Аннотация рабочей программы дисциплины «Оптимизация химико-технологических процессов» (Б1.О.06)

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

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

Обладать следующими общепрофессиональными (ОПК) компетенциями:

– способностью находить оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты (ОПК-4);

Знать:

– методы оптимизации химико-технологических процессов с учетом требований качества, надежности и стоимости.

Уметь:

– применять аналитические и численные методы для решения задач создания продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты;

– оптимизировать химико-технологические процессы с использованием технологических, экономических и экологических критериев оптимальности при наличии ограничений в виде равенств.

Владеть:

– способами компьютерного моделирования и оптимизации химико-технологических процессов продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты.

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Характеристика задач оптимизации процессов химической технологии

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

Тема 2. Основные принципы оптимизации стационарных и динамических процессов химической технологии. Задачи оптимального проектирования и управления. Анализ, оптимизация и синтез химико-технологических систем. Экономические, технико-экономические и технологические критерии оптимальности химических производств. Выбор критериев оптимальности (целевых функций) и оптимизирующих переменных (ресурсов оптимизации). Численные методы одномерной и многомерной оптимизации с ограничениями I-го и II-го рода. Структура программ для решения оптимизационных задач с применением пакета MATLAB, ввод и вывод информации, в том числе с использованием текстовых файлов.

Раздел 2. Оптимизация типовых химико-технологических процессов

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

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

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

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

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

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

Раздел 4. Технологическая оптимизация процессов химических производств методом нелинейного программирования

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

Тема 10. Определение оптимальных значений конструкционных параметров при проектировании химических производств. Формулировка задачи нелинейного программирования (НЛП) с ограничениями I-го и II-го рода. Решение задачи НЛП с применением стандартной функции MATLAB – `fmincon`. Решение задачи оптимального проектирования теплообменника типа «смешение-смешение» с технико-экономическим критерием оптимальности.

Раздел 5. Экономическая оптимизация производственных процессов методом линейного программирования

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

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

4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы | В зачетных единицах | В академ. часах | В астроном. часах |
|--|------------------------|-----------------|-------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану | 4 | 144 | 108 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 1,42 | 51 | 38,25 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,95 | 34 | 25,5 |
| Лабораторные работы (Лаб) | 0,47 | 17 | 12,75 |
| Самостоятельная работа (СР): | 2,57 | 92,6 | 69,45 |
| Контактная самостоятельная работа | — | — | — |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | 2,57 | 92,6 | 69,45 |
| Зачет с оценкой: | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Вид контроля: | Зачет с оценкой | | |

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

Аннотация рабочей программы дисциплины «Цифровой дизайн в индустрии полимеров (CAD)» (Б1.В.01)

1. Цель дисциплины – сформировать компетенции обучающегося в области цифрового дизайна полимерных и композитных изделий с использованием САД систем.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:
Обладать следующими профессиональными (ПК) компетенциями:

- готовностью к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации (ПК-5);

Знать:

– основы выбора полимерного материала для заданного изделия;
– общие принципы конструирования изделий из полимеров и композитов;
– понятия технологичности изделий и их специфику для различных методов формования изделий;

– подходы к конструированию изделий в зависимости от метода производства;

– параметры материала и процесса формования, требующие учета при конструировании.

Уметь:

- осуществлять подбор материала для производства заданного изделия;
- конструировать технологичные изделия из полимеров и композитов с использованием САД программ для различных методов формования;

- работать со стандартами на материалы и изделия.

Владеть:

- навыками работы в SolidWorks;

- принципами конструирования изделий для различных методов формования;

- навыками работы со стандартами на материалы и изделия;

- навыками работы с чертежами и технической документацией.

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Основы выбора полимерного материала для заданного изделия

1.1. Виды полимерных материалов. Выбор базовой марки.

Понятия инженерных и конструкционных пластиков, области их применения. Композиционные материалы: дисперсно-наполненные и армированные. Понятие базовой марки полимерного материала.

1.2. Условия эксплуатации изделий, показатели качества проектируемого изделия

Условия эксплуатации: какие параметры учитывают, как влияют на конструирование изделия. Необходимость инженерных расчетов. Показатели качества проектируемого изделия, их связь с условиями эксплуатации. Нормативно-правовые документы, отражающие параметры материалов и изделий. Работа с ГОСТами.

Раздел 2. Технологичность изделий

2.1. Технологичность изделий, получаемых методом литья под давлением и прессования

Технологичность изделия как основной показатель качества конструкционной работы. Методы достижения технологичности для литьевых и прессованных изделий. Толщина стенок изделия и дна. Торцы изделия. Технологический уклон. Ребра жесткости. Радиусы закруглений. Отверстия. Поднутрения. Оптимальные и нежелательные варианты выполнения конструкций.

2.2. Технологичность изделий, получаемых методом экструзии

Классификация экструзионных изделий. Понятие профиля. Открытые, закрытые и ячеистые профили, варианты их исполнения. Виды специальных профилей. Влияние толщины стенки профиля на технологичность изделия. Ребра жесткости в экструзионных профилях. Особенности конструкции профилей с большими радиусами закруглений. Разнотолщинность.

2.3 Технологичность изделий, получаемых термоформованием

Углы и переходы в изделии. Позитивное и негативное формование: особенности конструкции изделия. Разнотолщинность, ее характер при различных типах термоформования. Оребрение при негативном и позитивном формовании. Ячеистые изделия.

2.4. Технологичность изделий, получаемых методом раздувного формования

Разнотолщинность как наиболее специфичная черта раздувного формования. Разнотолщинность по высоте и поперечному сечению. Резьба на пустотелых изделиях. Расход полимера на единицу объема. Форма изделия и удобство эксплуатации. Особенности конструкции дна изделий. Жесткость изделия: продольные и поперечные ребра.

2.5. Технологичность изделий из армированных пластиков

Специфика методов формования. Параметры полимерной матрицы и армирующего наполнителя как основа для конструирования изделия. Анизотропия прочностных характеристик, ее учет в конструировании. Поднутрения, плавность формы, радиусы закруглений.

Раздел 3. Основы цифрового дизайна

3.1. Знакомство с интерфейсом программы SolidWorks, базовые инструменты

Основные термины и понятия. Цифровое проектирование как современный и высокопроизводительный инструмент работы инженера. САД системы. Возможности, области применения.

Знакомство с приветственным окном (деталь, сборка, чертеж). Настройка шаблона. Знакомство с верхним и боковым меню. Знакомство с рабочей областью. Понятие эскиза. Плоскости эскиза. Прямая, окружность, прямоугольник, эллипс. Инструмент "Автоматическое нанесение размеров". Взаимосвязи (горизонтальность/вертикальность/равенство/концентричность и т.д.). Инструмент "Скругление/Фаска" и "Смещение объектов". Создание массивов (круговой и линейный) Создание вспомогательной геометрии (точка / ось / плоскость).

Основные правила создания эскизов. Понятие полностью определенного эскиза, подходы к его достижению. Этапы создания. Функции привязок в создании полностью определенного эскиза. Рационализация образмеривания эскиза. Редактирование эскиза.

3.2. Создание 3D моделей изделий из полимеров и композитов. Основы поверхностного моделирования. Основные инструменты и принципы Понятие поверхности. Методы построения основных и вспомогательных поверхностей. Инструменты: плоская поверхность, вытянутая поверхность, поверхность по сечениям, поверхность по траектории. Основы твердотельного моделирования. Понятие твердотельной модели. Инструменты создания: бобышка, вырез, скругление, фаска, массивы. Редактирование модели. Присвоение материала, расчет массовых характеристик. Проверка размеров.

3.3. Специфические инструменты для дизайна изделий из полимеров и композитов. Тонкостенные изделия из полимеров и композитов как одни из главных «потребителей» поверхностного моделирования. Углубленное поверхностное моделирование. Масштабирование детали. Оболочка.

3.4 Создание чертежей по 3D модели.

Способы создания чертежа из 3D модели и сборки. Редактирование формата листа, масштаба чертежа. Нанесение размеров, местных видов, разрезов, сечений, штриховки. Расстановка размеров и их редактирование. Настройка внешнего вида чертежей.

Раздел 4. Использование 3D моделей изделий для конструирования оснастки

4.1. Базовые принципы конструирования оснасток.

Формообразующие. Учет усадки материала и возможных дефектов. Формы для литья под давлением. Прессовые формы. Экструзионные головки. Формообразующие в термоформовании. Формы для раздувного формования. Положение изделия в форме, линия разъема формы. Технологическая оснастка для изделий из армированных пластиков.

4.2. Особенности моделей для 3D печати.

Толщина стенки и опорной поверхности. Сложность геометрии, поднутрения. Пересекающиеся элементы. Нависающие элементы. Узкие места. Учет усадки.

4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы | В зачетных единицах | В академ. часах | В астроном. часах |
|--|------------------------|-----------------|-------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану | 3 | 108 | 81 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 0,95 | 34 | 25,5 |
| Лабораторные работы (ЛР) | 0,95 | 34 | 25,5 |
| Самостоятельная работа (СР): | 2,04 | 73,6 | 55,2 |
| Контактная самостоятельная работа | — | — | — |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | 2,04 | 73,6 | 55,2 |
| Зачет с оценкой | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Вид контроля: | Зачет с оценкой | | |

Аннотация рабочей программы дисциплины

«Прикладная вычислительная механика в индустрии полимеров (CAE/FEM)» (Б1.В.02)

1. Цель дисциплины – сформировать компетенции обучающегося в области прикладной вычислительной механики в индустрии полимеров с помощью CAE систем.

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

Обладать следующими профессиональными (ПК) компетенциями:

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

- способностью применять современные приборы и методы исследования, планировать, организовывать и проводить эксперименты и испытания, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-3);

- готовностью к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации (ПК-5).

Знать:

- основные понятия прикладной вычислительной механики;

- методы и подходы в решении задач прочностного анализа;

- общие системы построения программных комплексов и структуры программ, применяемых в прикладной вычислительной механике в индустрии полимеров;

- нюансы прочностных расчетов полимеров и композиционных материалов.

Уметь:

- осуществлять постановку задач для проведения статических расчетов;

- осуществлять постановку задач для проведения динамических расчетов;

- осуществлять постановку задач для проведения термического анализа;

- осуществлять постановку задач для проведения прочностных расчетов композиционных материалов.

Владеть:

- навыками работы в Simulia Abaqus;

- навыками выполнения прочностных расчетов;

- навыками выполнения термических расчетов;

- навыками анализа результатов расчетов;

- базовыми навыками расчета изделий из ПКМ.

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Основы прикладной вычислительной механики

1.1. Введение. Предмет и задачи прикладной вычислительной механики. Роль систем автоматизированного проектирования (САПР) в жизненном цикле изделия. Рабочее проектирование. Технологическое и техническое проектирование, этапы. Внешнее и внутреннее проектирование.

Классификация САПР. Жизненный цикл объекта инженерной деятельности. Место САЕ-систем в жизненном цикле. Подходы к инженерным расчетам.

1.2. Основные задачи, понятия и законы прикладной вычислительной механики.

Прочность, жесткость, устойчивость. Деформации и перемещения, тензор деформации. Нагрузки и реакции. Основные типы деформационного поведения: упругое, пластическое, вязкое; линейное и нелинейное. Виды нелинейности. Закон Гука. Линейная теория упругости.

1.3. Основы метода конечных элементов. Типы численных методов.

Численные методы. Суть метода конечных элементов, области применения. Основные типы конечных элементов. Элементы теории упругости. Формулы Коши. Объемные деформации. Закон Гука для объемного напряженного состояния. Основные уравнения метода конечных элементов.

Раздел 2. Проведение статических расчетов

2.1. Понятие статического нагружения. Линейное и нелинейное поведение материалов. Основные виды напряженного-деформированного состояния.

Что такое статическое нагружение, примеры. Линейное и нелинейное поведение материала, в каких условиях они реализуются и как учитываются при расчетах. Основные виды напряженного-деформированного состояния: растяжение, сжатие, сдвиг и их комбинации.

2.2. Выполнение статического расчета балки на изгиб. Этапы постановки задачи. Граничные условия и нагрузка.

Введение в Simulia Abaqus. Интерфейс, дерево модели. Варианты поставки задачи. Создание геометрии, задание материала, присвоение материала. Расчет шаг, граничные условия и нагрузки. Просмотр результатов расчета.

2.3. Правила построения конечно-элементной сетки. Подходы к разбиению геометрии. Особенности использования различных типов элементов.

Гексагональная, преимущественно гексагональная и тетраэдрическая сетка. Основные подходы к разбиению геометрии с целью получения наиболее качественной сетки. 1D, 2D и 3D элементы, примеры использования на конкретных задачах.

2.4. Контактная прочность. Основные виды контактного нагружения. Контактная прочность. Настройка контактов между элементами конструкции.

Контактное нагружение, зона контакта упругих тел. Основные виды контактного нагружения: статическая нагрузка, ударная нагрузка, вращение, скольжение, качение. Цилиндрическая контактная прочность, прочность и нагрузочная способность сферических соединений. Создание сборки и настройка контактов в Simulia Abaqus.

Раздел 3. Проведение расчетов в динамике. Термический анализ.

3.1. Явная и неявная динамика. Особенности анализа. Выбор решателя.

Что такое явный и неявный анализ, различия в подходах: точность, итерации, затраты по времени, сходимость.

3.2. Выполнение расчета в динамике. Этапы постановки задачи.

Этапы постановки задачи для проведения расчета в динамике. Настройка контакта, создание нескольких расчетных шагов. Выполнение динамической задачи в области нелинейности материала.

3.3 Термический анализ. Тепловые напряжения. Тепловая прочность материалов. Тепловые деформации.

Что такое тепловые напряжения: причины возникновения. Торможение формы как первоисточник тепловых напряжений. Способы снижения тепловых напряжений, температурные швы. Определение тепловой прочности материалов; расчетные формулы. Сложение тепловых и рабочих напряжений. Влияние тепловых деформаций на сопряжение деталей. Обеспечение свободы температурным перемещениям.

Раздел 4. Особенности проведения расчетов композиционных материалов

4.1. Задание параметров материала, слоистости и направления волокон. Типы элементов сетки, применяемые при расчете композиционных материалов.

Инструменты Simulia Abaqus для моделирования композиционного материала, учет ориентации волокон и визуализация сечения профиля. Особенности выбора 2D элементов при расчете композиционного материала.

4.2. Выполнение расчета со статическим нагружением детали из композиционного материала. Рассмотрение основных этапов в решении задачи с нагружением композиционного материала в Simulia Abaqus на конкретной задаче. Анализ результатов.

4.3 Обзор методов предсказательного моделирования свойств композиционных материалов. Теории гомогенизации. Моделирование ячейки периодичности.

Масштабы рассмотрения конструкций из полимерных композиционных материалов: микро, мезо, макро. Ячейка периодичности и представительный элемент объема. Осредненные определяющие соотношения: осредненный обобщенный закон Гука для изотропного и ортотропного материала. Гомогенизация и гетерогенизация конструкций из ПКМ. Подход Фойгта и Рейсса.

4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы | В зачетных единицах | В академ. часах | В астроном. часах |
|--|------------------------|-----------------|-------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану | 3 | 108 | 81 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 0,95 | 34 | 25,5 |
| Лабораторные работы (ЛР) | 0,95 | 34 | 25,5 |
| Самостоятельная работа (СР): | 2,04 | 73,6 | 55,2 |
| Контактная самостоятельная работа | — | — | — |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | 2,04 | 73,6 | 55,2 |
| Зачет с оценкой | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Вид контроля: | Зачет с оценкой | | |

Рекомендуемые пререквизиты профессиональных треков Пререквизит треков А, С

Аннотация рабочей программы дисциплины «Химия высокомолекулярных соединений» (Б1.В.ДВ.01.01.01)

1. Цель дисциплины – формирование у обучающихся углубленных знаний о современных технологиях химической модификации полимеров и методах регулирования их структуры и свойств в процессе переработки.

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

Обладать следующими профессиональными (ПК) компетенциями:

- 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);
- способностью формулировать и реализовывать цели и задачи исследований и разработок в области технологий полимеров, композиционных материалов и покрытий (ПК-4).

Знать:

- современные методы переработки полимеров и аппаратурное оформление этих процессов;
- основные методы модификации полимеров для эффективного регулирования их свойств в процессе переработки;
- роль и место различных высокомолекулярных соединений в изготовлении пластмасс и изделий конструкционного, электроизоляционного, антикоррозионного, общетехнического назначения;
- реологические свойства полимеров;
- основные методы и классификацию способов переработки пластмасс в изделия; технологические свойства и характеристики полимеров;
- особенности переработки термопластов и реактопластов, оборудование и оснастку для изготовления изделий;
- влияние исходного состояния полимеров и олигомеров на технологию переработки.

Уметь:

- применять теоретические знания для предсказания поведения полимеров и материалов на их основе под воздействием различных факторов;
- объяснять основные процессы, протекающие при воздействии на полимеры различных факторов с целью их модификации;
- выбрать полимерный материал для изготовления изделий с учетом условий эксплуатации и внешней среды;
- выбрать технологию формования для изготовления изделия из конкретного полимера;
- разработать простейшую технологию формования не сложных изделий;
- проводить анализ физико-химических и физико-механических свойств полимеров;
- уметь применять различные добавки для получения полимеров со специальными свойствами.

Владеть:

- современными теоретическими представлениями химии и технологии полимеров и полимерных материалов с регулируемыми свойствами;
- приемами регулирования технологических параметров для получения изделий соответствующих требованиям конструкторской документации;
- знаниями в области теории химических процессов получения и переработки полимеров;
- способами регулирования физико-химических и физико-механических свойств полимеров и изделий из них;
- знаниями принципов технологического оформления производств с применением автоматизированных линий;
- знаниями и методами разработки малоотходных и энергосберегающих технологических процессов с использованием вычислительной техники;
- знаниями в области перспективы развития промышленности пластмасс.

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Механохимические процессы при переработке полимеров

Введение. Задачи и содержание курса «Химия высокомолекулярных соединений».

1.1. Факторы, влияющие на механодеструкцию полимеров при переработке.

Вальцевание, перетираание, экструзия и другие низкочастотные механические воздействия с приложением преимущественно сдвиговых усилий. Дробление, тонкое измельчение и другие виды механического удара при диспергировании, характеризующиеся применением сравнительно высокочастотных механических воздействий. Ультразвуковые колебания в жидких и твердых средах. Давление набухания и осмотическое давление. Фазовые превращения замораживанием растворов полимеров (криолиз). Электрогидравлический удар в жидких средах. Высокие и сверхвысокие давления в замкнутом объеме или с наложением сдвига Ударные волны взрыва. Прочие виды воздействий, включая такие элементарные, как одноосное растяжение, и т. д.

1.2. Химические процессы в полимерах, протекающие при воздействии высоких сдвиговых напряжений. Механохимические процессы при переработке полимеров различного строения. Механодеструкция, сопровождающаяся образованием линейных продуктов, снижением молекулярной массы и полидисперсности, и разветвленная, сопровождающаяся межцепным обменом с образованием разветвленных фрагментов. Механоструктурирование – сшивание макрорадикалами в результате межцепного обмена фрагментов полимера с образованием фрагментов сеток – частичек микрогеля. Механосинтез с образованием гомополимеров и сополимеров, начиная с димеров, олигомеров и кончая высокомолекулярными соединениями. Механоактивация химических процессов разложения, замещения, присоединения. Виды механоактивации: параллельную при действии механических сил на компоненты реакции и последовательную, когда эффект механической обработки проявляется при последующем взаимодействии с химическим реагентом. Механохимическое течение – течение пространственно-структурированных полимерных систем под действием механических сил, сопровождающееся сопряженным разрывом и образованием новых химических связей, что позволяет формировать трехмерные системы.

Раздел 2. Направленное регулирование свойств полимеров в процессах переработки.

2.1. Пластикация каучука – основное направление практического применения механохимических процессов. Пластикация полимеров в высокоэластичном состоянии. Способ механохимического получения блок- и привитых сополимеров. Модификация в процессе экструзии. Получение блок- и привитых сополимеров в расплаве в процессе их переработки экструзией. Исползованию сшитых эластомеров для химической модификации термопластов. Гидродинамическая теория вальцевания. Двухшнековые смесители-экструдеры, способные выполнять комплекс технологических операций: пластикацию, смешение компонентов в расплаве с получением привитого сополимера и его «прямую» (без промежуточной стадии грануляции) экструзию в листы. Статические смесители. Бесчервячные экструдеры.

2.2. Процессы механохимического синтеза. Экологические аспекты механохимического синтеза. Подготовка сырья: процессы измельчения резины и отделения ее от волокна, металлических и других инородных включений. Девулканизация резины, (разрушение трехмерной вулканизационной сетки резины). Механическая обработка девулканизата. Получение тонкодисперсных полимерных порошков экструзионным способом. Способы утилизации отходов латексных производств.

4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы | В зачетных единицах | В академ. часах | В астроном. часах |
|--|------------------------|-----------------|-------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану | 3 | 108 | 81 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 1,42 | 51 | 38,25 |
| Лекции (Лек) | 0,45 | 16 | 12 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,97 | 35 | 26,25 |
| Самостоятельная работа (СР): | 1,57 | 56,6 | 42,45 |
| Контактная самостоятельная работа | — | — | — |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | 1,57 | 56,6 | 42,45 |
| Зачет с оценкой: | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,011 | 0,4 | 0,3 |
| Вид контроля: | Зачет с оценкой | | |

Пререквизит треков А, D

Аннотация рабочей программы дисциплины «Коллоидная химия полимеров» (Б1.В.ДВ.01.02.01)

1. Цель дисциплины – дать современные и научно обоснованные знания о полимерах и полимерсодержащих системах, их особенностях и коллоидно-химических свойствах и тем самым повысить научное мировоззрение и сформировать теоретическую базу у магистров, специализирующихся в области, как коллоидной химии, так и полимерных материалов; формирования у них компетенций в области получения полимерных композиционных материалов с заданным комплексом свойств.

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

Обладать следующими профессиональными (ПК) компетенциями:

- 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);
- способностью формулировать и реализовывать цели и задачи исследований и разработок в области технологий полимеров, композиционных материалов и покрытий (ПК-4);
- готовностью к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации (ПК-5).

Знать:

- основные достижения и направления развития современной коллоидной химии, а также физической химии полимеров;
- особенности молекулярного строения полимеров и характеристики макромолекул, обуславливающие переход их растворов из гомогенного состояния в коллоидное;
- термодинамические аспекты самопроизвольного диспергирования полимеров в низкомолекулярных жидкостях и агрегативной устойчивости растворов полимеров;
- закономерности и особенности протекания поверхностных явлений в полимерных системах;
- природу сил взаимодействия между частицами дисперсной фазы наполненных полимерных системах;
- основные коллоидно-химические характеристики дисперсных наполнителей полимеров и методы их определения;
- способы регулирования прочности контактов, возникающих между частицами в дисперсных системах и получения полимерных композиционных материалов с заданным комплексом свойств.

Уметь:

- обосновать выбор темы научного исследования, его цели, задачи и пути достижения, методов экспериментальных измерений;
- грамотно анализировать результаты экспериментальных исследований и делать научно обоснованные выводы;
- устанавливать основные факторы, влияющие на процессы и явления, протекающие в исследуемой системе;
- использовать полученные знания для решения профессиональных задач;
- рассчитывать гистограммы и кривые распределения частиц наполнителя по размерам;
- проводить измерения на капиллярных и ротационных вискозиметрах, строить реологические зависимости по полученным данным и анализировать их.

Владеть:

- современными и экспериментальными методами исследования коллоидных систем с жидкой дисперсионной средой;
- методами исследования свойств растворов полимеров и расчета по полученным зависимостям параметров взаимодействия между полимеров и растворителем;
- методами определения поверхностного натяжения жидкостей и угла смачивания (краевого угла);
- реологическими методами исследования наполненных полимерных систем и способами расчета прочности единичного контакта между частицами наполнителя.

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Коллоидно-химические свойства полимерных систем.

Признаки объектов коллоидной химии. Особенности молекулярного строения полимеров и влияние их на свойства полимерных систем и материалов. Разновидности гетерогенно-дисперсного состояния полимерных систем. Лиофобные и лиофильные дисперсные системы. Коллоидно-химические свойства пластифицированных полимеров, пластизолов и пластигелей, латексов, лакокрасочных композиций, наполненных полимеров, полимерных пленок, волокон, и мембран.

Растворы полимеров как переходные системы между истинными (гомогенными) и коллоидными системами. Условия самопроизвольного диспергирования (растворения) полимеров в низкомолекулярных жидкостях, роль энтропийного фактора. Комбинаториальная и некомбинаториальная составляющие энтропии смешения полимеров с растворителем. Особенности ассоциации макромолекул в растворах. Образование в растворах полимеров надмолекулярных и пространственных структур. Студни полимеров и их реологические свойства.

Раздел 2. Межфазные слои и поверхностные явления в полимерных системах.

Поверхностное натяжение полимеров. Влияние молекулярной массы, температуры, физического и фазового состояния полимеров на их поверхностное натяжение. Расчетные и экспериментальные методы определения поверхностного натяжения полимеров в твердом состоянии. Поверхностные слои в полимерных системах, их структура и свойства. Особенности поверхностных явлений в полимерных системах. Закономерности адсорбции полимеров из растворов на поверхности

твердых тел.

Раздел 3. Растворы полимеров и их коллоидно-химические свойства.

Термодинамика набухания и растворения полимеров. Следствия из термодинамических теорий растворов полимеров. Основные положения теории фракционирования полимеров. Влияние длины и гибкости полимерной цепи, а также «качества» растворителя на конформации макромолекул и коллоидно-химические свойства растворов полимеров. θ -растворы полимеров как коллоидные системы. Экспериментальное определение молекулярной массы полимеров и термодинамических параметров их взаимодействия с растворителем методами светорассеяния, седиментации в центробежном поле и методом капиллярной вискозиметрии.

Полиэлектролиты и коллоидно-химические свойства их растворов.

Изоэлектрическая точка, полиэлектролитный и электровязкостный эффекты.

Раздел 4. Полимерные композиционные материалы.

Наполненные полимеры как дисперсные системы, их классификация. Дисперсные и волокнистые наполнители полимеров, их коллоидно-химические характеристики и методы определения. Энергия и сила парного взаимодействия частиц наполнителя, уравнения для их расчета. Формирование структур в полимерных системах за счет возникновения контактов между частицами и в результате отталкивания частиц. Типы межчастичных контактов. Понятие о прочности единичного контакта между частицами. Теория прочности коагуляционных структур и следствия из нее.

Раздел 5. Реологические свойства наполненных полимерных систем.

Реологическое поведение систем с коагуляционными структурами. Полные реологические кривые для дисперсных систем с коагуляционно – тиксотропными структурами. Расчет прочности единичных контактов по данным реологических измерений. Практическое использование тиксотропных дисперсных систем. Реологическое поведение систем с дилатантной структурой. Реологическая (обратимая) и рейнольдсовская (необратимая) дилатансия.

Коллоидно-химические основы получения полимерных композиционных материалов. Влияние дисперсности наполнителей, формы частиц, гидрофильно – гидрофобной мозаичности их поверхности на процессы образования и разрушения пространственных структур. Предварительное дезагрегирование и адсорбционное модифицирование поверхности частиц наполнителей при получении полимерных композиционных материалов. Выбор стабилизаторов при получении полимерных композиционных материалов в зависимости от природы активных центров на поверхности частиц наполнителя.

4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы | В зачетных единицах | В академ. часах | В астроном. часах |
|--|------------------------|-----------------|-------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану | 3 | 108 | 81 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 1,42 | 51 | 38,25 |
| Лекции (Лек) | 0,45 | 16 | 12 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,5 | 18 | 13,5 |
| Лабораторные занятия (Лаб) | 0,47 | 17 | 12,75 |
| Самостоятельная работа (СР): | 1,57 | 56,6 | 42,45 |
| Контактная самостоятельная работа | — | — | — |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | 1,57 | 56,6 | 42,45 |
| Зачет с оценкой: | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,011 | 0,4 | 0,3 |
| Вид контроля: | Зачет с оценкой | | |

Пререквизит треков В, С и D

Аннотация рабочей программы дисциплины «Реология полимеров» (Б1.В.ДВ.01.03.01)

1. Цель дисциплины – углубить знания в области физической химии полимеров и сформировать навыки расчёта процессов их переработки.

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

Обладать следующими профессиональными (ПК) компетенциями:

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

- способностью формулировать и реализовывать цели и задачи исследований и разработок в области технологий полимеров, композиционных материалов и покрытий (ПК-4);

Знать:

- основные особенности поведения полимеров при течении;

- особенности влияния различных факторов на поведение полимеров при течении;

Уметь:

- рассчитывать особенности течения полимеров при расчете технологического оборудования;

- оценивать технологические свойства полимеров.

Владеть:

- методами воздействия на вязкость полимеров при переработке;

- анализом влияния различных факторов на технологические свойства полимеров.

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Сдвиговое течение полимеров

1.1. Течение различных жидкостей. Особенности течения полимеров. Силы, действующие в жидкостях - гидростатическое давление, негравитационные массовые силы, капиллярные поверхностные силы. Условия равновесия. Поле скоростей и ускорений, скорость деформации сдвига. Общее уравнение для сплошных сред-жидкостей: уравнения неразрывности и движения. Обобщенный закон Ньютона. Зависимость вязкости от температуры, молекулярной массы, давления. Общие понятия о реологических системах. Вязкие, вязкоупругие и тиксопропные жидкости. Взаимосвязь напряжения и скорости сдвига, основные уравнения, применяемые для описания напряжения от скорости сдвига. Степенное уравнение зависимости напряжения от скорости сдвига для расплавов полимеров, анализ уравнения, определение степени неньютоновского поведения.

1.2. Реология растворов полимеров. Реология наполненных полимеров.

Высокомолекулярные соединения в растворе. Характер взаимодействия в растворах полимеров. Термодинамика растворов полимеров. Теория Флори-Хаггинса. - температура. Объемные эффекты. Концентрированные растворы полимеров. Фазовые диаграммы полимер-растворитель. Гидродинамические свойства макромолекул в растворе. Диффузия макромолекул в растворе. Методы фракционирования полимеров. Растворы полиэлектролитов. Полимеры как матрицы для твердых электролитов. Иономеры.

Влияние размера, формы и активности поверхности частиц наполнителя на реологическое поведение полимерных систем. Влияние количества наполнителя на структуру и вязкость наполненных систем. Оценка "активности" наполнителей по уравнению Эйнштейна - Симха и расчет эффективной толщины адсорбционного слоя. Фильтрационные процессы в полимерных системах с волокнистым наполнителем. Влияние размера, формы и активности поверхности частиц наполнителя на реологическое поведение полимерных систем. Влияние количества наполнителя на структуру и вязкость наполненных систем. Оценка активности наполнителей по уравнению Эйнштейна - Симха и расчет эффективной толщины адсорбционного слоя. Фильтрационные процессы в полимерных системах с волокнистым наполнителем.

Раздел 2. Вязкоупругие свойства полимеров

2.1. Эффект Вайссенберга, Баррус-эффект и другие проявления высокоэластичности. Механические модели, применяемые для описания вязкоупругих свойств. Эластическое восстановление (коэффициент разбухания). Нормальные напряжения (эффект Вайссенберга).

Неустойчивое течение расплавов полимеров. Неньютоновские жидкости, аномалия вязкости, основные типы неньютоновских жидкостей. Реологическое уравнение состояния, характеристики неньютоновских полимерных систем.

Неньютоновские жидкости, аномалия вязкости, основные типы неньютоновских жидкостей. Реологическое уравнение состояния, характеристики неньютоновских полимерных систем.

2.2. Влияние высокоэластичности на переработку полимеров. Неустойчивое течение расплавов полимеров, явление срыва. Закономерности течения расплавов полимеров, кривые течения, закон течения, механизм течения. Энергия и энтропия вязкого течения, их зависимость от параметров молекулярной структуры и от напряжения сдвига. Зависимость теплоты активации от температуры. Ньютоновская вязкость, методы определения и зависимость от молекулярной структуры и молекулярной массы полимера, температуры. Уравнение Вильямса-Ландела-Ферри. Прочностные характеристики расплавов.

Раздел 3. Течение при растяжении

3.1. Реологические свойства материалов при растяжении. Высокоэластическое состояние. Основные свойства высокоэластического состояния полимеров. Статистическая теория деформации макромолекул. Сеточная теория высокоэластичности. Основное уравнение кинетической теории высокоэластичности. Термодинамика деформации эластомеров. Термоупругая инверсия. Тепловые эффекты при деформации. Кристаллизация эластомеров при деформации. Деформационные свойства. Напряжение, деформация и упругость. Обобщенная форма закона Гука, измерение модулей упругости. Идеальное пластическое тело, процесс развития пластических деформаций. Влияние давления, температуры и скорости деформации на предел текучести. Сущность явления вынужденной эластичности. Влияние условий деформирования и характеристик полимера на предел вынужденной эластичности.

3.2. Вискозиметры для исследования поведения полимеров при растяжении. Основные типы реометров. Методы капиллярной и ротационной вискозиметрии. Инвариантность реологических характеристик. Задаваемые и измеряемые факторы и расчетные параметры. Аналитические и графические приемы обработки результатов испытаний. Кривые течения основных реологических типов полимерных систем и область их переработки. Влияние температуры на реологическое поведение полимерных систем, определение энергии активации вязкого течения. Основные типы реометров. Методы капиллярной и ротационной вискозиметрии. Инвариантность реологических характеристик. Задаваемые и измеряемые факторы и расчетные параметры. Аналитические и графические приемы обработки результатов испытаний. Кривые течения основных реологических типов полимерных систем и область их переработки. Влияние температуры на реологическое поведение полимерных систем, определение энергии активации вязкого течения

Раздел 4. Реологические свойства терморезистивных полимеров и резиновых смесей

4.1. Основные зависимости и эффекты, протекающие при деформировании материалов на основе реакционноспособных олигомеров. Моделирование молекулярной и надмолекулярной структур олигомеров, полимеров и сополимеров в растворах, расплавах и полимерных твердых телах в аморфном, полукристаллическом кристаллическом состояниях. Моделирование процессов, протекающих на стадии образования макромолекул. Модельные представления о смесях полимеров и полимеров с введенными в их состав функциональными ингредиентами. Основные зависимости и эффекты, протекающие при деформировании материалов на основе реакционноспособных олигомеров

4.2. Вулканизация каучуков. Сшитые полимеры. Типы сшитых полимеров. Формирование трехмерных структур в процессе синтеза и химических превращений в макромолекулах. Сшитые жесткоцепные и эластичные полимеры. Статистические методы описания процессов образования сшитых полимеров. Параметры сеток. Основные зависимости между структурными характеристиками пространственно сшитых полимеров. Образование пространственных структур в эластомерах и их динамика. Виды сшивающих агентов и особенности строения сеток. Влияние типа поперечных связей на механические свойства сшитых эластомеров.

4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы | Всего | | |
|--|--------------|------------|--------------|
| | ЗЕ | Акад. ч. | Астр. ч. |
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану | 3 | 108 | 81 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 1,42 | 51 | 38,25 |
| Лекции (Лек) | 0,444 | 16 | 12,00 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,5 | 18 | 13,5 |
| Лабораторные занятия (Лаб) | 0,472 | 17 | 12,75 |
| Самостоятельная работа (СР): | 1,58 | 57 | 42,75 |
| Контактная самостоятельная работа | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Подготовка к контрольным работам | 0,74 | 26,6 | 19,95 |
| Реферативно-аналитическая работа | 0,83 | 30 | 22,5 |
| Вид контроля: | Зачёт | | |

Пререквизит треков А, В, С и D

Аннотация рабочей программы дисциплины «Физика и физическая химия полимеров» (Б1.В.ДВ.01.04.01)

1. Цель дисциплины – формирование у обучающихся углубленных знаний в области физической химии и физики полимерных материалов; использование полученных знаний для разработки промышленных технологии получения полимерных материалов; получение практических навыков оценки и прогнозирования свойств материалов.

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

Обладать следующими профессиональными (ПК) компетенциями:

– способностью формулировать и реализовывать цели и задачи исследований и разработок в области технологий полимеров, композиционных материалов и покрытий (ПК-4);

– готовностью к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации (ПК-5);

Знать:

– основные особенности поведения полимеров при переработке и эксплуатации;

– особенности влияния различных факторов на поведение полимеров;

Уметь:

– оценивать влияние различных факторов на физико-химические свойства полимеров;

– оценивать свойства полимеров;

Владеть:

– методами воздействия свойства полимеров при модификации и переработке;

– анализом влияния различных факторов на технологические свойства полимеров.

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Физические состояния полимеров.

Фазовые и физические состояния аморфных полимеров. Стеклообразное состояние и его особенности. Понятие о температуре стеклования и температуре хрупкости; влияние строения цепи и молекулярной массы на температуру переходов. Вынужденная высокоэластичность. Особенности деформационных свойств полимеров в стеклообразном состоянии. Структурное и механическое стеклование. Методы и приборы для оценки температур стеклования и хрупкости.

Высокоэластическое состояние и его особенности. Равновесная высокоэластическая деформация. Кинетика высокоэластической деформации; кинетическая теория высокоэластичности.

Поведение полимеров при знакопеременном нагружении; угол сдвига фаз и его зависимость от частоты и температуры. Механический гистерезис, диссипативные потери. Основные закономерности релаксации деформации и напряжения.

Вязкотекучее состояние и его особенности. Вязкость полимеров, ее зависимость от молекулярной массы, температуры и давления. Аномальное поведение расплавов полимеров и его природа. Понятие о кривых течения. Эффективная вязкость, наибольшая и наименьшая ньютоновская вязкости. Эластичные свойства расплавов и концентрированных растворов полимеров, их проявления. «Химическое» течение полимеров. Методы и приборы для определения температур размягчения, текучести и плавления.

Кристаллическое состояние в полимерах. Особенности процессов кристаллизации полимеров, уравнение Авраами-Колмогорова. Вторичная кристаллизация. Зависимость свойств кристаллических полимеров от молекулярной массы, температуры, продолжительности нагревания, термической и механической предыстории образца. Механические свойства полимеров в кристаллическом состоянии; механизм образования шейки. Связь надмолекулярной структуры со свойствами.

Жидкокристаллическое состояние полимеров и его особенности. Лиотропные и термотропные ЖК-полимеры. Особенности термодинамики жидкокристаллического состояния. Виды структур в ЖК-полимерах. Условия образования и виды полимеров, для которых оно реализуется. Пути практического использования.

Ориентация полимеров и ее виды. Механизм ориентации полимеров, влияние гибкости цепи, температуры, условий ориентации. Оценка стабильности ориентированного состояния у аморфных и кристаллических полимеров. Явления ориентации в процессах переработки полимеров; одноосная и двухосная ориентация. Внутренние напряжения в ориентированных системах. Механические свойства ориентированных полимеров и принципы получения высокопрочных пленок и волокон.

Раздел 2. Растворы полимеров.

Основные свойства растворов полимеров их сходство и отличия от коллоидных растворов. Термодинамика набухания и растворения. Набухание как метод оценки густоты сетки. Коллоидные системы на основе полимеров. Растворы полимеров в процессах переработки.

Разбавленные растворы полимеров, особенности их течения. Методы определения средней молекулярной массы в растворах полимеров; виды средних молекулярных масс и их сопоставление, а также методы его исследования. Молекулярно-массовое распределение. Дифференциальная и интегральная кривые.

Пластификация полимеров, виды пластификации. Влияние пластификаторов на механические свойства, температуры стеклования, текучести и хрупкости. Правило Журкова, правило Каргина-Малинского. Совместимость полимера и пластификатора, методы ее оценки. Диаграммы состояния. Особенности пластификации полимеров различного строения; структурная и молекулярная пластификация.

Пластификация полимеров олигомерными и полимерными пластификаторами. Физико-химические основы подбора пластификаторов.

Полимер-полимерные системы, их классификация. Совместимость полимеров, ее виды и методы оценки. Структура смесей и ее влияние на свойства. Смесей как многофазные системы, их коллоидно-химический анализ. Роль переходных слоев и формирование свойств смесей и композиционных материалов.

Раздел 3. Физические свойства полимеров.

Особенности механических свойств полимеров, обусловленные их строением. Характеристики прочности; влияние скорости нагружения и температуры. Теории прочности полимеров. Влияние внешних факторов на процесс разрушения полимеров. Теоретическая и техническая прочность. Связь прочности с химическим строением и надмолекулярной структурой. Долговременная и усталостная прочность. Особенности и закономерности разрушения полимеров в различных состояниях.

Электрические свойства полимеров. Полимеры как диэлектрики. Электрическая прочность. Тангенс угла диэлектрических потерь, диэлектрическая проницаемость и другие диэлектрические характеристики. Особенности диэлектрических потерь в полимерах, их частотные и температурные зависимости. Высокочастотный разогрев. Полимерные электреты и их особенности. Электропроводящие полимерные материалы.

Теплофизические свойства полимеров – теплоемкость, тепло- и температуропроводность, коэффициент линейного расширения. Влияние химического строения, температуры, давления.

Раздел 4. Вулканизация каучуков, отверждение олигомеров.

Вулканизация каучуков. Отверждение олигомеров. Диаграмма Гиллхема. Изменение свойств материалов при отверждении и вулканизации. Факторы, влияющие на кинетику отверждения. Методы регулирования плотности сетки химических связей. Интеркалированные полимерные сетки.

4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы | В зачетных единицах | В академ. часах | В астроном. часах |
|--|---------------------|-----------------|-------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану | 3 | 108 | 81 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 1,42 | 51 | 38,25 |
| Лекции (Лек) | 0,45 | 16 | 12 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,97 | 35 | 26,25 |
| Самостоятельная работа (СР): | 0,58 | 21 | 15,75 |
| Контактная самостоятельная работа | — | — | — |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | 0,58 | 21 | 15,75 |
| Экзамен | 1 | 36 | 27 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 1 | 0,4 | 0,3 |
| Подготовка к экзамену | | 35,6 | 26,7 |
| Вид контроля: | Экзамен | | |

Аннотация рабочей программы дисциплины

«Методы исследований и испытаний полимерных и композиционных материалов» (Б1.В.ДВ.01.04.02)

1. Цель дисциплины – формирование у обучающихся углубленных знаний в области современных методов исследования и испытаний полимерных и композиционных материалов, обучении использованию фундаментальных законов для обработки результатов исследований, развитии способности к самостоятельному анализу результатов

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

Обладать следующими профессиональными (ПК) 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);

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

- способностью формулировать и реализовывать цели и задачи исследований и разработок в области технологий полимеров, композиционных материалов и покрытий (ПК-4);

Знать:

- физические и химические основы современных методов исследования многокомпонентных полимерных материалов;

- основы профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов;

- методику обработки экспериментальных данных и анализа результатов исследования.

Уметь:

- выбирать методики и средства решения задачи;

- организовывать проведение экспериментов и испытаний полимеров;

- применять физико-химические методы исследования для определения строения, структуры, состава и свойств полимерных материалов.

Владеть:

- готовность к поиску, обработке и систематизации научно-технической информации по теме исследования;

- способностью использовать современные приборы и методики;

- навыками определения физико-химическими методами структуры, механических, теплофизических и технологических свойств полимерных материалов

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Методы испытаний полимерных и композиционных материалов

Методы определения свойств полимерных и композиционных материалов (КМ). Способы изготовления образцов для испытаний изотропных и анизотропных КМ. Методы испытания препрегов. Определение деформационно-прочностных свойств КМ: статические и динамические испытания. Методы оценки износо- и трещиностойкости КМ. Определение кажущегося предела прочности и удельной работы расслоения при сдвиге. Методы определения технологических свойств полимерных и КМ. Климатические испытания полимерных и КМ.

Методы неразрушающего контроля полимерных материалов. Классификация методов. Визуально-измерительный метод. Интерференционные, акустические, тепловые методы. Компьютерная томография. Достоинства и ограничения неразрушающих методов контроля. Области применения методов: определение свойств полимеров, дефектоскопия.

Раздел 2. Методы исследования полимерных и композиционных материалов

Анализ состава полимерных и КМ. Причины для проведения анализа. Анализ полимеров и сополимеров методом ИК-спектроскопии. Спектроскопия отражения. Методы НПВО и МНПВО. Преимущества методов НПВО и МНПВО при исследовании полимерных материалов. Алгоритм анализа КМ. Прямые методы анализа. Методы идентификации наличия наполнителя в составе ПКМ. Методы анализа с предварительным разделением компонентов. Анализ ПКМ по продуктам разложения. Пиролитическая газовая хроматография.

Термический анализ полимерных и композиционных материалов. Термогравиметрический анализ. Дилатометрические исследования полимеров. Методы определения коэффициента линейного теплового расширения. Определение температур фазовых и физических переходов методами дилатометрии и термического механического анализа. Изучение вязкоупругих свойств полимерных и КМ методом динамического механического анализа. Синхронный анализ полимерных и КМ.

4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы | В зачетных единицах | В академ. часах | В астроном. часах |
|--|------------------------|-----------------|-------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану | 3 | 108 | 81 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 1,89 | 68 | 51 |
| Лекции (Лек) | 0,45 | 16 | 12 |
| Лабораторные работы (Лаб) | 0,94 | 34 | 25,5 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,5 | 18 | 13,5 |
| Самостоятельная работа (СР): | 1,1 | 39,6 | 29,7 |
| Контактная самостоятельная работа | — | — | — |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | 1,1 | 39,6 | 29,7 |
| Зачет с оценкой | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Вид контроля: | Зачет с оценкой | | |

Переквизиты трека ПИШ ХИМ

Аннотация рабочей программы дисциплины

«Системная инженерия и технологии инженерного мышления» (Б1.В.ДВ.01.05.01)

1. Цель дисциплины – освоение наиболее универсальных практик системной инженерии, позволяющих существенно ускорить продвижение специалистов по карьерной лестнице.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:
Обладать следующими профессиональными (ПК) компетенциями:

- способностью к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи (ПК-2);
- готовностью к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации (ПК-5).

Знать:

- алгоритм поиска, оценки и анализа научно-технической информации;
- теорию эксперимента в области своей профессиональной направленности и методики анализа явлений и процессов.

Уметь:

- определять основные потребности стейкхолдеров (назначение) и формулировать требования к эффективности;
- определять сценарии функционирования, основные функции системы, выполнять функциональную декомпозицию и формулировать;
- защищать концепцию, собирать потребности и требования, модерировать совещания.

Владеть:

- навыками разрабатывать системную архитектуру, писать технические требования и формировать техническое задание.

3. Краткое содержание дисциплин

Раздел 1. Введение в практики системной инженерии

Раздел 2. Анализ потребностей и требований. Разделение зон ответственности. Потребности и требования.

Раздел 3. Концепция использования (Concept of operations). Функциональное моделирование использующей системы. Модели жизненного цикла. Бизнес-анализ.

Определение границ системы

Раздел 4. Определение системы (System definition)

Функциональное моделирование системы. Определение архитектуры системы. Системная спецификация

4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы | В зачетных единицах | В академ. часах | В астр. часах |
|--|------------------------|-----------------|---------------|
| Общая трудоемкость практики по учебному плану | 4 | 144 | 108 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 2,83 | 102 | 76,5 |
| Лекции (Лек) | 0,89 | 32 | 24 |
| Практические занятия (ПЗ) | 1,94 | 70 | 52,5 |
| Самостоятельная работа (СР): | 1,15 | 41,2 | 30,9 |
| Контактная самостоятельная работа | | - | |
| Виды самостоятельной работы | 1,14 | 41,2 | 30,9 |
| Зачет с оценкой | 0,02 | 0,8 | 0,6 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,02 | 0,8 | 0,6 |
| Вид контроля: | Зачет с оценкой | | |
| 1 семестр | | | |

| | | | |
|--|------------------------|-------------|--------------|
| Общая трудоемкость практики по учебному плану | 2 | 72 | 54 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 1,42 | 51 | 38,25 |
| Лекции (Лек) | 0,45 | 16 | 12 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,97 | 35 | 26,25 |
| Самостоятельная работа (СР): | 0,57 | 20,6 | 15,45 |
| Контактная самостоятельная работа | - | - | - |
| Виды самостоятельной работы | 0,57 | 20,6 | 15,45 |
| Зачет с оценкой | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Вид контроля: | Зачет с оценкой | | |
| 2 семестр | | | |
| Общая трудоемкость практики по учебному плану | 2 | 72 | 54 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 1,42 | 51 | 38,25 |
| Лекции (Лек) | 0,45 | 16 | 12 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,97 | 35 | 26,25 |
| Самостоятельная работа (СР): | 0,57 | 20,6 | 15,45 |
| Контактная самостоятельная работа | - | - | - |
| Виды самостоятельной работы | 0,57 | 20,6 | 15,45 |
| Зачет с оценкой | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Вид контроля: | Зачет с оценкой | | |

**Аннотация рабочей программы дисциплины
«Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ)» (Б1.В.ДВ.01.05.02)**

1. Цель дисциплины – развитие умений пользоваться инструментами теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) при поиске решений практических и профессиональных задач и осознанно генерировать идеи по совершенствованию и улучшению технических систем, используемых и создаваемых на машиностроительных предприятиях.

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

Обладать следующими профессиональными (ПК) компетенциями:

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

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

- готовностью к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации (ПК-5).

Знать:

- методы и алгоритмы решения изобретательских задач;

Уметь:

- проводить анализ внутреннего функционирования совершенствуемой системы, выявлять задачи ее дальнейшего развития с применением комплекса аналитических инструментов;

- проводить анализ внешнего функционирования совершенствуемых систем, определять совокупность реализуемых ими потребительских ценностей и сравнивать их с конкурирующими системами;

- решать поставленные задачи, в том числе по прогнозированию, с использованием типовых структурных моделей, методик переноса функций, использования базовых закономерностей развития систем.

Владеть:

- основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, иметь навыки работы с компьютером как средством управления информацией.

3 Краткое содержание дисциплин

Процесс создания инноваций. Психологическая инерция. Системный оператор. Идеальность системы. Оперативная зона и оперативное время системы. Технические противоречия. Часть 1. Технические противоречия. Часть 2. Технические противоречия. Часть 3. Технические противоречия. Часть 4. Алгоритм технических противоречий. Вещественно-полевые ресурсы. Вепольный анализ

4 Объем учебной дисциплины

| <i>Виды учебной работы</i> | В зачетных единицах | В академ. часах | В астр. часах |
|--|----------------------------|------------------------|----------------------|
| Общая трудоемкость практики по учебному плану | 2 | 72 | 54 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 0,95 | 34 | 25,5 |
| Лекции (Лек) | 0,45 | 16 | 12 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,5 | 18 | 13,5 |
| Самостоятельная работа (СР): | 1,04 | 37,6 | 28,2 |
| Контактная самостоятельная работа | - | - | - |
| Виды самостоятельной работы | 1,05 | 37,6 | 28,2 |
| Зачет с оценкой | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Вид контроля: | Зачет с оценкой | | |

Аннотация рабочей программы дисциплины «Технология машиностроения» (Б1.В.ДВ.01.05.03)

1. Цель дисциплины – овладеть основами технологии машиностроения: машиностроительное производство и его характеристики, технологические погрешности обработки и сборки, технологическое обеспечение качества изделий, структура и основные функции технологической подготовки производства, обеспечение технологичности конструкции изделия, проектирование технологических процессов изготовления изделий.

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

Обладать следующими профессиональными (ПК) компетенциями:

- способностью формулировать задачи в области химической технологии для самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы, разрабатывать планы их реализации и задания для исполнителей (ПК-1);

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

- готовностью к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации (ПК-5).

Знать:

- основные понятия производственно-технологического цикла – начальный уровень. · Способы обеспечения точности в машиностроении;

- принципы выбора заготовок, технологических методов, проектирования маршрутной и операционной технологии изготовления деталей – начальный уровень;

- принципы построения технологического процесса изготовления деталей – начальный уровень;

- величины, характеризующие параметры основных современных методов изготовления деталей и сборки машин, технологические возможности оборудования – начальный уровень;

- расчетно-аналитический метод оценки точности – начальный уровень.

Уметь:

- анализировать технические требования, предъявляемые к объектам производства, формулировать технологические задачи по обеспечению качества изделий, выбирать методы и средства технологического контроля – начальный уровень;
- оценивать качественно и количественно технологичность проектируемых деталей и сборочных единиц – начальный уровень;
- выбирать рациональные виды и методы получения заготовок деталей машин, а также оборудование для их производства – начальный уровень;
- анализировать ход технологических процессов и устанавливать причины отклонений в обеспечении требуемого качества и производительности – начальный уровень.

Владеть:

- методами анализа технологичности конструкций изделий;
- методиками выбора метода получения заготовки,
- выбора схем базирования и закрепления заготовок, выбора схем и средств контроля технических требований, предъявляемых к изделиям при обработке. Правилами оформления технологической документации на технологические процессы изготовления изделий;
- современными компьютерными программами для оформления текстовых и графических материалов домашних заданий, лабораторных работ;
- современными компьютерными программами для оформления текстовых и графических материалов домашних заданий, лабораторных работ.

3. Краткое содержание дисциплин

Раздел 1. Машиностроительное производство и его характеристики.

Введение в технологию машиностроения. Понятия детали, сборочной единицы, изделия. Понятия производственного и технологического процесса. Элементы технологического процесса. Норма времени. Структура затрат времени в машиностроении. Основное, вспомогательное, штучное время.

Методы анализа затрат времени в машиностроении. Типы машиностроительных производств. Обеспечение технологичности конструкции изделия. Понятие о технологичности. Качественные критерии технологичности. Количественные критерии технологичности.

Раздел 2. Технологическое обеспечение качества изделий.

Погрешности механической обработки деталей часть 1. Понятие о точности в машиностроении. Суммарная погрешность механической обработки. Погрешности, вызванные установкой заготовок. Способы установки заготовок на станках. Установка цилиндрических заготовок 6.2 Установка призматических заготовок. Погрешности механической обработки деталей часть 2. Погрешности, вызванные упругими деформациями технологической системы. Погрешности, возникающие в результате размерного износа режущих инструментов. Погрешности, связанные с настройкой режущих инструментов. Погрешности, связанные с тепловыми деформациями технологических систем. Погрешности, связанные с геометрическими отклонениями оборудования. Анализ качества изделий методами математической статистики. Обеспечение качества поверхностного слоя заготовок. Обеспечение шероховатости поверхности. Обеспечение физико-механических свойств поверхности.

Раздел 3. Проектирование технологических процессов изготовления изделий.

Структура и основные функции технологической подготовки производства. Общие положения при разработке технологических процессов. Последовательность разработки технологических процессов. Исходные данные для разработки технологических процессов. Анализ технических требований и выявление технологических задач. Выбор метода изготовления исходной заготовки часть 1. Заготовки, получаемые литьем. Заготовки, получаемые обработкой давлением. Выбор метода изготовления исходной заготовки часть 2. Заготовки, получаемые прокаткой. Прогрессивные методы получения заготовок. Разработка маршрутных технологических процессов изготовления деталей. Разработка маршрутов обработки отдельных поверхностей заготовок. Выбор схем установки заготовки. Правила установления последовательности технологических операций. Выбор средств технологического оснащения. Расчет припусков на механическую обработку.

4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы | В зачетных единицах | В академ. часах | В астр. часах |
|--|---------------------|-----------------|---------------|
| Общая трудоемкость практики по учебному плану | 6 | 216 | 162 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 3,3 | 119 | 89,25 |
| Лекции (Лек.) | 0,47 | 17 | 12,75 |
| Практические занятия (ПЗ) | 2,83 | 102 | 76,5 |
| Самостоятельная работа (СР): | 0,69 | 25 | 18,75 |
| Контактная самостоятельная работа | | - | |
| Виды самостоятельной работы | 0,69 | 25 | 18,75 |
| Экзамен | 1 | 72 | 54 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 1 | 0,4 | 0,3 |
| Подготовка к экзамену | | 35,6 | 26,7 |
| Вид контроля: | Экзамен | | |
| 1 семестр | | | |
| Общая трудоемкость практики по учебному плану | 3 | 108 | 81 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 1,89 | 68 | 51 |
| Лекции (Лек.) | 0,47 | 17 | 12,75 |
| Практические занятия (ПЗ) | 1,42 | 51 | 38,25 |
| Самостоятельная работа (СР): | 0,11 | 4 | 3 |
| Контактная самостоятельная работа | - | - | - |
| Виды самостоятельной работы | 0,11 | 4 | 3 |
| Экзамен | 1 | 36 | 27 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 1 | 0,4 | 0,3 |
| Подготовка к экзамену | | 35,6 | 26,7 |
| Вид контроля: | Экзамен | | |
| 2 семестр | | | |
| Общая трудоемкость практики по учебному плану | 3 | 108 | 81 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 1,42 | 51 | 38,25 |
| Практические занятия (ПЗ) | 1,42 | 51 | 38,25 |
| Самостоятельная работа (СР): | 0,58 | 21 | 15,75 |
| Контактная самостоятельная работа | - | - | - |
| Виды самостоятельной работы | 0,58 | 21 | 15,75 |
| Экзамен | 1 | 36 | 27 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 1 | 0,4 | 0,3 |
| Подготовка к экзамену | | 35,6 | 26,7 |
| Вид контроля: | Экзамен | | |

Профессиональные треки Трек А. Химия и технология полимеров

Аннотация рабочей программы дисциплины

«Химия и технология полимеров для медицины и фармакологии» (Б1.В.ДВ.02.01.01)

1. Цель дисциплины – приобретение студентами знаний в области технологии производства и базовых основ разработки полимеров медико-биологического назначения, а также основ предсказания их свойств и механизмов взаимодействия с живым организмом.

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

Обладать следующими профессиональными (ПК) 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);

- готовностью к решению профессиональных производственных задач - контролю технологического процесса, разработке норм выработки, технологических нормативов на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, к выбору оборудования и технологической оснастки (ПК-4);

- готовностью к совершенствованию технологического процесса - разработке мероприятий по комплексному использованию сырья, по замене дефицитных материалов и изысканию способов утилизации отходов производства, к исследованию причин брака в производстве и разработке предложений по его предупреждению и устранению (ПК-5).

Знать:

– биологические основы взаимодействия полимеров с живыми организмами;

– основные принципы создания полимеров низкой иммуногенности;

– способы снижения тромбогенности и улучшения биосовместимости полимеров, использующихся при создании имплантатов, изделий медицинской техники и полимерных лекарственных средств;

– основные полимеры, и технологии, используемые при получении изделий медицинского назначения;

– основные принципы создания физиологически-активных полимеров;

– общие принципы, используемые при создании биоинертных полимерных

– материалов и изделий из них.

Уметь:

– предсказывать тромборезистентные и иммуногенные свойства полимеров по их химическому строению;

– определять вероятные механизмы взаимодействия полимеров и изделий из них с органами и тканями организма;

– обосновывать выбор конкретных полимеров исходя из желаемых конечных свойств изделия медицинского назначения и используемой технологии его получения.

Владеть:

– знаниями о современных технологиях, использующих полимеры медико-биологического назначения;

– основными принципами создания изделий из полимеров медико-биологического назначения;

– современными методами анализа биосовместимых свойств полимеров, используемых в изделиях медицинской техники и при создании полимерных лекарственных средств.

– основными подходами, используемыми при создании новых современных медицинских биосовместимых полимеров, биологическими и физико-химическими методами, используемыми при оценке их свойств.

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Общие понятия и механизмы взаимодействия живого организма с медицинским полимером

1.1. Введение. Основные понятия и термины используемых в науке о полимерах медико-биологического назначения: «Биополимеры» и «Медицинские полимеры» Понятия, характеризующие взаимодействие полимера с организмом. Термины, принятые для описания материалов, применяемых для замещения (замены) и при хирургическом лечении органов и тканей. Применение полимеров в медико-биологических областях. Рынок медицинских полимеров и изделий из них.

1.2. Основы физиологии взаимодействия полимеров медицинского назначения и живого организма: Иерархия элементов организма. Элементы общей морфологии клетки. Поверхностный аппарат клетки и его взаимодействие с ФАП функции мембран. Эндоплазматический ретикулум. Некоторые функции гладкого эндоплазматического ретикулума, нейтрализация ядов и ФАП. Везикула, лизосома, пероксисома и их роль в отщеплении ФАВ от полимера носителя, лизосомотропные физиологически активные полимеры.

1.3. Иммунная система. Состав крови. Форменные элементы крови и их взаимодействие с ФАП и полимером поверхности эндопротеза. Эритроциты, тромбоциты, лейкоциты, нейтрофилы, эозинофилы, базофилы, лимфоциты, моноциты, В-клетки, плазматические клетки памяти, их строение, функции, морфогенез и роль в ответе организма на растворимые и нерастворимые полимеры, вводимые в организм. Активация В-лимфоцитов, презентация антигена, иммунный ответ на полимер. НК-лимфоциты, Т-киллеры, распознавание антигена.

1.4. Механизмы взаимного влияния иммунной системы и полимеров внутри организма. Иммунная система и гемосовместимость полимеров: Барьеры при введении полимера в организм. Первый уровень – барьеры, второй уровень- врожденный иммунитет, третий уровень –приобретенный иммунитет. Центральные и периферические органы иммунной системы. Анатомия иммунной системы, клетки иммунной системы, гуморальный и клеточный иммунитеты и их взаимодействие с полимерами в контакте с организмом, система комплемента и гемосовместимые полимеры. Антитела, специфичность антител и их использование для целевого транспорта полимерных лекарств непосредственно в клетку мишень. В-система иммунной защиты. Клеточный иммунитет Т-система иммунной защиты и ее взаимодействие с медицинским полимером. Ретикулоэндотелиальная (макрофагическая) система (РЭС) – главная система, отвечающая за резорбцию полимеров и растворение эндопротезов. Презентация антигена. Оpozнание антигена. Антигенность медицинских полимеров, полимеры-гаптены, адьюванты, полимерные вакцины. Главный комплекс гистосовместимости.

1.5. Влияние полимеров на, систему гемостаза. Развитие гемостаза во времени, стадии гемостаза: Сосудисто-тромбоцитарный и коагуляционный гемостаз. Влияние полимеров на систему гемостаза, триада Вирхова. Антиагреганты, активаторы агрегации. Регуляция свертывания естественные антикоагулянты. Растворение тромбов – фибринолиз. Механизм фибринолиза, активаторы фибринолиза. Полимерные тромболитики. Антикоагулянты и препараты способствующие свертыванию крови.

Раздел 2. Полимерные имплантаты.

2.1. Процессы, протекающие в системе полимерный имплантат – живой организм. Основные термины, пересадка имплантация виды трансплантатов. Основные процессы: Воспалительный процесс. Биодegradация имплантата. Изоляция имплантата - образование тканевой капсулы. Побочные процессы: Исторжение – выталкивание имплантата в ближайшую полость. Некроз окружающей ткани – отторжение имплантата. Внутренний кальциноз или образование внешней кальций фосфатной капсулы. Динамическое взаимодействие с окружающими тканями Выделение токсинов из имплантата. Стадии воспалительного процесса: экссудация, пролиферация, капсулирование. Скорость атаки имплантата, скорость образования капсулы. Взаимосвязь капсулирования и биодegradации имплантата. Гидрофильность поверхности ее связь со скоростью эрозии и гидролиза имплантата. Схемы гидролиза материала имплантата. Продукты биодegradации полимеров, группы продуктов биодegradации. Неклеточная и клеточная биодegradация имплантатов. Неклеточная дegradация с поверхности – эрозия. Последовательность процессов при клеточной биодegradации.

2.2. Гемосовместимые (тромборезистентные) полимеры.

Гемосовместимость, тромборезистентность. Факторы, влияющие на тромборезистентные свойства протеза. Принципиальные подходы к созданию гемосовместимых материалов: гидрогели, неполярные полимеры с неузнаваемой поверхностью, полимеры с микронеоднородной поверхностью. Сигментированные полиуретаны. Полимеры с поверхностью, способной к биоспецифическому взаимодействию с кровью: гепаринизация поверхности, поверхности способные к фибринолизу, поверхности, моделирующие поверхность эндотелия.

Раздел 3. Физиологически активные полимеры.

3.1. Основные понятия. Классификация физиологически активных полимеров. Понятия- Физиологически активное вещество (ФАВ), физиологически активный полимер (ФАП), Лекарственная форма, Лекарственное средство, Фармакокинетика, Биодоступность, Фармакодинамика. Общая классификация физиологически активных полимеров.

3.2. Способы введения физиологически активных полимеров в организм. Основные способы введения и вспомогательные способы. Их достоинства и недостатки. Внутривенное, внутримышечное, внутрибрюшинное, подкожное и пероральное введение ФАП. Вспомогательные способы: ректальное, вагинальное, назальное. Специальные способы: ингаляционное, внутриглазное. Введение через кожу – полимерные трансдермальные терапевтические системы.

3.3. Физиологически активные полимеры с собственной активностью Нейтральные полимеры с неспецифической активностью, поликатионы, полианионы, синтетические аналоги аминокислот, противошоковые кровезаменители, дезинтоксикаторы. Активность синтетические аналоги аминокислот, нейтральных полианионных поликатионных. Полимеры с различными функциональными группами, поли N-оксиды, четвертичные основания.

Раздел 4. Физиологически активные полимеры прививочного типа.

4.1. Физиологически активные полимеры прививочного типа Основные принципы создания ФАП прививочного типа (модель Рингсдорфа). Основные виды ФАП прививочного типа по механизму действия. ФАП – выделяющие ФАВ при гидролизе. Контролируемое выделение ФАВ в организм. Лекарства пролонгированного действия. Особенности физиологической активности ФАП, «полимерные эффекты», адитивность свойств при создании ФАВ прививочного типа.

4.2. Классификация физиологически активных полимеров по механизму действия. Механизм действия и типы ФАП вне, внутри и на поверхности клеток. Лизосомотропные ФАП.

4.3. Конструирование физиологически активных полимеров прививочного типа Выбор носителя и узла связывания при конструировании ФАП. Критерии выбора ФАВ. Основные химические реакции и типы химических связей. Стратегия синтеза полимерных лекарств и ее отличие от стратегии синтеза низкомолекулярных ФАВ. Функциональные группы, необходимые для связывания. Альтернативные модели ФАП отличающиеся от модели Рингсдорфа.

4.4. Полимеры носители физиологически активных веществ. Общие требования, основные типы носителей. Карбоцепные полимеры, гетероцепные полимеры. Биоразлагаемые и неразлагаемые носители.

4.5. Целевой транспорт ФАП в орган мишень внутри организма. Уровни селективности целевого транспорта для ФАП разных типов. Векторы, обеспечивающие целевой транспорт в орган (клетку) мишень.

4.6. Биодеструкция ФАП в организме. Варианты фармакокинетики ФАВ при биодеструкции ФАП в зависимости от способа введения в организм, механизма деструкции полимера носителя и химической природы спейсера. Примеры фармакокинетики конкретных ФАП.

4.7. Синтез физиологически активных полимеров. Стратегия и тактика ретросинтеза ФАП прививочного типа. Синтез (со)полимеризацией, создание вставки-спейсера. Синтез путем полимераналогичных превращений. Реакции, применяемые при синтезе, требования к ним. Реакции активирования полисахаридов

Раздел 5. Конкретные примеры физиологически активных полимеров и лекарств на их основе.

5.1. Полимерные производные низкомолекулярных ФАВ. Лекарства, действующие на нервную систему. Полимерные производные местных анестетиков. Курареподобные полимеры. Полимерные производные лекарств, действующих на центральную нервную систему. Производные

нейромедиаторов. Производные катехоламинов, механизмы действия и сайты для связывания с полимером-носителем и их влияние на физиологическую активность. Неропептиды с функцией подкрепления и их использование в фармакологии наркомании и алкоголизма. Эффект разделения активности. Расово-зависимые лекарственные средства. Многоточечное связывание с рецепторами на поверхности клетки. Влияние дальнего окружения на активность.

5.2. Полимерные производные веществ с противоопухолевой активностью. Основные принципы, используемые для борьбы с опухолевыми клетками. Классификация ФАП по механизму противоопухолевого действия, стратегия их конструирования и синтеза. Полимеры с собственной активностью, действующие на молекулярном уровне. Алкилирующие противоопухолевые ФАП прививочного типа. Избирательность действия, компоненты ФАП узнающие раковые клетки. ФАП антиметаболиты. Целевой транспорт противоопухолевых ФАП. Биоспецифические векторы. Конкретные полимерные противораковые лекарства и их свойства.

Раздел 6. Полимерные корпускулярные носители лекарственных средств.

6.1. Физиологически активные полимерные микрочастицы. Классификация нанокорпускулярных носителей лекарственных средств, принципы создания и использования. Системы, управляющие скоростью выделения лекарств из носителя и целевой доставкой наночастиц. Нециркулирующие растворяющиеся в организме микрочастицы. Циркулирующие микрочастицы, скорость их биодеструкции, способы доставки в организм и выведение из организма

6.2. Нанореакторы. Принцип действия ферментных мультипроцессорных нанореакторов. Способы синтеза нанореакторов на основе полимерных нанокapsул с протяженной по глубине полупроницаемой стенкой.

6.3. Физиологически активные полые полимерные липосомы, ниосомы и полимеросомы. Классификация полимерных полых наноносителей, способы синтеза и фармакологические свойства. Модель физиологически активной липосомы. Основные компоненты мембраны. Новые противораковые лекарства на основе липосом. Целевой транспорт генов в ядро живой клетки. Генная терапия тяжелых заболеваний как «терапия выбора».

4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы | В зачетных единицах | В академ. часах | В астроном. часах |
|--|------------------------|-----------------|-------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану | 3 | 108 | 81 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 1,42 | 51 | 38,25 |
| Лекции (Лек) | 0,45 | 16 | 12 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,97 | 35 | 26,25 |
| Самостоятельная работа (СР): | 1,57 | 56,6 | 42,45 |
| Контактная самостоятельная работа | — | — | — |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | 1,57 | 56,6 | 42,45 |
| Зачет с оценкой: | 0,01 | 0,4 | |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,011 | 0,4 | |
| Вид контроля: | Зачет с оценкой | | |

Аннотация рабочей программы дисциплины

«Химия и технология элементоорганических полимеров» (Б1.В.ДВ.02.01.02)

1 Цель дисциплины – формирование у магистров системы знаний в области элементоорганических мономеров, олигомеров, полимеров, изучение их физико-химических свойств, изучение стратегий синтеза элементоорганических соединений, в частности кремний и фосфорсодержащих, технологии их производства.

2 В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:

Обладать следующими профессиональными (ПК) компетенциями:

- способностью формулировать задачи в области химической технологии для самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы, разрабатывать планы их реализации и задания для исполнителей (ПК-1);

- способностью к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи (ПК-2);
- способностью формулировать и реализовывать цели и задачи исследований и разработок в области технологий полимеров, композиционных материалов и покрытий (ПК-4);
- готовностью к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации (ПК-5).

Знать:

- общие сведения о кремний- и фосфорорганических соединениях;
- методы синтеза мономерных, олигомерных и полимерных кремний- и фосфорорганических соединений; механизмы протекания и особенности основных реакций в химии кремния и фосфора;
- особенности свойств кремний- и фосфорорганических соединений;
- промышленные способы получения кремний- и фосфорорганических соединений, а также аппаратное оформление.

Уметь:

- определять стратегию и осуществлять синтез элементоорганических соединений;
- применять полученные знания на практике для решения профессиональных задач.

Владеть:

- навыками работы с научной литературой в области элементоорганических соединений, обработки и анализа полученных знаний;
- методами оценки физико-химических свойств элементоорганических соединений.

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Введение. Химия кремнийорганических мономеров

1.1 Общие сведения о кремнийорганических соединениях. Кремний и углерод. Сходство и различие. Мономерные, олигомерные и полимерные кремнийорганические соединения. Синтез кремнийорганических мономеров. Прямой синтез органохлорсиланов. Высокотемпературная поликонденсация. Реакция дегидроконденсации. Гидросилилирование олефинов.

1.2 Методы синтеза полиорганосилоксанов. Гидролитическая поликонденсация кремнийорганических мономеров. Полимеризация циклоорганосилоксанов. Анионная, катионная полимеризация органоциклоксанов. Неравновесная полимеризация органоциклотрисилоксанов. Полиэлементоорганосилоксаны. Полиборорганосилоксаны. Полиалюмо-органосилоксаны. Полититаноорганосилоксаны. Полимеры с органонеорганическими цепями молекул.

Раздел 2. Химия фосфорорганических соединений и химическая технология элементоорганических соединений

2.1 Фосфорорганические соединения. Особенности связи в фосфазенах. Гидролиз, аминолиз, алкоголиз фосфазенов. Перегруппировки фосфазенов: основные виды и механизм Способы синтеза полидихлорфосфазена. Основные и побочные реакции синтеза органофосфазенов различного строения. Области применения органофосфазенов.

2.2 Химическая технология элементоорганических соединений. Технология получения органохлорсиланов. Технология получения хлорированных метил-, фенил-, метилфенилхлорсиланов. Технология получения алкокси(арокси)силанов. Технология получения олигометил-, олигоэтил, олигометилфенилсиланов. Технология получения полиметил-, полифенилсиланов и лаков на их основе. Технология получения полифенилдиэтилсиланов и лаков на их основе.

4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы | В зачетных единицах | В академ. часах | В астроном. часах |
|--|---------------------|-----------------|-------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану | 3 | 108 | 81 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 1,89 | 68 | 51 |
| Лекции (Лек) | 0,47 | 17 | 12,75 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,95 | 34 | 25,5 |
| Лабораторные работы (Лаб) | 0,47 | 17 | 12,75 |
| Самостоятельная работа (СР): | 0,11 | 4 | 3 |
| Контактная самостоятельная работа | — | — | — |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | 1 | 4 | 3 |
| Экзамен: | 1 | 36 | 27 |
| Подготовка к экзамену | 1 | 36 | 27 |
| Вид контроля: | Экзамен | | |

Аннотация рабочей программы дисциплины

«Химия и технология термореактивных полимеров» (Б1.В.ДВ.02.01.03)

1 Цель дисциплины – освоение химии, технологии, свойств и особенностей получения и применения полимеров и их компонентов, используемых в качестве связующих для полимерных композиционных материалов, ознакомление с новейшими достижениями в этой области и тенденциями ее дальнейшего развития. Программа включает в себя ознакомление с технологией полимерных композиционных материалов и углубленное освоение химии и технологии базовых и специальных мономеров, олигомеров и других компонентов термореактивных связующих, способах их анализа и использования для изготовления композиционных материалов.

2 В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:

Обладать следующими профессиональными (ПК) компетенциями:

- способностью формулировать задачи в области химической технологии для самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы, разрабатывать планы их реализации и задания для исполнителей (ПК-1);

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

- способностью формулировать и реализовывать цели и задачи исследований и разработок в области технологий полимеров, композиционных материалов и покрытий (ПК-4);

- готовностью к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации (ПК-5).

Знать:

– строение, свойства и классификацию композиционных материалов и их компонентов;
– основные закономерности кинетики и реологии отверждения, особенности гелеобразования и структуры трехмерной сетки;

– основные свойства стеклообразных полимеров, зависимости температуры стеклования и механических свойств от степени отверждения и от химического строения компонентов связующего;

– принципы регулирования свойств полимерных композиционных материалов варьированием природы, состава и режима отверждения связующего химией, технологию, особенности отверждения и характеристики базовых и специальных термореактивных связующих;

– основные термопластичные полимеры, используемые в качестве связующего для полимерных композиционных материалов и в аддитивной технологии, их свойства;

– основные физико-химические процессы и явления на границе раздела фаз связующее-наполнитель и их влияние на свойства композиционного материала.

– основные добавки и модификаторы связующих для полимерных композиционных материалов.

Уметь:

- оценивать кинетику и степень отверждения термореактивных связующих;
- определять морфологические, реологические, тепловые и термические свойства полимерных связующих;
- оценивать химическое строение и молекулярно-массовые характеристики связующего или его компонентов;
- оценивать основные эксплуатационные характеристики полимерных композиций;
- выявлять взаимосвязь структуры полимерных связующих и свойства композиционных материалов на их основе.

Владеть:

- методами синтеза мономеров, олигомеров и полимеров, используемых в качестве связующего или компонентов связующих для полимерных композиционных материалов;
- способами регулирования свойств полимерных композиционных материалов варьированием природы, состава и режима отверждения связующего;
- методами изготовления изделий композиционных материалов;
- методами аддитивного производства композитных изделий.
- способами получения композиционных материалов со специальными свойствами, в том числе тепло- и термостойких, негорючих, самозалечивающихся.

3 Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Общие сведения о композиционных материалах и связующих Раздел 1.1

Общие сведения о композиционных материалах, их классификация. Структура, компоненты полимерных композиционных материалов (ПКМ) и их классификация. Классификация наполнителей и связующих, их функции как компонента композиционного материала. Взаимосвязь структуры композиционных материалов и их свойств. Обзор рынка компонентов связующих для ПКМ. Пирамида превосходства термореактивных смол. Современные научные, технологические и рыночные тенденции в области ПКМ и связующих для них.

Современные способы изготовления полимерных композиционных материалов. Контактное формование, автоклавное формование, RTM/VARTM, вакуумная инфузия, намотка, прессование, пултрузия, аддитивная технология получения ПКМ.

Раздел 1.2

Особенности физики сетчатых полимеров. Методы анализа термореактивных связующих. Исследование процесса отверждения термореактивных связующих. Реологические, тепловые и термические свойства, химическая структура и молекулярно-массовые характеристики. Исследование эксплуатационных характеристик отвержденных композиций, в том числе механических свойств, тепло-, термостойкости, трещиностойкости, коэффициента теплового расширения, огнестойкости и дымообразования, кислородного индекса.

Раздел 1.3

Основные закономерности кинетики и реологии отверждения, особенности образования и структуры трехмерной сетки, гелеобразования. Влияние степени отверждения на температуру стеклования и механические свойства. Основные физико-химические процессы и явления на границе раздела фаз связующее-наполнитель и их влияние на свойства композиционного материала.

Раздел 2 Химия и технология связующих для полимерных композиционных материалов.

Раздел 2.1 Фенолформальдегидные и родственные классы олигомеров. Полибензоксазины и полибензоксазолы.

Раздел 2.2 Ненасыщенные полиэфирные, винил-эфирные, акриловые, фурановые олигомеры. Их применение в качестве связующих для конструкционных композиционных материалов, в стоматологии и для трехмерной печати методом стереолитографии.

Раздел 2.3 Базовые и специальные эпоксидные смолы. Отвердители для эпоксидных смол: алифатические и ароматические амины, аминок-амидные, олигоэфир-аминные, ангидридные и другие отвердители.

Раздел 2.4 Термостойкие связующие. Бисмалеимиды и полиимиды. Циановые эфиры. Фталонитрилы. Кремнийорганические связующие.

Раздел 2.5 Полиуретаны и их компоненты: полиолы и изоцианаты. Связующие на основе соединений природного происхождения (биокомпозиты). Прочие классы связующих.

Раздел 2.6 Модификаторы и наполнители для связующих. Термопласты как связующие для полимерных композиционных материалов

Раздел 2.7 Получение обучающимся темы и написание автореферата. Защита автореферата в виде презентации с участием аудитории. Решение практических задач по технологии композиционных материалов на примере рефератов.

Раздел 2.8 Решение практических заданий по разработке рецептуры связующих для полимерных композиционных материалов.

Раздел 3 Практическое изучение химии и технологии связующих для полимерных композиционных материалов

Раздел 3.1. Лабораторная работа 1. Первая часть практикума посвящена получению компонентов связующих для полимерных композиционных материалов или составлению их рецептуры.

Раздел 3.2. Лабораторная работа 2. Вторая часть лабораторного практикума включает изготовление образца полимерного композиционного материала с его использованием с помощью современных методов переработки (как правило, вакуумной инфузией). Может включать в себя оценку технологических параметров процесса (например, кинетику пропитки).

4 Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы | В зачетных единицах | В академ. часах | В астроном. часах |
|--|------------------------|-----------------|-------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану | 3 | 108 | 81 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 1,42 | 51 | 38,25 |
| Лекции (Лек) | 0,25 | 16 | 12 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,69 | 19 | 14,25 |
| Лабораторные работы (Лаб) | 0,44 | 16 | 12 |
| Самостоятельная работа (СР): | 1,57 | 56,6 | 42,45 |
| Контактная самостоятельная работа | — | — | - |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | 1,57 | 56,6 | 42,45 |
| Зачет с оценкой | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 1 | 0,4 | 0,3 |
| Вид контроля: | Зачет с оценкой | | |

Аннотация рабочей программы дисциплины

«Тенденции развития химии и химической технологии полимеров» (Б1.В.ДВ.02.01.04)

1. Цель дисциплины – изучении студентами основных направлений современного развития химии полимеров, в частности особенностей синтеза полимеров передовыми и экологически безопасными способами.

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

Обладать следующими универсальными (УК) и профессиональными (ПК) компетенциями:

- способностью осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действия (УК-1);

- способностью формулировать задачи в области химической технологии для самостоятельной и коллективной научно-исследовательской (ПК-1);

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

- способностью применять современные приборы и методы исследования, планировать, организовывать и проводить эксперименты и испытания, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-3);

– готовностью к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации работы, разрабатывать планы их реализации и задания для исполнителей (ПК-5).

Знать:

- основные современные способы синтеза полимеров;
- необходимые условия для осуществления метатезисной полимеризации;
- основные критерии отнесения метода синтеза полимеров к экологически безопасным методам;
- границы применимости полимеризации в сверхкритических средах;
- границы применимости полимеризации в ионных жидкостях;
- современные тенденции развития направлений химических и технологических разработок и исследований в области производства полимеров;
- современные технологии и оборудование, используемые при производстве полимеров, а также при их модификации;
- современные тенденции в области производства полимерных композиционных материалов;
- современные тенденции в области применения и переработки полимеров.

Уметь:

- подобрать оптимальный катализаторы получения полиолефинов с заданными характеристиками;
- предсказывать структуру образующихся полимеров в зависимости от выбранного инициатора;
- предложить оптимальный метод получения полимеров с заданными характеристиками;
- оценить возможность применения экологически безопасных методов синтеза для получения конкретных полимеров;
- выбирать необходимые сырьевые ресурсы (мономеры, катализаторы, модификаторы и др.) для производства полимеров, моделировать проведение синтеза, на основании чего планировать аппаратно-технологическое исполнение производства полимеров;
- подбирать связующее, наполнитель (включая наноразмерный) и способ изготовления композиционных полимерных материалов для различных сфер производства;
- выбрать способ утилизации, безопасного использования и учитывать различные экологические и гигиенические аспекты при производстве и использовании современной полимерной продукции.

Владеть:

- навыками подбора катализаторов/инициаторов для получения полимеров с необходимым комплексом свойств;
- методами оценки кинетических параметров полимеризации;
- приемами повышения экологической безопасности при синтезе полимеров;
- химическими и технологическими навыками для профессионального планирования современных полимерных производств;
- навыками моделирования современных полимерных производств в плане выбора и расчета режимов аппаратно-технического исполнения, навыками, позволяющими оценить все тонкости и нюансы химических, сырьевых, материально-технических и технологических особенностей современных производств полимеров, их модификаторов, полимерных композиционных материалов и катализаторов полимеризации.

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Новые методы синтеза полимеров.

1.1 Металлоцены. Металлоценовые катализаторы в полимеризации олефинов. Постметаллоцены: примеры, механизм.

1.2 Метатезисная полимеризация. Инициаторы Штока и Граббса. Аддитивная полимеризация. Комплексно-радикальная полимеризация.

Раздел 2. Экологически безопасные методы синтеза полимеров

2.1 «Зеленая химия полимеров»: мономеры, полимеры основные тенденции.

2.2 Полимеризация в сверхкритических средах. Фазовая диаграмма CO₂. Синтез полимеров в ионных жидкостях. Ионные жидкости: свойства, особенности применимости в синтезе полимеров.

Раздел 3. Тенденции в области технологии крупнотоннажных полимеров

Раздел 3.1 Увеличение единичной мощности производств крупнотоннажных производств полимеров (полиэтилен, полипропилен, каучуки и др.), сопровождаемое совершенствованием технологий.

Раздел 3.2 Новые типы реакторов используемых при производстве полимеров, например, турбулентные и твердофазные. Новые катализаторы полимеризации – металлоценовые, постметаллоценовые, элементоорганические и др.

Раздел 3.3 Технология полимеризационного наполнения – получение полимеров иммобилизацией каталитических систем на органические полимерные и неорганические носители.

Раздел 4. Тенденции в области технологии полимеров со специальными свойствами

Раздел 4.1 Биологически разлагаемые полимеры – полимеры, разлагаемые микроорганизмами в естественной и искусственной средах их обитания и полимеры деградируемые в биологических средах живых организмов.

Раздел 4.2 Фотоактивные полимеры – полимеры и/или иммобилизованные в них вещества, проявляющие и/или изменяющие свои свойства и характеристики под действием светового излучения, а также проявляющие фотофизические свойства под действием иных факторов.

Раздел 4.3 Полимерные протонпроводящие мембраны для топливных элементов. Электропроводящие полимеры для электроники и фотоники. Термо- теплостойкие и негорючие полимеры специального назначения.

Раздел 5. Тенденции в областях технологии и переработки полимеров и композиционных полимерных материалов

Раздел 5.1 Технологии полимерных нанокомпозитов – типы наноразмерных наполнителей, получение композиционных материалов распределением наночастиц в массе связующего различными методами.

Раздел 5.2 Технология полимербетонов – использование современных наполнителей и модифицированных связующих для получения высоконаполненных композитов с улучшенными физико-механическими характеристиками.

Раздел 5.3 Современные способы переработки полимеров и композитов. Использование безавтоклавных технологий при получении композиционных материалов. Аддитивные технологии в производстве и переработке полимеров – использование полимерной продукции (мономеров, связующих, полимерных композиций) в современных 3D технологиях и получении различного рода объемных изделий. Вторичная переработка полимеров и изделий из них.

4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы | В зачетных единицах | В академ. часах | В астроном. часах |
|--|---------------------|-----------------|-------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану | 3 | 108 | 81 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 1,42 | 51 | 38,25 |
| Лекции (Лек) | 0,45 | 16 | 12 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,97 | 35 | 26,25 |
| Самостоятельная работа (СР): | 0,58 | 21 | 15,75 |
| Контактная самостоятельная работа | — | — | — |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | 0,58 | 21 | 42,45 |
| Экзамен: | 1 | 36 | 27 |
| Подготовка к экзамену | 1 | 36 | 27 |
| Вид контроля: | Экзамен | | |

**Аннотация рабочей программы дисциплины
«Промышленный катализ и процессы получения крупнотоннажных полимеров»
(Б1.В.ДВ.02.01.05)**

1. Цель дисциплины – приобретение знаний по основным способам получения ряда полимеров и сополимеров.

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

Обладать следующими профессиональными (ПК) компетенциями:

- способностью формулировать задачи в области химической технологии для самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы, разрабатывать планы их реализации и задания для исполнителей (ПК-1);

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

- способностью применять современные приборы и методы исследования, планировать, организовывать и проводить эксперименты и испытания, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-3);

- готовностью к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации (ПК-5).

Знать:

– методы анализа полимеризации;

– методы контроля степени кристалличности

Уметь:

– применять известные методы синтеза полиэтилена, полипропилена, полистирола, поливинилхлорида, ароматических сложных полиэфиров.

Владеть:

– методами анализа рынков основных крупнотоннажных полимеров и сополимеров.

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Общее введение

1.1 Основные крупнотоннажные полимеры и сополимеры: полиэтилен, полипропилен, полистирол, поливинилхлорид, ароматические сложные полиэфиры, каучуки, АБС.

1.2 Полимеры с быстрорастущим рынком: эпоксидные смолы, акрилаты, кремнийорганические полимеры, фторорганические полимеры, конструкционные полимеры (полиимиды, полиамиды, поликарбонаты, полиэфиркетоны), полимеры со специальными свойствами (люминесцентные, смарт гели, протонпроводящие, медицинские полимеры, наночастицы лекарств).

1.3 Попутный газ и переработка нефти как источники сырья для синтеза полиолефинов. Неизбежность синтеза полиолефинов, вытекающая из необходимости утилизации попутного газа и побочных продуктов переработки нефти. Основные мономеры для синтеза полиолефинов и технологии их синтеза.

Раздел 2.

2.1 Рынок полиолефинов и сополимеров на их основе, тенденции рынка, безхлорные технологии, физически сшитые полимеры, термоэластопласты, физический объем производства полиолефинов, утилизация изделий из полимеров в разных странах.

2.2 Альтернативы полиолефинам микробиологические и растительные источники термопластов, проблема расходования кислорода.

2.3 Биоразлагаемые алифатические полиэферы – альтернатива полиолефинам.

2.4 Технологии получения биоразлагающихся изделий из небiorазлагаемых термопластов, включая полиолефины. Изделия по технологии (Flushable).

Раздел 3. Полиэтилен

3.1 История создания промышленности полиэтилена.

3.2 Типы полиэтилена; основные способы синтеза: полиэтилен высокого давления, низкого давления, среднего давления,

3.3 Теория наибольшей прочности применительно к полиэтилену.

3.4 Причины синтеза полиэтилена разными технологиями. Задачи синтеза, почему нельзя обойтись только одной универсальной технологией.

3.5 Основные способы переработки полиэтилена, получаемые изделия и требования к сырью. Марочный состав. Способы сшивки при переработке, трубные марки полиэтилена.

Раздел 4. Полипропилен

4.1 Полимеризация пропилена - общие сведения, история развития технологии, способы полимеризации пропилена с использованием разных механизмов, кинетика, активность мономера. Сравнительный анализ полимеризации полипропилена с полимеризацией других олефинов (этилена, стирола). Почему в промышленности используется только каталитический процесс.

4.2 Стереорегулярный полипропилен. Особенности синтеза и свойства изотактического ПП, синдиотактического ПП и атактического ПП. Влияние стереорегулярности на основные физико-механические и потребительские свойства ПП. Влияние стереорегулярности на степень кристалличности и модуль упругости ПП а так же на их зависимость от температуры.

4.3 Способы контроля степени кристалличности изотактического ПП путем:

- введения дополнительного сомономера
- сополимеризацией с этиленом
- контролированием изотактичности (введением «стереоошибок»)

4.4 Теория наибольшей прочности применительно к ПП. Теория получения физически-сшитых полимеров. Термоэластопласты как класс физически сшитых полимеров. ПП- как термоэластопласт заменитель поливинилхлорида.

4.5 Основные технологии получения ПП в промышленности.

4.6 Причины синтеза ПП разными технологиями. Задачи синтеза, почему нельзя обойтись только одной универсальной технологией.

4.7 Основные способы переработки ПП, получаемые изделия и требования к сырью. Марочный состав. Способы сшивки при переработке.

4.8 ПП – основной полимер для получения волокон и нетканых материалов. Основы технологии нетканых материалов из ПП. Области применения нетканых материалов «Спанбонд». Рынок нетканых материалов.

4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы | В зачетных единицах | В академ. часах | В астроном. часах |
|--|------------------------|-----------------|-------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану | 3 | 108 | 81 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 1,42 | 51 | 38,25 |
| Лекции (Лек) | 0,25 | 9 | 6,75 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,72 | 26 | 19,5 |
| Лабораторные работы (Лаб) | 0,45 | 16 | 12 |
| Самостоятельная работа (СР): | 1,57 | 56,6 | 42,45 |
| Контактная самостоятельная работа | — | — | — |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | 0,58 | 56,6 | 15,75 |
| Зачет с оценкой | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Вид контроля: | Зачет с оценкой | | |

Трек В. Технология переработки полимеров

Аннотация рабочей программы дисциплины

«Технологическое и аппаратурное оформление процессов переработки полимеров» (Б1.В.ДВ.02.02.01)

1. Цель дисциплины – формирование знаний об особенностях технологического и аппаратурного оформления современных процессов производства изделий из полимерных материалов, взаимосвязи свойств полимеров с технологическими параметрами процессов их переработки в изделия, обучение инженерному мышлению и использованию знаний в практической деятельности.

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

Обладать следующими профессиональными (ПК) компетенциями:

коллективной научно-исследовательской работы, разрабатывать планы их реализации и задания для исполнителей (ПК-1);

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

- способностью применять современные приборы и методы исследования, планировать, организовывать и проводить эксперименты и испытания, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-3);

- готовностью к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации (ПК-5).

Знать:

- современные методы, используемые при проведении научных исследований в области реализации принципов энерго- и ресурсосбережения и основные этапы выполнения научно-исследовательской работы;

- основные методы модификации полимеров для эффективного регулирования их свойств.

Уметь:

- применять полученные знания для системного и комплексного проведения научных исследований по ресурсосбережению и повышению эффективности в области профессиональной деятельности;

- научно обосновать выбор оптимального способа и условий формования изделий из конкретного полимера с минимальным расходом энергии и сырья.

Владеть:

- приемами обработки, анализа, интерпретации и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов ;

- приемами научного подхода к выбору и оптимизации технологических параметров для получения изделий, соответствующих требованиям конструкторской документации, с минимальными затратами энергии и сырья.

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Перспективы расширения ассортимента полимерных изделий за счет создания новых материалов и технологических процессов

Введение. Задачи и содержание курса «Технологическое и аппаратурное оформление процессов переработки полимеров». Совершенствование структуры производства и применения полимеров со специальными свойствами.

1.1. Основные технологические процессы переработки пластмасс. Современное состояние промышленности переработки пластмасс. Перспективы расширения ассортимента полимерных изделий за счет создания новых материалов и технологических процессов.

Основные технологические процессы переработки пластмасс, используемые в настоящее время. Факторы, ограничивающие возможность применения традиционных методов переработки. Роль и место полимеров на рынке современных промышленных материалов. Перспективы развития промышленности переработки пластмасс. Представление о методологии создания технологических

процессов переработки пластмасс. Взаимосвязь научных исследований, проектирования и строительства предприятий. Перспективы расширения ассортимента полимерных изделий за счёт создания новых материалов и технологических процессов.

1.2. Основы получения биоразлагаемых полимерных материалов. Комбинированные полимерные изделия.

Основные типы биоразлагаемых полимеров. Основные направления развития технологий получения биоразлагаемых полимеров. Факторы, ведущие к деградации полимеров в природных условиях. Биоразлагаемые пластические массы на основе природных полимеров. Методы ускорения биодegradации традиционных пластиков. Проблемы переработки и эксплуатации биоразлагаемых пластических масс. Отличия технологических и физико-механических свойств биоразлагаемых пластиков от традиционных полимерных материалов. Задачи, решаемые путём совмещения различных полимерных и неполимерных материалов в одном изделии. Проблемы, возникающие при совмещении различных материалов и методы их решения. Пути совершенствования комбинированных полимерных изделий. Технологии получения комбинированных изделий. Многослойные плёнки. Металлопластиковые и многослойные трубы.

Раздел 2. Переработка полимерных отходов

2.1. Изделия из вторичного полимерного сырья. Перспективные технологии сортировки полимерных отходов.

Факторы, препятствующие увеличению доли изделий из вторичного полимерного сырья. Экологическая и экономическая составляющие процесса вторичной переработки. Проблема сортировки отходов и выделения из них полимерной фракции. Перспективные технологии сортировки полимерных отходов. Особенности оборудования для переработки вторичных пластиков.

2.2. Особенности технологии переработки вторичных полимерных отходов.

Особенности технологии переработки вторичных полимерных материалов. Загрязнение, деструкция, санитарные и экологические требования к таким материалам. Пути повышения эффективности процессов переработки полимерных отходов. Глубокая переработка отходов с деполимеризацией содержащегося в отходах полимера.

4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы | В зачетных единицах | В академ. часах | В астроном. часах |
|--|------------------------|-----------------|-------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану | 3 | 108 | 81 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 1,42 | 51 | 38,25 |
| Лекции (Лек) | 0,45 | 16 | 12 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,97 | 35 | 26,25 |
| Самостоятельная работа (СР): | 1,57 | 56,6 | 42,45 |
| Контактная самостоятельная работа | — | — | — |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | 1,57 | 56,6 | 42,45 |
| Зачет с оценкой | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Вид контроля: | Зачет с оценкой | | |

Аннотация рабочей программы дисциплины

«Научные основы получения полимеров со специальными свойствами» (Б1.В.ДВ.02.02.02)

1. Цель дисциплины – формирование углубленных знаний о современных методах синтеза и технологии производства современных полимерных материалов со специальными свойствами.

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

Обладать следующими профессиональными (ПК) компетенциями:

- способностью формулировать задачи в области химической технологии для самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы, разрабатывать планы их реализации и задания для исполнителей (ПК-1);

- способностью к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи (ПК-2);
- способностью применять современные приборы и методы исследования, планировать, организовывать и проводить эксперименты и испытания, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-3);
- готовностью к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации (ПК-5).

Знать:

- основы и принципы разработки и интерпретации моделей по вопросам технологии полимерных композиционных материалов
- основные классы полимеров, обладающих определёнными специальными свойствами (огнестойкостью, термостойкостью, стойкостью к УФ-облучению, биоразлагаемые полимеры);
- знать основные технологические процессы производства полимеров со специальными свойствами;
- основные методы модификации полимеров для эффективного регулирования их свойств

Уметь:

- применять теоретические знания для предсказания поведения полимеров и материалов на их основе под воздействием различных факторов;
- объяснять основные процессы, протекающие при воздействии на полимеры различных факторов с целью их модификации;
- определять влияние важнейших технологических параметров на физико-механические показатели;
- делать качественные выводы из количественных данных.

Владеть:

- современными теоретическими представлениями химии и технологии полимеров и полимерных материалов специального назначения;
- методами описания и оценки технологий производства полимеров со специальными свойствами;
- методами использования комплексного подхода при выборе методов определения свойств полимерных материалов;
- механизмами оценки новейших технологий при производстве полимеров со специальными свойствами.

3. Краткое содержание дисциплин

Раздел 1. Модификация полимеров как метод создания полимерных материалов с широким спектром химических и физико-механических свойств

Введение. Задачи и содержание курса «Научные основы получения полимеров со специальными свойствами». Совершенствование структуры производства и применения полимеров со специальными свойствами.

1.1. Химическая и структурная модификации полимеров

Модификация в процессе синтеза полимера. Повышение устойчивости полимера к УФ-облучению его модификацией во время синтеза. Упрочнение полимера при его одно-или двухосном ориентировании в высокоэластическом состоянии. Модификация полимеров низкомолекулярными веществами. Модификация олигомеров олигомерами (модификация эпоксидных олигомеров фенол-формальдегидными смолами). Комбинированная химическая модификация полимеров с целью создания физиологически активных полимеров.

1.2. Интерполимеры как самостоятельный класс полимеров. Методы синтеза интерполимеров

Методы синтеза интерполимеров. Анализ процесса химического взаимодействия двух разнородных полимеров. Вынужденная совместимость полимеров. Получение интерполимеров с повышенными физико-механическими свойствами (на основе поливинилхлорида и полистирола, хлорсульфированного полиэтилена и полиамида, хлорсульфированного полиэтилена и эпоксидных олигомеров). Механизм действия компатибилизаторов.

1.3. Методы модификации полимеров в процессе их переработки с целью создания материалов со специальными свойствами

Пластифицирование, вулканизация, наполнение, введение реакционноспособных модификаторов в процессе переработки полимеров для придания материалам специальных свойств. Влияние технологических факторов на структуру и свойства полимерных материалов.

Раздел 2. Термо- и терmostойкие полимеры

2.1. Терmostойкие карбоцепные, гетероцепные, гетероциклоцепные полимеры

Тенденции развития области терmostойких полимеров и её состояние.

Технология получения, свойства и применение терmostойких карбоцепных полимеров (полиуглеводороды, полигалоидоуглеводороды, карбоциклоцепные полимеры).

Технология получения, свойства и применение терmostойких гетероцепных и гетероциклоцепных полимеров.

Методы модификации крупнотоннажных полимеров с целью повышения их терmostойкости.

2.2. Элементорганические и неорганические полимеры

Элементорганические полимеры: борорганические, кремнийорганические, фосфоросодержащие, металлосоодержащие.

Неорганические гомоцепные полимеры (полисиланы, полигерманы, карбин) и неорганические гетероцепные полимеры (ситаллы, карбиды, нитриды).

2.3. Методы определения терmostойкости и терmostойкости полимеров

Методы определения терmostойкости и терmostойкости полимеров. Влияние строения звена и макромолекулы полимера на его устойчивость к действию высоких температур, окислению и гидролизу при высоких температурах. Температурные характеристики терmostойкости полимеров.

Раздел 3. Биоразлагаемые полимеры

3.1. Классификация, основные характеристики и способы получения биоразлагаемых полимеров

Характеристики основных биоразлагаемых ПМ: исходное сырьё, методы получения, свойства применение, переработка. Полимеры на основе производных полимолочной кислоты, поликапролактама, целлюлозы, полигидроксиалканоатов, лигнина. Производство пластиков из природных полимеров посредством механической или химической обработки (полимеры, получаемые из деструктурированного крахмала).

Производство полимеров биотехнологическим способом из возобновляемых источников сырья (синтез термопластических алифатических полиэфиров ферментацией сахаров).

Химический синтез полимеров из мономеров, получаемых путем биотехнологического превращения возобновляемых источников сырья (использование молочной кислоты для производства полимолочной кислоты).

Биокомпозиционные материалы: принципы создания и области применения. Использование биокомпозиционных материалов в клеточной и тканевой биоинженерии, в качестве матриц для систем контролируемой доставки лекарственных средств в организм человека, в сердечно-сосудистой и челюстно-лицевой хирургии, ортопедии.

3.2. Основы процесса биоразложения полимерных материалов

Основы процесса биоразложения полимерных материалов. Аэробное разложение, анаэробное разложение, биологическое разложение полимеров. Окисление и гидролиз полимеров. Разрушение материала под действием тепла и УФ-излучения.

Влияние химической структуры полимера на способность к биоразложению.

Раздел 4. Полимеры с пониженной горючестью

4.1. Синтез негорючих полимеров, модификация полимеров с целью снижения их горючести

Синтез негорючих полимеров, модификация полимеров с целью снижения их горючести, применение антипиренов, механизм их действия. Критерии эффективности антипиренов.

4.2. Химические аспекты снижения горючести полимерных композиционных материалов и дымовыделения при их горении

Общие тенденции в области синтеза полимеров пониженной горючести.

Теория самовоспламенения и воспламенения полимеров. Химические процессы в конденсированной и газовой фазах. Гетерогенное окисление углерода.

Экспериментальные методы исследования горения полимеров. Определение кислородного индекса.

4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы | В зачетных единицах | В академ. часах | В астроном. часах |
|--|------------------------|-----------------|-------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану | 3 | 108 | 81 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 1,42 | 51 | 38,25 |
| Лекции (Лек) | 0,45 | 16 | 12 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,52 | 19 | 14,25 |
| Лабораторные работы (Лаб) | 0,45 | 16 | 12 |
| Самостоятельная работа (СР): | 1,57 | 56,6 | 42,45 |
| Контактная самостоятельная работа | — | — | — |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | 1,57 | 56,6 | 42,45 |
| Зачет с оценкой: | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Вид контроля: | Зачет с оценкой | | |

Аннотация рабочей программы дисциплины

«Тенденции развития технологий переработки пластмасс» (Б1.В.ДВ.02.03.03)

1. Цель дисциплины – формирование знаний об особенностях технологического и аппаратурного оформления современных процессов производства изделий из полимерных материалов, взаимосвязи свойств полимеров с технологическими параметрами процессов их переработки в изделия, обучение инженерному мышлению и использованию знаний в практической деятельности.

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

Обладать следующими профессиональными (ПК) компетенциями:

- способностью осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действия (УК-1);

- готовностью к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по - способностью формулировать задачи в области химической технологии для самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы, разрабатывать планы их реализации и задания для исполнителей (ПК-1);

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

- способностью применять современные приборы и методы исследования, планировать, организовывать и проводить эксперименты и испытания, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-3);

- готовностью к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации (ПК-5).

Знать:

- методы анализа проблемных ситуаций на основе системного подхода;

- теорию эксперимента в области своей профессиональной направленности и методики анализа явлений и процессов.

Уметь:

- осуществлять поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации

- определять в рамках выбранного алгоритма вопросы или задачи, подлежащие дальнейшей разработке.;

- применять информационно-коммуникационные технологии для сбора, структурирования и анализа информации и программно-информационные комплексы для проведения научно-исследовательских работ.

Владеть:

- навыками соотнесения результатов собственной научной работы с отечественным и зарубежным опытом по тематике исследования;

- приемами обработки, анализа и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов;

- приемами оценки материальных, кадровых и временных ресурсов, необходимых для научного исследования.

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Перспективы расширения ассортимента полимерных изделий за счет создания новых материалов и технологических процессов.

Введение. Задачи и содержание курса «Тенденции развития технологий переработки пластмасс». Совершенствование структуры производства и применения полимеров со специальными свойствами.

1.1. Основные технологические процессы переработки пластмасс. Современное состояние промышленности переработки пластмасс. Перспективы расширения ассортимента полимерных изделий за счет создания новых материалов и технологических процессов.

Основные технологические процессы переработки пластмасс, используемые в настоящее время. Факторы, ограничивающие возможность применения традиционных методов переработки. Роль и место полимеров на рынке современных промышленных материалов. Перспективы развития промышленности переработки пластмасс. Представление о методологии создания технологических процессов переработки пластмасс. Взаимосвязь научных исследований, проектирования и строительства предприятий. Перспективы расширения ассортимента полимерных изделий за счёт создания новых материалов и технологических процессов.

1.2. Основы получения биоразлагаемых полимерных материалов. Комбинированные полимерные изделия.

Основные типы биоразлагаемых полимеров. Основные направления развития технологий получения биоразлагаемых полимеров. Факторы, ведущие к деградации полимеров в природных условиях. Биоразлагаемые пластические массы на основе природных полимеров. Методы ускорения биodeградации традиционных пластиков. Проблемы переработки и эксплуатации биоразлагаемых пластических масс. Отличия технологических и физико-механических свойств биоразлагаемых пластиков от традиционных полимерных материалов. Задачи, решаемые путём совмещения различных полимерных и неполимерных материалов в одном изделии. Проблемы, возникающие при совмещении различных материалов и методы их решения. Пути совершенствования комбинированных полимерных изделий. Технологии получения комбинированных изделий. Многослойные плёнки. Металлопластиковые и многослойные трубы.

Раздел 2. Переработка полимерных отходов.

2.1. Изделия из вторичного полимерного сырья. Перспективные технологии сортировки полимерных отходов.

Факторы, препятствующие увеличению доли изделий из вторичного полимерного сырья. Экологическая и экономическая составляющие процесса вторичной переработки. Проблема сортировки отходов и выделения из них полимерной фракции. Перспективные технологии сортировки полимерных отходов. Особенности оборудования для переработки вторичных пластиков.

2.2. Особенности технологии переработки вторичных полимерных отходов.

Особенности технологии переработки вторичных полимерных материалов. Загрязнение, деструкция, санитарные и экологические требования к таким материалам. Пути повышения эффективности процессов переработки полимерных отходов. Глубокая переработка отходов с

деполимеризацией содержащегося в отходах полимера.

4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы | В зачетных единицах | В академ. часах | В астроном. часах |
|--|---------------------|-----------------|-------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану | 3 | 108 | 81 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 1,42 | 51 | 38,25 |
| Лекции (Лек) | 0,45 | 16 | 12 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,52 | 19 | 14,25 |
| Лабораторные работы (Лаб) | 0,45 | 16 | 12 |
| Самостоятельная работа (СР): | 0,58 | 21 | 15,75 |
| Контактная самостоятельная работа | — | — | — |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | 0,58 | 21 | 15,75 |
| Экзамен | 1 | 36 | 27 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 1 | 0,4 | 0,3 |
| Подготовка к экзамену | | 35,6 | 26,7 |
| Вид контроля: | Экзамен | | |

Аннотация рабочей программы дисциплины

«Физико-химические модификации и направленное регулирование свойств полимеров при переработке» (Б1.В.ДВ.02.02.04)

1. Цель дисциплины – использование полученных знаний для разработки промышленных технологии получения полимерных материалов.

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

Обладать следующими профессиональными (ПК) компетенциями:

- готовностью к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по - способностью формулировать задачи в области химической технологии для самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы, разрабатывать планы их реализации и задания для исполнителей (ПК-1);

- способностью применять современные приборы и методы исследования, планировать, организовывать и проводить эксперименты и испытания, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-3);

- способностью формулировать и реализовывать цели и задачи исследований и разработок в области технологий полимеров, композиционных материалов и покрытий (ПК-4).

- готовностью к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации (ПК-5).

Знать:

- основы физико-химических процессов модификации полимерных материалов;

- основные свойства полимерных материалов;

- принципы направленного регулирования свойств полимерных материалов;

Уметь:

- прогнозировать основные свойства модифицированных полимерных материалов;

- выбирать оптимальные типы полимера-матрицы, модификатора и метода получения для получения полимерных материалов с заданными свойствами;

- разрабатывать технологический процесс получения модифицированных полимерных материалов.

Владеть:

- навыками систематизации литературных данных для выбора наиболее актуального направления развития научно-исследовательских и технологических работ;

- общими принципами выбора компонентов для получения полимерных материалов с заданными свойствами;
- методами контроля свойств полимерных материалов.
- навыками разработки технологических процессов в лабораторных и производственных условиях.

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Повышение термостойкости полимерных материалов

Введение. Цели и способы физической модификации полимеров. Общие представления о деструктивных процессах в полимерах в свете квантовой физики и химической термодинамики.

Термоокислительная деструкция, ее характер и механизм. Особенности термоокисления основных типов полимеров. Уравнения важнейших реакций. Пути стабилизации и основные классы стабилизаторов. Синергизм.

Термическая деструкция. Характер процессов и влияние на свойства. Стабилизация полимеров различного строения.

Фотохимическая и радиационная деструкция. Влияние химического строения, температуры, интенсивности облучения. Существующие подходы к стабилизации и важнейшие классы стабилизаторов.

Деструкция, инициированная механическим воздействием. Основное уравнение механокрекинга, возможные пути использования этого явления.

Связь деструктивных процессов с особенностями структуры; структурная стабилизация. Процессы структурирования и условия их протекания. Деструкция в процессах переработки и эксплуатации полимеров. Старение полимеров. Стабилизация полимеров в процессах переработки и эксплуатации.

Раздел 2. Модификация полимеров каучуками и пластификаторами

Смеси полимеров. Совместимость смесей полимеров. Свойства смесей полимеров. Особенности модификации полимеров каучуками. Динамическая вулканизация каучуков.

Пластификация полимеров. Структурная и молекулярная пластификация. Правило Журкова и правило Каргина-Малинского.

Раздел 3. Физическая модификация полимеров

Формирование свойств термопластичных полимеров в процессах стеклования и кристаллизации; роль надмолекулярных структур. Остаточные напряжения и их проявление. Методы регулирования структуры и свойств в процессах переработки термопластов. Регулирование структуры и свойств полимеров модифицированием малыми добавками низкомолекулярных соединений, олигомеров или полимеров.

Наполнение полимеров. Влияние наполнителей на свойства термопластов и реактопластов.

Структурирование каучуков и отверждение олигомеров. Отверждающие и вулканизирующие системы. Стадии процесса отверждения. Пространственная сетка и методы ее оценки. Релаксационные свойства структурированных систем. Остаточные напряжения и пути их снижения. Методы регулирования свойств сшитых полимеров в процессах переработки.

Радиационное сшивание полимеров различного строения, его преимущества и недостатки.

Раздел 4. Основные принципы отбора полимеров для их практического применения

Принципы оценки применимости полимеров на основе анализа их физико-химических и эксплуатационных характеристик. Полимеры и полимерные материалы. Важнейшие задачи, решаемые в результате использования полимеров. Анализ данных, устанавливающих взаимосвязь химического состава и строения, физического состояния полимеров с их тепло-, термо-, огнестойкостью.

4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы | В зачетных единицах | В академ. часах | В астроном. часах |
|--|---------------------|-----------------|-------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану | 3 | 108 | 81 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 1,42 | 51 | 38,25 |
| Лекции (Лек) | 0,45 | 16 | 12 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,52 | 19 | 14,25 |
| Лабораторные работы (Лаб) | 0,45 | 16 | 12 |
| Самостоятельная работа (СР): | 0,58 | 21 | 15,75 |
| Контактная самостоятельная работа | — | — | — |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | 0,58 | 21 | 15,75 |
| Экзамен | 1 | 36 | 27 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 1 | 0,4 | 0,3 |
| Подготовка к экзамену | | 35,6 | 26,7 |
| Вид контроля: | Экзамен | | |

**Аннотация рабочей программы дисциплины
«Экология, энерго- и ресурсосбережение в технологии переработки полимеров»
(Б1.В.ДВ.02.02.05)**

1. Цель дисциплины – формирование у магистрантов знаний и компетенций в области теории и практики осуществления совокупности мер по эффективному использованию энерго- и ресурсосберегающих технологий; а также ознакомление с методами, процессами, комплексом организационно-технических мероприятий, сопровождающих все стадии жизненного цикла продукции из пластмасс, направленных на рациональное использование и экономное расходование материальных и энергетических ресурсов.

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

Обладать следующими профессиональными (ПК) компетенциями:

- готовностью к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по - способностью формулировать задачи в области химической технологии для самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы, разрабатывать планы их реализации и задания для исполнителей (ПК-1);

- способностью применять современные приборы и методы исследования, планировать, организовывать и проводить эксперименты и испытания, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-3);

- способностью формулировать и реализовывать цели и задачи исследований и разработок в области технологий полимеров, композиционных материалов и покрытий (ПК-4).

- готовностью к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации (ПК-5).

Знать:

- комплекс свойств современного марочного ассортимента полимерных материалов (термопластов и реактопластов)

- основные принципы рационального выбора полимерных материалов для изготовления изделий с применением ресурсосберегающих технологий;

- основные принципы рационального конструирования изделий из пластмасс:

- современные ресурсо- и энергосберегающие технологии производства изделий из пластмасс, получаемых различными методами переработки.

- современную систему образования пластмассовых отходов и её управление,

- стадии обращения пластмассовых отходов (сбор, сортировка),

- современные технологии и оборудование переработки пластмассовых отходов,

- инновации в технологиях и оборудовании для переработки пластмассовых отходов.

Уметь:

– выбирать марку полимерного материала для производства изделия хорошего качества с минимальным расходом сырья;

– выбирать рациональную конструкцию изделия;

– подбирать технологический процесс производства изделий из пластмасс с минимальными энергозатратами

- применять современные технологии и оборудование для переработки пластмассовых отходов

Владеть:

- современными теоретическими и практическими представлениями о ресурсосбережении на всех стадиях технологического цикла изготовления и реализации изделий из пластмасс;

– методами выбора рациональных энергосберегающих технологий;

– современными представлениями об утилизации пластмассовых отходов.

3. Краткое содержание дисциплин

Раздел 1. Материальные и энергетические ресурсы. Классификация ресурсосбережения в переработке пластмасс.

Определение ресурсов. Структура ресурсов. Определение и рассмотрение видов материальных и энергетических ресурсов в переработке и применении пластмасс. Классификация ресурсосбережения по видам ресурсов: материалосбережение, энергосбережение.

1.1. Основные аспекты нормирования расходов материальных и энергоресурсов.

Ресурсосбережение, эффективный фактор снижения себестоимости выпускаемой продукции. Типовые примеры норм расхода полимерного сырья в производстве изделий из пластмасс различными методами переработки пластмасс. Учёт норм расхода энергии при производстве изделий из пластмасс различными методами переработки.

1.2. Ресурсосбережение материалов в переработке пластмасс

Ресурсосбережение за счет рационального выбора полимерных материалов и конструкции изделия, за счет вторичной переработки полимерных материалов. Модификация отходов полимерных материалов.

Комплекс мер, направленных на решение вопросов утилизации пластмассовых отходов и изделий, бывших в употреблении. Основные факторы, влияющие на объёмы пластмассовых изделий: система образования отходов и её управление

Раздел 2. Решение проблем энерго – и ресурсосбережения в технологиях и оборудовании для переработки пластмасс в изделия способами литья под давлением, экструзии, термоформования, прессованиям.

2.1. Энергопотребление в современных линиях для экструзии плёнок, листов, труб. Экономные системы охлаждения экструзионных линий.

Рассматривается энергопотребление современной линией для экструзии труб, новая система охлаждения для экструзии труб, схематичное представление системы охлаждения в технологической схеме производства труб, работающей по принципу противотока.

2.2. Энергоэффективность работы литьевых машин за счёт использования электрической энергии. Энергосбережение за счёт использования технологического тепла для обогрева производственных и офисных помещений.

Рассматриваются вопросы энергосбережения в полностью электрических литьевых машинах. Приводятся сравнительные примеры использования энергозатрат при производстве изделий на полностью электрических и гидравлических машинах.

Использование технологического тепла, выделяемого при переработке пластмасс для обогрева производственных и офисных помещений.

Рассматриваются проекты и принципиальная схема использования системы охлаждения литьевого пластмассового цеха для отвода тепла для обогрева производственных и прилегающих офисных помещений.

Раздел 3. Технологии и оборудование для получения вторичных полимерных ресурсов. Виды полимерных отходов.

3.1. Стадии обращения пластмассовых отходов: сбор, сортировка.

Автоматизированный метод сортировки полимерного сырья из бытовых и промышленных отходов.

Источники образования отходов полимерных материалов в различных технологических процессах переработки, пути их минимизации.

Рассматриваются источники отходов пластмасс в соответствии с Федеральным Законом РФ. Стратегии управления отходами. Структура полимерных отходов потребления и их доля в общей массе отходов. Виды полимерных материалов и отходов потребления. Ценообразование по стадиям переработки полимерных отходов.

Стадии обращения пластмассовых отходов: сбор, сортировка, переработка. Подробно представляется автоматизированный метод сортировки полимерного сырья из бытовых и промышленных отходов.

Этапы обращения с полимерными отходами как статьи затрат на формирование себестоимости вторичной продукции. Структура потребления полимерных отходов. Примеры потребления полимерных отходов. Понятие технологических полимерных отходов и пластмассовых изделий, бывших в употреблении. Смешанные и бытовые отходы.

3.2. Блок-схемы методов переработки различных полимерных отходов (технологических, полигонных, бывших в употреблении изделий и т.д.). Основные направления и технологии переработки вторичных полимеров. Технологии и оборудование для получения вторичных полимерных ресурсов.

Блок-схемы переработки различных видов полимерных отходов. Общая схема методов вторичной переработки полимерных отходов.

Безотходные технологии и оборудования процесса переработки ПЭТ («из бутылки в бутылку»). Требования к вторичному сырью, основные особенности технологии и аппаратурного оформления процесса.

Вторичная переработка ПЭТ с созданием на его основе нанокompозитных материалов и сополиэфиров.

Метод химической модификации вторичного ПЭТ посредством введения небольших количеств (от 0,5 до 3 %) в основной полимер в процессе его переработки удлинителей цепи. Модификация ПЭТ нанонаполнителями – алюмосиликатными глинами. Метод перезтерификации вторичного ПЭТ ди- и триэтиленгликолем в целях получения низкоплавких сополиэфиров. Применение модифицированного вторичного ПЭТ.

Переработка отходов ПВХ линолеума методом упруго-вязкого измельчения

Способ сдвигового высокотемпературного упруго-вязкого измельчения. Аппаратурное оформление: специальные установки – роторные диспергаторы.

Технологическая схема процесса.

Растворный метод переработки загрязнённых комбинированных отходов ПВХ. Принципиальная схема растворного метода переработки комбинированных отходов ПВХ ВИНИЛУП.

Переработка комбинированных и смешанных отходов полимеров.

Переработка комбинированных и смешанных отходов полимеров.

Технология и оборудование для изготовления жидкого/дизельного топлива путём фракционированной деполимеризации комбинированных и смешанных отходов полимеров методом «Кливия».

Методы интрузии и фильтрации расплава для переработки смешанных отходов.

Метод интрузии для производства изделий из комбинированных многокомпонентных и смешанных загрязнённых бытовых и промышленных отходов. Технология и оборудование для производства относительно толстостенных строительных изделий (доски, панели, стержни и др.)

Метод фильтрации расплава в экструзионной установке для переработки смешанных отходов. Выделение целевых компонентов фильтрацией расплава смешанных отходов в экструзионной

установки. Выход полимерного продукта с более низкой температурой плавления. Технология и оборудование процесса.

4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы | В зачетных единицах | В академ. часах | В астроном. часах |
|--|------------------------|-----------------|-------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану | 3 | 108 | 81 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 1,42 | 51 | 38,25 |
| Лекции (Лек) | 0,47 | 17 | 12,75 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,95 | 34 | 25,5 |
| Самостоятельная работа (СР): | 1,57 | 56,6 | 42,45 |
| Контактная самостоятельная работа | — | — | — |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | 1,57 | 56,6 | 42,45 |
| Зачет с оценкой: | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Вид контроля: | Зачет с оценкой | | |

**Аннотация рабочей программы дисциплины
«Полимерные композиционные материалы» (Б1.В.ДВ.02.03.01)**

1. Цель дисциплины – получение знаний по проблемам формирования структуры и свойств композиционных материалов и привитие навыков и умений выбора и разработки эффективных технологических процессов производства изделий из композиционных материалов.

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

Обладать следующими профессиональными (ПК) компетенциями:

- готовностью к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по - способностью формулировать задачи в области химической технологии для самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы, разрабатывать планы их реализации и задания для исполнителей (ПК-1);

- способностью применять современные приборы и методы исследования, планировать, организовывать и проводить эксперименты и испытания, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-3);

- способностью формулировать и реализовывать цели и задачи исследований и разработок в области технологий полимеров, композиционных материалов и покрытий (ПК-4).

Знать:

- основные типы и характеристики современных компонентов композиционных материалов и способов их сочетания;

- основные виды композиционных материалов конструкционного и функционального назначения; требования к композиционным материалам для различных условий эксплуатации;

- традиционные и прогрессивные методы формования изделий из композиционных материалов; особенности технологических процессов производства полуфабрикатов волокнистых композитов, заготовок и изделий из них;

- основные технологические схемы процессов изготовления армирующих компонентов;

Уметь:

- определять физические и механические свойства композиционных материалов при различных видах испытаний;

- выбирать композиционные материалы для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности изделий;

- выбирать необходимые технологические процессы изготовления композиционных материалов, исходя из требуемых эксплуатационных свойств;

Владеть:

- основами расчета физико-механических свойств композиционного материала в зависимости от свойств компонентов;

- навыками самостоятельного выбора композиционных материалов для заданных условий эксплуатации;

- навыками составления и использования традиционных и новых технологических процессов получения композиционных материалов.

3. Краткое содержание дисциплин

Раздел 1. Теоретические основы конструирования композиционных материалов и основы теории межфазного взаимодействия

Введение. Задачи и содержание курса «Полимерные композиционные материалы».

1.1 Тенденции и пути создания перспективных композиционных материалов.

Роль перспективных композиционных материалов в обеспечении высокого качества, эффективности и надежности ракетно-космической, авиационной и другой техники. Функциональные полимерные композиционные материалы. Модификация существующих композиционных материалов. Решение вопросов экологически чистого производства, экономической целесообразности, снижения стоимости материалов и процессов производства, организации работы по совершенствованию разрабатываемых изделий из перспективных композиционных материалов, а

также по унификации выпускаемой продукции и их соответствию международным стандартам. Создание перспективных КМ многофункциональных по своему назначению, с обеспечением разноплановых требований в едином материале.

1.2. Межфазное взаимодействие в композиционных материалах.

Межфазное взаимодействие в композиционных материалах. Термодинамическая и кинетическая совместимости компонентов композиционного материала. Виды межфазного взаимодействия. Влияние поверхности раздела на прочность и характер разрушения композиционного материала. Типы связей между компонентами.

Раздел 2. Основы технологии получения компонентов композиционных материалов

2.1. Дисперсно-упрочненные композиционные материалы.

Основные виды композиционных материалов на основе полимерных матриц: особенности получения, свойства, области применения. Общая характеристика дисперсно-упрочненных композиционных материалов и механизм упрочнения. Ознакомление с аппаратурным оформлением процессов переработки армированных и дисперсионнонаполненных полимерных композитов.

2.2. Основные технологические процессы получения полимерных композиционных материалов. Армированные композиционные материалы. Основные технологические процессы получения полимерных композиционных материалов. Получение заготовок для полимерных композиционных материалов в виде препрегов. Повышение упругопрочностных свойств путем совершенствования структуры волокон. Стабилизация упругопрочностных свойств в широком температурном диапазоне. Перспективные пековые углеволокна. Перспективы создания органических волокон. Совершенствование существующих волокон путем модификации состава. Повышение упругопрочностных свойств. Создание принципиально новых полимерных волокнообразующих систем для получения на их основе органические волокна. Ориентированное ультравысокомодульное полиэтиленовое волокно. Направление по созданию высокотеплостойких полимерных волокон.

Раздел 3. Методы получения современных композиционных материалов

3.1. Гибридные композиционные материалы с регулируемыми упруго-прочностными свойствами. Перспективное направление развития современного материаловедения – создание гибридных материалов. Принцип аддитивности. Органостеклопластики и углеборопластики. Сочетание разномодульных волокон: углестекло-, углеоргано-, боростекло-, бороорганопластики. Сочетание титана и углестеклопластика.

3.2. Градиентные композиционные материалы. Пространственная неоднородность структуры и свойств. Регулируемое изменение упругопрочностных свойств материалов по сечению с целью создания конструкции с высоким весовым совершенством. Неоднородность структуры и свойств покрытий по сечению с целью обеспечения нижних слоев сильным адгезионным взаимодействием к подложке, а верхних слоев – стойкостью к внешним воздействиям, в том числе и к экстремальным. Наноконпозиционные полимерные материалы: особенности получения, структуры и свойств.

4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы | В зачетных единицах | В академ. часах | В астроном. часах |
|--|------------------------|-----------------|-------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану | 3 | 108 | 81 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 1,42 | 51 | 38,25 |
| Лекции (Лек) | 0,45 | 16 | 12 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,97 | 35 | 26,25 |
| Самостоятельная работа (СР): | 1,57 | 56,6 | 42,45 |
| Контактная самостоятельная работа | — | — | |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | 1,57 | 56,6 | 42,45 |
| Зачет с оценкой: | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Вид контроля: | Зачет с оценкой | | |

**Аннотация рабочей программы дисциплины
«Наполнители и армирующие элементы полимерных композиционных материалов»
(Б1.В.ДВ.02.03.02)**

1. Цель дисциплины – состоит в формировании у обучающихся углубленных знаний о свойствах и структуре наполнителей для полимерных композиционных материалов и методах управления процессами на границе раздела фаз полимерное связующее - наполнитель.

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

Обладать следующими профессиональными (ПК) компетенциями:

способностью формулировать задачи в области химической технологии для самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы, разрабатывать планы их реализации и задания для исполнителей (ПК-1);

- способностью применять современные приборы и методы исследования, планировать, организовывать и проводить эксперименты и испытания, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-3);

- способностью формулировать и реализовывать цели и задачи исследований и разработок в области технологий полимеров, композиционных материалов и покрытий (ПК-4).

- готовностью к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации (ПК-5).

Знать:

- классификацию полимерных композиционных материалов;

- свойства компонентов ПКМ;

- области применения, особенности структуры и свойств композиционных материалов;

- основы теории адгезии в системах твердое тело - твердое тело и твердое тело-жидкость;

- особенности взаимодействия жидких связующих с наполнителями в зависимости от уровня термодинамического сродства между ними;

Уметь:

- определять технологические свойства полимерных связующих;

- анализировать влияние параметров получения полимерных композиционных материалов на их физико-механические свойства;

- применять полученные знания при разработке мероприятий по повышению эффективности производства полимерных композиционных материалов.

- применять теоретические знания для предсказания поведения полимерных композиционных материалов под воздействием различных факторов;

- объяснять основные процессы, протекающие при переработке полимерных композиционных материалов;

Владеть:

- информацией в областях производства и применения наполнителей для полимерных композиционных материалов,

- методами контроля наполнителей для полимерных композиционных материалов;

- современными теоретическими представлениями химии и технологии в области регулирования свойств на границе раздела фаз связующее - наполнитель;

- основными подходами в моделировании структур полимерных композиционных материалов;

- методами анализа и контроля процессов модификации наполнителей для полимерных композиционных материалов.

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Основные виды наполнителей и наполненных полимерных материалов

Введение. Задачи и содержание курса «Наполнители и армирующие элементы полимерных композиционных материалов».

1.1. Основные характеристики наполнителей. Дисперсные наполнители: физико-механические, электротехнические, теплофизические, оптические характеристики. Назначение наполнителя. Основные требования. Классификация. Особенности структуры и свойств. Роль

наполнителей в формировании свойств ПКМ. Минеральные дисперсные наполнители. Способы получения, физико-механические и технологические свойства. Область применения. Внутренние напряжения на границе наполнитель-матрица. Влияние смачивания связующим наполнителя на адгезионную прочность на границе раздела фаз. Селективная адсорбция. Строение нанокompозитов: фазоразделенный микрокомпозит, интеркалированный нанокompозит, эксфолиированный нанокompозит, флокулированные нанокompозиты.

1.2. Коэффициент формы частиц (коэффициент Эйнштейна). Размеры частиц наполнителей. Скорость оседания наполнителя. Расстояние между частицами наполнителя. Различия в гранулометрическом составе наполнителей. Общая удельная поверхность. Структура КМ в зависимости от состава, размеров и формы частиц наполнителя. Характеристики структуры (объемная и массовая доли компонентов, распределение размеров и параметров пространственной ориентации элементов структуры), способы описания, методы определения. Предельное заполнение объема. Зависимость среднего расстояния между частицами от объемной доли наполнителя и от размера частиц.

Раздел 2. Волокнистые наполнители. Эффективность волокон. Максимальная степень наполнения

2.1. Основные виды волокон. Стекланные элементарные волокна. Классификация, получение, физикомеханические свойства. Стекловолокнистые материалы (нити, ровинги, холсты, ткани). Способы получения. Особенности свойств. Области применения. Модифицирование поверхности наполнителя. Базальтовые волокна и волокнистые материалы. Особенности свойств и применения. Углеродные волокна, получение, классификация, структура и физико-механические характеристики. Углеродные волокнистые материалы, особенности свойств. Области применения. Элементарные синтетические волокна (арамидные, полиэтиленовые и др.), классификация. Особенности свойств. Методы получения. Область применения. Парарамидные волокна и волокнистые материалы (арселон). Свойства, перспективы применения. Волокнистые и дисперсные наполнители растительного происхождения (лен, другие растительные волокна и отходы агротехнического производства; древесные волокна и отходы переработки древесины). Особенности свойств. Области применения.

2.2. Листовые наполнители. Наполнители в виде сеток. Объемные наполнители. Однонаправленные материалы. Методы получения полуфабрикатов и изделий. Структура и свойства однонаправленных материалов и изделий. Объединение упрочняющих элементов. Типы слоистых материалов (гетинакс, текстолит, стеклотекстолит и др.). Методы получения. Свойства. Области применения. Основные техническими характеристики тканей. Схемы плетения. Прочностные показатели в зависимости от угла расположения волокон к оси нагружения. Листовые (пленочные) наполнители с заданной структурой в виде тканей различного плетения (сатиновое, саржевое, полотняное), бумаги, древесного шпона, лент, холстов, тканых ровингов, сеток и нетканых материалов для получения слоистых пластиков. Легкие, средние и тяжелые ткани различного плетения и нетканые волокнистые материалы для изготовления текстолитов. Хлопчатобумажные (бязь, миткаль, бельтинг, шифон) и синтетические ткани (вискозные, ацетатные, полиамидные, полиэфирные).

4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы | В зачетных единицах | В академ. часах | В астроном. часах |
|--|---------------------|-----------------|-------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану | 3 | 108 | 81 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 1,42 | 51 | 38,25 |
| Лекции (Лек) | 0,45 | 16 | 12 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,97 | 35 | 26,5 |
| Самостоятельная работа (СР): | 0,58 | 21 | 15,75 |
| Контактная самостоятельная работа | — | — | — |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | 0,58 | 21 | 15,75 |
| Экзамен | 1 | 36 | 27 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 1 | 0,4 | 0,3 |
| Подготовка к экзамену | | 35,6 | 26,7 |
| Вид контроля: | Экзамен | | |

Аннотация рабочей программы дисциплины

«Связующие для полимерных композиционных материалов» (Б1.В.ДВ.02.03.03)

1. Цель дисциплины – изучение технологии полимерных связующих, а также перспектив развития производства новых полимерных материалов.

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

Обладать следующими профессиональными (ПК) компетенциями:

- способностью формулировать задачи в области химической технологии для самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы, разрабатывать планы их реализации и задания для исполнителей (ПК-1);

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

- способностью применять современные приборы и методы исследования, планировать, организовывать и проводить эксперименты и испытания, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-3);

- способностью формулировать и реализовывать цели и задачи исследований и разработок в области технологий полимеров, композиционных материалов и покрытий (ПК-4).

- готовностью к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации (ПК-5).

Знать:

- основные методы производства и переработки полимерных материалов и пластмасс;

- технологические процессы получения полимеров и формования изделий из них;

- основные закономерности и принципы организации процессов производств пластмасс;

- основные принципы и методы оптимизации технологического процесса;

- методы регулирования свойств полимерных материалов и пластмасс.

Уметь:

- рассчитывать основные характеристики технологических процессов получения полимеров и изделий;

- выбирать рациональную схему производства заданных полимеров и изделий;

- осуществлять контроль над основными параметрами получения полимерных материалов и изделий из них.

Владеть:

- методами получения полимерных материалов и изделий различного назначения.

- инженерными методами расчета процессов технологии пластмасс;

- приёмами управления технологическими процессами получения полимерных материалов и изделий из них.

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Связующие на основе полимеров, получаемых реакцией полимеризации и поликонденсации

Введение. Задачи и содержание курса «Связующие для полимерных композиционных материалов».

1.1. Полимеризационные полимеры. Полимеры непредельных углеводородов. Полимеры галогенпроизводных непредельных углеводородов. Полимеры непредельных ароматических углеводородов. Полимеры производных акриловой и метакриловой кислот. Полимеры сложных виниловых эфиров.

1.2. Связующие на основе полимеров, получаемых реакцией поликонденсации. Смолы и связующие, получаемые на основе продуктов конденсации фенолов и альдегидов. Связующие на основе продуктов поликонденсации альдегидов с аминами. Сложные полиэферы и пластические массы на их основе. Полиамиды и материалы на их основе. Полиуретаны. Смолы и связующие на основе эпоксидных соединений. Смолы и связующие на основе элементоорганических соединений. Полиимиды.

Раздел 2. Связующие на основе термопластов и реактопластов

2.1. Основные технологические свойства термопластичных полимеров. Их значение для выбора метода переработки и расчета технологических параметров. Оценка текучести термопластичных полимеров.

2.2. Основные технологические свойства терморектопластов и каучуков. Текучесть терморективных связующих и скорость отверждения. Связующие с порошкообразными наполнителями. Технические каучуки и каучукоподобные полимеры. Каучуки: особенности структуры и свойств. Обработка каучука. Особенности фазовой структуры смесей. Влияние на фазовую структуру размера и формы частиц, соотношение компонентов смеси, межфазного слоя. Устойчивость смесей несовместимых полимеров. Основные свойства смесей полимеров. Модификация смесей полимеров наполнителями, пластификаторами, межфазными добавками

4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы | В зачетных единицах | В академ. часах | В астроном. часах |
|--|------------------------|-----------------|-------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану | 3 | 108 | 81 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 1,42 | 51 | 38,25 |
| Лекции (Лек) | 0,45 | 16 | 12 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,52 | 19 | 14,25 |
| Лабораторные работы (Лаб) | 0,45 | 16 | 12 |
| Самостоятельная работа (СР): | 1,57 | 56,6 | 42,45 |
| Контактная самостоятельная работа | — | — | — |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | 1,57 | 56,6 | 15,75 |
| Зачет с оценкой | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Вид контроля: | Зачет с оценкой | | |

Аннотация рабочей программы дисциплины

«Технология и оборудование получения композиционных материалов» (Б1.В.ДВ.02.03.04)

1. Цель дисциплины – формирование у обучающихся углубленных знаний о современных технологиях и оборудовании для производства изделий из полимерных материалов и композитов.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:
Обладать следующими профессиональными (ПК) компетенциями:

- способностью формулировать задачи в области химической технологии для самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы, разрабатывать планы их реализации и задания для исполнителей (ПК-1);

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

- способностью применять современные приборы и методы исследования, планировать, организовывать и проводить эксперименты и испытания, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-3);

- способностью формулировать и реализовывать цели и задачи исследований и разработок в области технологий полимеров, композиционных материалов и покрытий (ПК-4).

Знать:

- основы материаловедения многокомпонентных полимерных систем;

- технологию получения полимеров, используемых в качестве матрицы;

- принципиальные технологические схемы производств ПКМ;

- основные параметры отдельных стадий технологических процессов

- методы переработки полимерных композиционных материалов, их принципы, преимущества и ограничения;

- основные методы получения полимерных композиционных материалов

- способы эффективного регулирования свойств полимерных композиционных материалов;

Уметь:

- объяснять основные процессы, протекающие при переработке полимерных композиционных материалов;

- формулировать научно-техническую проблему в области разработки полимерных композиционных материалов;

- использовать методы получения современных полимерных композиционных полимерных материалов;

- осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по технологиям полимерных материалов;

- контролировать технологический процесс производства и переработки полимерных композиционных материалов;

- выбирать оборудование и технологическую оснастку;

- применять полученные знания для решения вопросов создания полимерных дисперсно-наполненных и армированных композиционных материалов;

- применять методы контроля качества продукции.

Владеть:

- методами анализа и контроля процессов модификации полимерных композиционных материалов;

- методами анализа и систематизации научно-технической информации по технологиям полимерных композиционных материалов;

- навыками самостоятельного проведения теоретических и экспериментальных исследований,

- способностью прогнозировать характер, свойства и область применения получаемых полимерных композиционных материалов;

- принципами выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности;

- навыками применения полимерных композиционных материалов в практической деятельности.

3. Краткое содержание дисциплин

Раздел 1. Терминология, структура и компоненты

Введение. Задачи и содержание курса «Технология и оборудование получения композиционных материалов».

1.1. Армирующие волокна, матричные системы, добавки и модификаторы, хранение, технологии изготовления полимерных композиционных материалов и их области применения.

Органические волокна. Неорганические волокна. Стекловолокнистые армирующие наполнители. Разновидности углеволокон и углетканей. Современные армирующие волокна и нити (целлюлозные, полиэфирные, параарамидные, углеродные) и волокнистые армирующие структуры (наполнителей) на их основе, особенности взаимодействия волокон с полимерными матрицами и их взаимовлияние при формировании свойств волокнистых полимерных композитов, их механические и физические свойства, изменение и принципы прогнозирования свойств при действии физических полей, активных сред и других эксплуатационных факторов. Современные армирующие химические волокна (high-performance fibers) и композиты на их основе.

1.2. Связующие для армированных пластиков. Стратегические направления развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года. Технологические требования, предъявляемые к связующему. Физико-механические свойства связующих. Современные представления о топологической организации густосетчатых полимеров. Особенности топологической структуры сетчатых полимеров.

Роль топологической структуры в процессах деформирования сетчатых полимеров. Кинетика процесса отверждения терморезактивных составов. Высокоэластическое деформирование сетчатых полимеров. Непрерывно армированные термопласты. Принципы выбора полимерных материалов для изготовления изделий.

Раздел 2. Современное состояние вопроса управления технологическим процессом изготовления препрега

2.1. Определение факторов, влияющих на изготовление препрега с заданными свойствами, управления технологическим процессом изготовления препрега.

Анализ существующих подходов и моделей к описанию процессов уплотнения пакета заготовки и пропитки связующего в армирующем наполнителе. Механо-реологические процессы, сопровождающие переработку волокнистых полуфабрикатов композиционных материалов в изделия. Процессы смачивания и пропитки в армированных пластиках. Процессы смачивания и растекания в клеевых соединениях и покрытиях. Роль поверхностных свойств твердого тела в межфазных процессах и способы их определения. Регулирование технологических процессов изготовления пластиков, клеевых соединений, покрытий модификацией олигомерных связующих различными веществами.

2.2. Совершенствование процессов получения изделий из компонентов регулированием поверхностной энергии межфазного взаимодействия. Реология пропитки волокнистых материалов расплавами термопластов и реактопластами. Улучшение технологических свойств олигомера с помощью его модификации различными соединениями. Особенности поведения эпоксидных связующих, модифицированных различными соединениями. Модификация клеев активными и неактивными на межфазной границе твердое тело/жидкость соединениями. Особенности поверхностных и межфазных свойств покрытий, модифицированных различными веществами. Управление технологическим процессом получения материалов с помощью ультразвука. Ультразвук и его применение для интенсификации ряда технологических процессов. Воздействие ультразвука на эпоксидные олигомеры и интенсификация межфазных процессов при получении полимерных композиционных материалов на их основе.

Раздел 3. Автоклавные и безавтоклавные технологии формирования полимерных композиционных материалов

3.1. Волоконная технология намотки изделий из армированных термопластов и реактопластов. Основы технологии препрегов, структура препрегов, области применения, входной контроль и хранение препрегов, требуемые вспомогательные средства, периферия, раскрой, укладка, формирование вакуума, обработка в автоклаве, регулирование автоклава, циклы отверждения, потенциальные дефекты. «Классическая» автоклавная технология для изготовления силовых деталей из полимерных композиционных материалов авиационного назначения.

3.2. Технологический процесс изготовления методом инфузии полимерных композиционных материалов. Основные технологии безавтоклавного формования конструкций из полимерных материалов: их достоинства, недостатки и области применения. Устройства и формы для реализации данных технологий изготовления деталей из полимерных композиционных материалов. Методы УФ-отверждения при вакуумном формовании. Препрегово-вакуумный способ формования, пропитка под

давлением RTM (Resin Transfer Molding), вакуумно-инфузионный VARTM (Vacuum Assisted Resin Transfer Molding) и пропитка с использованием пленочного связующего RFI (Resin Film Infusion): особенности, преимущества и недостатки. Особенности изготовления полимерных композиционных материалов методом RFI. Пленочные связующие для RFI-технологии. Особенности изготовления изделий из полимерных композиционных материалов методом пропитки под давлением.

4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы | В зачетных единицах | В академ. часах | В астроном. часах |
|--|---------------------|-----------------|-------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану | 3 | 108 | 81 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 1,42 | 51 | 38,25 |
| Лекции (Лек) | 0,45 | 16 | 12 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,52 | 19 | 14,25 |
| Лабораторные работы (Лаб) | 0,45 | 16 | 12 |
| Самостоятельная работа (СР): | 0,58 | 21 | 15,75 |
| Контактная самостоятельная работа | — | — | — |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | 0,58 | 21 | 15,75 |
| Экзамен: | 1 | 36 | 27 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 1 | 0,4 | 0,3 |
| Подготовка к экзамену | | 35,6 | 26,7 |
| Вид контроля: | Экзамен | | |

Аннотация рабочей программы дисциплины

«Технология и оборудование производства углеродных волокон» (Б1.В.ДВ.02.03.05)

1. Цель дисциплины – формирование у обучающихся углубленных знаний:

- в области современных технологий получения углеродных волокон и применяемого при этом оборудования;

- использования углеродных наполнителей для получения композиционных материалов и областях их применения;

- оценки и прогнозирования свойств углеродных наполнителей и композиционных материалов на их основе.

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

Обладать следующими профессиональными (ПК) компетенциями:

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

- способностью применять современные приборы и методы исследования, планировать, организовывать и проводить эксперименты и испытания, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-3);

- способностью формулировать и реализовывать цели и задачи исследований и разработок в области технологий полимеров, композиционных материалов и покрытий (ПК-4);

- готовностью к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации (ПК-5).

Знать:

- технологии получения прекурсоров и углеродных волокон из различных источников сырья;

- аппаратное оформление процессов получения прекурсоров и углеродных волокон;

Уметь:

- оценивать пригодность сырья для получения прекурсоров и углеродных волокон;

- оценивать эффективность технологии получения углеродных волокон;

Владеть:

- методами исследований свойств углеродных наполнителей и композиционных материалов на их основе.

3. Краткое содержание дисциплин

Раздел 1. Прекурсоры углеродных волокон

Прекурсоры углеродных волокон. Получение нефтяных и каменноугольных пеков. Влияние содержания мезофазы пеки на свойства волокон. Целлюлозное сырье для производства углеродных волокон. Полиакрилонитрил (ПАН) и его сополимеры. Другие источники сырья. Требования к исходному сырью для производства углеродных волокон. Композиционные (наномодифицированные) волокна.

Классификация углеродных волокон. Свойства углеродных волокон в зависимости от выбранного прекурсора. Морфология углеродных волокон. Влияние ориентации на морфологию и свойства прекурсоров и углеродных волокон. Дефекты атомной структуры углеродных волокон. Стабильность характеристик углеродных волокон. Достоинства и недостатки углеродных волокон, полученных из различных прекурсоров.

Раздел 2. Технологии получения прекурсоров и углеродных волокон

Получение волокон-прекурсоров из расплавов и растворов полимеров (мокрый, сухой и сухо-мокрый способы, электростатическое и гель-формование): стадии, технологические схемы и применяемое оборудование. Экономические и экологические аспекты процессов.

Получение углеродных волокон из пеков, гидратцеллюлозных волокон ПАН-волокон. Стадии процессов и сопровождающие их изменения молекулярной структуры и свойств углеродных волокон.

Раздел 3. Применение углеродных волокон

Виды и способы получения полуфабрикатов на основе углеродных волокон. Требования, предъявляемые к армирующим волокнам. Полимерные матрицы для производства углепластиков. Влияние полимерной матрицы и режима получения углепластиков на их свойства. Сравнение свойств углепластиков со свойствами других конструкционных материалов. Методы формования и области применения углепластиков.

4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы | В зачетных единицах | В академ. часах | В астроном. часах |
|--|------------------------|-----------------|-------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану | 3 | 108 | 81 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 1,42 | 51 | 38,25 |
| Лекции (Лек) | 0,45 | 16 | 12 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,52 | 19 | 14,25 |
| Лабораторные работы (Лаб) | 0,45 | 16 | 12 |
| Самостоятельная работа (СР): | 1,57 | 56,6 | 42,45 |
| Контактная самостоятельная работа | — | — | — |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | 1,57 | 56,6 | 42,45 |
| Зачет с оценкой: | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Вид контроля: | Зачет с оценкой | | |

Трек D. Технология лакокрасочные материалов и покрытий

Аннотация рабочей программы дисциплины

«Пигменты и наполнители лакокрасочных материалов» (Б1.В.ДВ.02.04.01)

1. Цель дисциплины – повышение уровня профессиональной подготовки магистров в вопросах химии, свойств и технологии пигментов и наполнителей.

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

Обладать следующими профессиональными (ПК) компетенциями:

- способностью формулировать задачи в области химической технологии для самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы, разрабатывать планы их реализации и задания для исполнителей (ПК-1);

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

- способностью применять современные приборы и методы исследования, планировать, организовывать и проводить эксперименты и испытания, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-3);

- способностью формулировать и реализовывать цели и задачи исследований и разработок в области технологий полимеров, композиционных материалов и покрытий (ПК-4);

- готовностью к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации (ПК-5).

Знать:

- основные свойства пигментов, наполнителей;

- технологические процессы получения пигментов и наполнителей;

- методы анализа пигментов.

Уметь:

- проводить анализ основных свойств пигментов, наполнителей.

Владеть:

- общими принципами выбора компонентов для получения композиционных лакокрасочных материалов в зависимости от условий их эксплуатации.

3. Краткое содержание дисциплин

Раздел 1. Основные свойства пигментов.

Изменение свойств пигментов с помощью специально вводимых добавок. Изменение свойств поверхности пигментов путем обработки их модификаторами и поверхностно-активными веществами.

Раздел 2. Способы и методы синтеза пигментов.

Синтез пигментов как направленный рост кристаллов. Управление процессом кристаллизации. Синтез пигментов осаждением из водных растворов. Типы химических реакций при синтезе пигментов осаждением из водных растворов. Основные закономерности протекающих процессов. Выделение продуктов реакции в виде нерастворимых соединений. Процессы кристаллизации из растворов. Влияние условий на рост, структуру и форму кристаллов пигментов. Синтез пигментов в твердой фазе. Типы химических реакций при синтезе пигментов твердофазным способом. Основные закономерности протекающих процессов. Структурные превращения в твердой фазе. Рекристаллизация и рост зерен. Выделение новой фазы из твердого раствора. Спекание. Синтез пигментов из газовой фазы. Синтез пигментов окислением металлов в газовой фазе. Основные закономерности протекающих процессов. Технологические способы получения пигментов. Основные стадии технологических процессов. Выпускные формы пигментов. Защита окружающей среды при производстве пигментов. Очистка сточных вод и газовых выбросов.

Раздел 3. Неорганические пигменты.

Неорганические синтетические и природные пигменты, основные представители, свойства, применение, технология получения, применяемое оборудование для синтеза пигментов.

Раздел 4. Органические пигменты.

Общая характеристика органических пигментов и пигментных лаков. Важнейшие органические пигменты, применяемые в лакокрасочной промышленности. Азо- и диазопигменты, фталоцианиновые пигменты, полициклические пигменты. Осажденные органические пигменты. Способы получения, свойства, применение, технология получения, применяемое оборудование для синтеза пигментов.

Раздел 5. Наполнители.

Общее понятие о наполнителях. Назначение и области применения наполнителей. Технология получения наполнителей и основное применяемое оборудование. Важнейшие наполнители, применяемые в лакокрасочной промышленности – карбонаты, силикаты, сульфаты, оксид. Общие методы добычи и переработки природных наполнителей. Получение основных синтетических наполнителей.

Раздел 6. Пигменты целевого назначения.

Пигменты целевого назначения, основные представители, их свойства, способы получения, применение:

- антикоррозионные пигменты;
- пигменты для противообрастающих составов;
- бактерицидные пигменты;
- пигменты для светотехнических составов;
- флуоресцирующие, фосфоресцирующие, светоотражающие пигменты;
- термостойкие и термоиндикаторные пигменты;
- пигменты-антипирены;
- пигменты для полиграфических красок;
- пигменты для художественных красок;
- блестящие пигменты (перламутровые, пигменты с металлическим эффектом).

4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы | В зачетных единицах | В академ. часах | В астроном. часах |
|--|------------------------|-----------------|-------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану | 3 | 108 | 81 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 1,42 | 51 | 38,25 |
| Лекции (Лек) | 0,45 | 16 | 12 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,97 | 35 | 26,5 |
| Самостоятельная работа (СР): | 1,57 | 56,6 | 42,45 |
| Контактная самостоятельная работа | — | — | — |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | 1,57 | 56,6 | 15,45 |
| Зачет с оценкой: | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Вид контроля: | Зачет с оценкой | | |

Аннотация рабочей программы дисциплины

«Физико-химические основы процессов формирования лакокрасочных покрытий» (Б1.В.ДВ.02.04.02)

1. Цель дисциплины – овладение магистрами следующих знаний, умений и навыков:

- формирование у магистрантов углубленных знаний о процессах формирования лакокрасочных покрытий (ЛКП), свойствах и применении лакокрасочных материалов (ЛКМ) для получения покрытий различного типа и вида;

- использование полученных знаний для разработки промышленных технологии подготовки поверхности и окраски;

- получение практических навыков применения ЛКП и прогнозирования их свойств;

- умение применять на практике при работе в области химической технологии полимерных ЛКП покрытий полученных теоретических знаний.

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

Обладать следующими профессиональными (ПК) компетенциями:

- способностью формулировать задачи в области химической технологии для самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы, разрабатывать планы их реализации и задания для исполнителей (ПК-1);

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

- способностью применять современные приборы и методы исследования, планировать, организовывать и проводить эксперименты и испытания, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-3).

Знать:

- основы физико-химических процессов пленкообразования растворов полимеров и олигомеров в органических растворителях и воде осуществляемые как с химическими превращениями, так и без них;

- структурные превращения пленкообразователей при формировании покрытий

- принципы смачивания и взаимодействия ЛКМ с твердой поверхностью;

- основные теории адгезии и принципы адгезионного взаимодействия ЛКМ с поверхностью;

- факторы, влияющие на адгезионную прочность покрытий;

- прочностные, деформационные, электрические, оптические и теплофизические свойства ЛКП,

- основы коррозии и защиты металлов с помощью полимерных ЛКП;

- виды дефектов ЛКП и способы их устранения.

- принципы создания ЛКП для специальных условий эксплуатации.

Уметь:

- прогнозировать основные свойства ЛКП, получаемые из различных типов ЛКМ на типовых подложках;

- выбирать оптимальные типы ЛКМ для получения покрытий на требуемой подложке с заданными свойствами;

- разрабатывать технологический процесс получения лакокрасочных покрытий.

Владеть:

- общими принципами выбора лакокрасочных материалов для получения лакокрасочных покрытий с определенными свойствами;

- методами контроля свойств лакокрасочных покрытий.

3. Краткое содержание дисциплин

Раздел 1. Общие сведения о пленкообразовании: формирование покрытий из органических и водных растворов, из дисперсий и порошков.

Фазовые и физические переходы при процессе пленкообразования. Кинетика процесса стеклования полимеров и олигомеров. Физические и химические процессы при формировании ЛКП: испарение растворителей, стабилизация и обезвоживание латексов, охлаждения расплава, коагуляция из растворов, полимеризация, поликонденсация, полиприсоединение, полимераналогичные реакции в полимерных цепях (окисление, сульфирование и другие). Структурные превращения полимерных пленкообразователей при формировании ЛКП.

Раздел 2. Взаимодействие лакокрасочных материалов с твердой поверхностью. Основные свойства твердой поверхности: макро- и микрорельеф поверхности, гидрофильность и гидрофобность поверхности, наличие активных центров на поверхности подложки.

Поверхностная энергия подложки. Смачивание жидкими лакокрасочными материалами твердой поверхности. Смачивание увлажненных и погруженных в воду поверхностей. Основные теории адгезии. Длительная адгезионная прочность. Внутренние напряжения в лакокрасочных покрытиях. Возникновение и релаксация внутренних напряжений в ЛКП. Факторы, влияющие на внутренние напряжения. Зависимость внутренних напряжений в ЛКП от различных параметров. Эксплуатационная стойкость напряженных ЛКП. Методы определения внутренних напряжений.

Раздел 3. Свойства лакокрасочных покрытий: проницаемость, электрические, теплофизические, оптические, прочностные и деформационные свойства.

Перенос жидкостей и газов через ЛКП. Понятие пористости и проницаемости ЛКП. Методы определения проницаемости ЛКП. Оптические свойства ЛКП. Пропускание, поглощение и отражение света ЛКП. Основные теории цвета. ЛКП как электроизолирующие материалы. Факторы, определяющие электрические показатели покрытий. Электроизоляционные и электропроводящие покрытия. Трекингостойкие покрытия. Прочностные и деформационные свойства ЛКП. Морозостойкие, теплостойкие, износостойкие, вибропоглощающие и эрозионностойкие покрытия. Основы коррозии и защиты металлов. Пассивность металлов. Химическая и электрохимическая коррозия металлов. Процессы на границе металл- электролит. Способы защиты металлов от коррозии с помощью полимерных ЛКП.

Разрушение ЛКП в процессе эксплуатации: атмосферное старение, фотохимическое старение, радиационное старение, разрушение под действием химических агентов, терморазрушение. Принципы создания ЛКП для специальных условий эксплуатации

Раздел 4. Основные дефекты лакокрасочных покрытий и причины их возникновения.

Основные дефекты порошкового ЛКП, жидких вододисперсионных ЛКМ и ЛКМ на основе органических растворителей отверждаемых естественным путем и высокотемпературной сушкой, анализ причин их возникновения. Влияние технологических особенностей получения покрытий разными способами на причины возникновения дефектов ЛКП. Практические занятия по анализу и выбору оптимальных типов ЛКМ для получения покрытий с заданными свойствами на различных видах подложек. Анализ причин возникновения дефектов ЛКП и способов их устранения.

4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы | В зачетных единицах | В академ. часах | В астр. часах |
|--|------------------------------------|-----------------|---------------|
| Общая трудоемкость практики по учебному плану | 4 | 144 | 108 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 1,89 | 68 | 51 |
| Практические занятия (ПЗ) | 1,89 | 68 | 51 |
| Самостоятельная работа (СР): | 1,1 | 39,6 | 29,7 |
| Контактная самостоятельная работа | | - | |
| Виды самостоятельной работы | 1,1 | 39,6 | 29,7 |
| Зачет с оценкой | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Экзамен | 1 | 36 | 27 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 1 | 0,4 | 0,3 |
| Подготовка к экзамену | | 35,6 | 26,7 |
| Вид контроля: | Зачет с оценкой Экзамен | | |
| В том числе | | | |
| 1 семестр | | | |
| Общая трудоемкость практики по учебному плану | 2 | 72 | 54 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 0,95 | 34 | 25,5 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,95 | 34 | 25,5 |
| Самостоятельная работа (СР): | 1,04 | 37,6 | 28,2 |
| Контактная самостоятельная работа | - | - | - |
| Виды самостоятельной работы | 1,04 | 37,6 | 28,2 |
| Зачет с оценкой | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,01 | 0,4 | 0,4 |
| Вид контроля: | Зачет с оценкой | | |
| 2 семестр | | | |
| Общая трудоемкость практики по учебному плану | 2 | 72 | 54 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 0,95 | 34 | 25,5 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,95 | 34 | 25,5 |
| Самостоятельная работа (СР): | 0,05 | 2 | 1,5 |
| Контактная самостоятельная работа | - | - | - |
| Виды самостоятельной работы | 0,05 | 2 | 1,5 |
| Экзамен | 1 | 36 | 27 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 1 | 0,4 | 0,3 |
| Подготовка к экзамену | | 35,6 | 26,7 |
| Вид контроля: | Экзамен | | |

Аннотация рабочей программы дисциплины

«Разработка рецептур лакокрасочных материалов» (Б1.В.ДВ.02.04.03)

1. Цель дисциплины – повышение технического уровня подготовки магистрантов; обучение магистрантов навыкам самостоятельной научно- исследовательской деятельности; получение знаний, умений и навыков, необходимых для разработки и расчётов рецептур современных и перспективных лакокрасочных материалов; воспитание в магистрантах чувства осознания востребованности в специалистах данной сферы знаний и значимости изучаемой дисциплины в современной индустрии.

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

Обладать следующими профессиональными (ПК) компетенциями:

- способностью формулировать задачи в области химической технологии для самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы, разрабатывать планы их реализации и задания для исполнителей (ПК-1);

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

- способностью применять современные приборы и методы исследования, планировать, организовывать и проводить эксперименты и испытания, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-3);

- способностью формулировать и реализовывать цели и задачи исследований и разработок в области технологий полимеров, композиционных материалов и покрытий (ПК-4);

- готовностью к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации (ПК-5).

Знать:

- принципы составления рецепту ненаполненных композиционных лакокрасочных материалов;
- принципы оставления рецептур наполненных композиционных лакокрасочных материалов;
- основные виды сопроводительной документации для выпуска композиционных лакокрасочных материалов.

Уметь:

- составлять рецептуры ненаполненных композиционных лакокрасочных материалов;
- оставлять рецептуры наполненных композиционных лакокрасочных материалов.

Владеть:

- навыками составления композиционных материалов на основе взаимосвязи химического строения пленкообразующего вещества со свойствами композиционного лакокрасочного материала, который может быть из него получен (термостойкий, атмосферостойкий, химстойкий и т. п.);

- принципами выбора наиболее целесообразных пленкообразующих систем для отдельных видов пленкообразующих веществ.

3. Краткое содержание дисциплин

Раздел 1. Лакокрасочные материалы как значимое структурное звено современной индустрии и общества в целом.

История развития лакокрасочных материалов. Состояние современного мирового и отечественного рынков лакокрасочных материалов. Термины, определения и обозначения лакокрасочных материалов.

Раздел 2. Классификация плёнкообразователей для лакокрасочных материалов и основы теоретического расчёта рецептур алкидных смол.

Алкидные смолы как модифицированные полиэферы. Характеристика исходного сырья для синтеза алкидных смол. Синтез алкидных смол и условия его проведения. Введение в методы расчёта рецептур алкидных смол. Основы теоретического расчёта рецептур алкидных смол. Расчёт рецептур алкидных смол по средней функциональности реакционной смеси. Сокращенный метод расчета полноты реакции полиэтерификации. Расчёт рецептур новых алкидных смол. Расчет рецептур на основе вероятности взаимодействия полифункциональных молекул. Расчет рецептур на основе кислотного числа в момент гелеобразования. Расчет рецептур алкидных смол на основе средней молекулярной массы в момент гелеобразования. Сравнение рассмотренных методов расчета рецептур алкидных смол. Практические методы расчета рецептур алкидных смол. Расчет оптимальных рецептур с применением алкидной константы (константы Паттона). Применение константы Паттона для практических корректировок рецептур синтеза алкидных смол. Проектирование физико-химических и пленкообразующих свойств алкидных смол по расчётным рецептурам.

Раздел 3. Основы составления рецептур эпоксидных смол.

Принципы получения низкомолекулярных и высокомолекулярных эпоксидных смол. Основы теоретического расчета молекулярной массы эпоксидиановых смол от соотношения и условий проведения синтеза методом непосредственной конденсации. Составление рецептур эпоксидиановых

смола, синтезируемых методом сплавления. Методики расчета молекулярной массы на основе эпоксидного числа исходных олигомеров и соотношения олигомер – дифенилолпропан.

Раздел 4. Основы составления рецептур товарных лаков на основе поликонденсационных и полимеризационных плёнкообразователей.

Состав одно- и двухупаковочных товарных лаков. Принципиальная модель товарного лака. Основы составления рецептур товарных алкидных, модифицированно-алкидных, эпоксидных, перхлорвиниловых и сополимервинилхлоридных.

Раздел 5. Принципы составления рецептур пигментированных лакокрасочных материалов.

Современный ассортимент органофильных и гидрофильных пигментированных лакокрасочных материалов. Типовые модели основных пигментированных лакокрасочных материалов. Основные параметры для расчёта рецептур пигментированных лакокрасочных материалов. Расчёт рецептур по НДС на конкретный серийно выпускаемый пигментированный лакокрасочный материал. Расчёт рецептур новых пигментированных лакокрасочных материалов на основании Технического задания. Современные методы расчёта рецептур пигментированных лакокрасочных материалов. Укрывистость пигментов и лакокрасочных материалов. Маслоёмкости (I и II рода), водоёмкость и смолоёмкость пигментов и наполнителей. Характеристические параметры ЛКМ, объёмные и массовые. Объёмная концентрация пигмента, критическая объёмная концентрация пигмента, предельная критическая концентрация пигмента. Массовая концентрация дисперсной фазы пигментированного лакокрасочного материала. Степень пигментирования. Степень наполнения. Понятие константы наполнения. Понятие филума. Составление загрузочных рецептур пигментированных лакокрасочных материалов по расчётным рецептурам в зависимости от типа диспергирующего оборудования. Типовые ошибки при разработке рецептур.

Раздел 6. Оценка экологической опасности лакокрасочных материалов.

Санитарные требования к стокам и выбросам. Методы снижения выбросов и отходов отдельных стадий производства лакокрасочных материалов. Паспорт безопасности лакокрасочных материалов.

Раздел 7. Стандарты системы общих технических условий (ОТУ).

Оценка качества лакокрасочных материалов и покрытий на их основе. Проблемы гармонизации российских и международных стандартов.

4. Объем производственной практики: научно-исследовательской работы

| Виды учебной работы | В зачетных единицах | В академ. часах | В астр. часах |
|--|------------------------------------|-----------------|---------------|
| Общая трудоемкость практики по учебному плану | 5 | 180 | 135 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 2,83 | 102 | 76,5 |
| Лекции (Лек) | 1,33 | 48 | 36 |
| Практические занятия (ПЗ) | 1,5 | 54 | 40,5 |
| Самостоятельная работа (СР): | 1,15 | 41,2 | 30,9 |
| Контактная самостоятельная работа | | - | |
| Виды самостоятельной работы | 1,44 | 41,2 | 30,9 |
| Зачет с оценкой | 0,02 | 0,8 | 0,6 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,02 | 0,8 | 0,6 |
| Экзамен | 1 | 36 | 27 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 1 | 0,4 | 0,3 |
| Подготовка к экзамену | | 35,6 | 26,7 |
| Вид контроля: | Зачет с оценкой Экзамен | | |
| В том числе | | | |
| 1 семестр | | | |
| Общая трудоемкость практики по учебному плану | 2 | 72 | 54 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 0,95 | 34 | 25,5 |
| Лекции (Лек) | 0,45 | 16 | 12 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,5 | 18 | 13,5 |
| Самостоятельная работа (СР): | 1,04 | 37,6 | 28,2 |
| Контактная самостоятельная работа | - | - | - |
| Виды самостоятельной работы | 1,04 | 37,6 | 28,2 |
| Зачет с оценкой | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,01 | 0,4 | 0,4 |
| Вид контроля: | Зачет с оценкой | | |
| 2 семестр | | | |
| Общая трудоемкость практики по учебному плану | 1 | 36 | 27 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 0,95 | 34 | 25,5 |
| Лекции (Лек) | 0,45 | 16 | 12 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,5 | 18 | 13,5 |
| Самостоятельная работа (СР): | 0,04 | 1,6 | 1,2 |
| Контактная самостоятельная работа | - | - | - |
| Виды самостоятельной работы | 0,04 | 1,6 | 1,2 |
| Зачет с оценкой | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,01 | 0,4 | 0,4 |
| Вид контроля: | Зачет с оценкой | | |
| 3 семестр | | | |
| Общая трудоемкость практики по учебному плану | 2 | 72 | 54 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 0,95 | 34 | 25,5 |
| Лекции (Лек) | 0,45 | 16 | 12 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,5 | 18 | 13,5 |
| Самостоятельная работа (СР): | 0,05 | 2 | 1,5 |
| Контактная самостоятельная работа | - | - | |
| Виды самостоятельной работы | 0,05 | 2 | 1,5 |
| Экзамен | 1 | 36 | 27 |

| | | | |
|--|----------------|------|------|
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 1 | 0,4 | 0,3 |
| Подготовка к экзамену | | 35,6 | 26,7 |
| Вид контроля: | Экзамен | | |

Аннотация рабочей программы дисциплины

«Функциональные покрытия со специальными свойствами» (Б1.В.ДВ.02.04.04)

1. Цель дисциплины – повысить уровень подготовки будущих научных, технологических и педагогических кадров в новых областях науки о функциональных покрытиях.

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

Обладать следующими профессиональными (ПК) компетенциями:

- способностью формулировать задачи в области химической технологии для самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы, разрабатывать планы их реализации и задания для исполнителей (ПК-1);

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

- способностью применять современные приборы и методы исследования, планировать, организовывать и проводить эксперименты и испытания, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-3).

Знать:

- принципы концепции функциональных электроактивных материалов;
- основные классы функциональных электроактивных материалов;
- общие свойства функциональных электроактивных материалов и специфические особенности различных классов полимерных и неорганических материалов этого типа;

- методы синтеза различных классов электроактивных полимерных и неорганических материалов и процедуры создания пленочных покрытий из этих материалов;

- современные методы экспериментальной характеристики электроактивных полимерных и неорганических материалов, их преимущества и недостатки;

- применения электроактивных полимерных и неорганических материалов.

Уметь:

- предсказывать основные характеристики электроактивных полимерных и неорганических материалов;

- разрабатывать способы синтеза новых электроактивных полимерных и неорганических материалов и покрытий на их основе;

- выступать с докладами по различным аспектам функционирования электроактивных полимерных и неорганических материалов.

Владеть:

- знаниями о принципах функционирования электроактивных полимерных и неорганических материалов;

- знаниями об основных классах функциональных электроактивных материалов;

- знаниями об общих свойствах функциональных электроактивных материалов и о специфических особенностях различных классов полимерных и неорганических материалов этого типа;

- знаниями методов синтеза различных классов электроактивных полимерных и неорганических материалов и покрытий на их основе;

- знаниями методов экспериментальной характеристики электроактивных полимерных и неорганических материалов;

- знаниями о применениях электроактивных полимерных и неорганических материалов.

3. Краткое содержание дисциплин

Введение. Функциональные покрытия с электроактивными свойствами.

Раздел 1. Редокс-полимеры: общие принципы; структура и состав; примеры подобных систем; синтез; окислительно-восстановительные свойства; введение понятий "степень окисления", "заряд", "емкость" и "ток заряда/разряда" (в зависимости от потенциала электрода) и экспериментальное

нахождение этих характеристик для пленок электроактивных материалов на примере редокс-полимеров; принцип электронейтральности; роль ионного обмена с внешней средой (раствором); смешанная электронно-ионная проводимость; скачковый механизм проводимости; каталитические свойства.

Раздел 2. Общие свойства электроактивных материалов: определение свойства электроактивности; степень окисления, заряд, емкость и ток заряда/разряда в зависимости от потенциала электрода; равновесные свойства; линейная и циклическая вольтамперометрия; межфазные скачки потенциала и хроноамперометрия; электронная проводимость; электронный обмен пленки с электродом; принцип электронейтральности; принцип постоянства полного тока в цепи; ионная проводимость; ионный обмен пленки с раствором электролита.

Раздел 3. Сопряженные полимеры: определение системы сопряженных связей; гибридизации атомов углерода; сигма- и пи-электронные связи; жесткость и планарность молекул; ароматичность и гетероароматичность; магические числа пи-электронов; примеры систем с делокализованными пи-связями и с чередующимися одинарными и двойными связями; основное, возбужденное и ионизованное состояния; катион- и анион-радикалы; дикатионы; сопряженные мономеры, димеры, олигомеры и полимеры: электронные свойства в незаряженном и заряженном состоянии; степень окисления, заряд, емкость и ток заряда/разряда в зависимости от потенциала электрода; электронная проводимость; (электронно-)проводящие полимеры; электронный перенос между электродом и пленкой; электронейтральность и ионный обмен между пленкой и раствором; ионная проводимость; смешанная проводимость; числа переноса; оптические свойства в зависимости от степени окисления.

Раздел 4. Полипиррол и его производные: гетероароматичность; распределение электронной плотности в нейтральном и заряженном состояниях; процесс окисления пиррола: катион-радикал, димеризация, депротонирование, олигомеризация, образование твердой фазы; процесс электрополимеризации - влияние режима и его параметров; эффекты заместителей; редокс-активность полипиррола; нейтральное и заряженное состояния; многократное циклирование потенциала и переокисление; изменение структуры сопряженных связей; локализованные и делокализованные электронные состояния, длина делокализации; электронные спектры; колебательные свойства; электропроводность; ионная проводимость; электронный и ионный обмен на межфазных границах; электрохимические реакции на поверхности полимерной пленки.

Раздел 5. Политиофен и его производные: гетероароматичность; распределение электронной плотности в нейтральном и заряженном состояниях; процесс окисления тиофена: катион-радикал, димеризация, депротонирование, олигомеризация, образование твердой фазы; процесс электрополимеризации - влияние режима и его параметров; эффекты заместителей; полибитиофен, полиалкилтиофены и ПЕДОТ; региорегулярность; редокс-активность семейства политиофенов; нейтральное и заряженное состояния; многократное циклирование потенциала и переокисление; изменение структуры сопряженных связей; локализованные и делокализованные электронные состояния, длина делокализации; электронные спектры; колебательные свойства; электропроводность; ионная проводимость; электронный и ионный обмен на межфазных границах; электрохимические реакции на поверхности полимерной пленки.

Раздел 6. Композитные электроактивные материалы типа полимер/металл: системы на основе металла (от атома до массивного образца: кластер, наночастица, микрочастица, кристаллографические эффекты); специфические свойства наночастиц металлов, эффекты площади поверхности и поверхностной энергии; неустойчивость наночастиц металлов и их стабилизация; получение стабилизированных коллоидных растворов наночастиц; нанокompозиты полимер/наночастицы металла: полимеризация из раствора с наночастицами, включение коллоидных наночастиц в пленку при циклировании потенциала, восстановление ионов металла внутри полимерной пленки, одновременный синтез полимера и наночастиц; композит полипиррол/палладий: синтез, характеристика, каталитические свойства.

Раздел 7. Берлинская лазурь (БЛ) и композиты на ее основе: редокс-реакции ионов железа и гексацианоферрата; ионообменный и электрохимический способы получения БЛ; редокс- и оптические свойства; каталитические свойства: пероксида водорода, неустойчивость пленки; би- и многослойные покрытия БЛ-полимер; химический и электрохимический способы синтеза

композитных пленок БЛ/полипиррол; каталитические и электрохромные свойства композитных пленок.

Раздел 8. Материалы с интеркаляцией ионов в твердые матрицы: ионы лития внутри графита, структура, степень допирования, ионная проводимость, принцип электронейтральности, смешанная проводимость, электронный и ионный обмен на границах; литий-ионный электрод на основе графита: раствор электролита, полимерный электролит, токоподвод, связующее вещество; литий-ионные материалы на основе соединений переходных металлов: оксиды, соли, структуры, электропроводность и межфазный перенос зарядов, лимитирующий процесс. эффект размера частиц активного компонента, электронно- и ионнопроводящие добавки; сепаратор: назначение, электропроводность, мембранные свойства; литий-ионные источники тока: конструкция, основные компоненты, ЭДС и напряжение при прохождении тока, мощность, источник энергии.

4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы | В зачетных единицах | В академ. часах | В астроном. часах |
|--|------------------------|-----------------|-------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану | 3 | 108 | 81 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 1,42 | 51 | 38,25 |
| Лекции (Лек) | 0,47 | 16 | 12 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,95 | 35 | 26,25 |
| Самостоятельная работа (СР): | 1,57 | 56,6 | 42,45 |
| Контактная самостоятельная работа | — | — | - |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | 1,57 | 56,6 | 42,45 |
| Зачет с оценкой: | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Вид контроля: | Зачет с оценкой | | |

Трек ПИШ ХИМ

Аннотация рабочей программы дисциплины «Создание цифровых моделей процессов и аппаратов химической технологии» (Б1.В.ДВ.02.05.01)

1 Цель практики– применение на практике знаний, умений и навыков в области мультидисциплинарного цифрового моделирования и проектирования посредством создания функциональных цифровых моделей, имитирующих реальное поведение химико-технологических процессов, оборудования и систем.

2 В результате прохождения практики обучающийся должен:

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

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

- способностью применять современные приборы и методы исследования, планировать, организовывать и проводить эксперименты и испытания, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-3);

- готовностью к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации (ПК-5).

Знать:

- принципы построения архитектуры построения цифровых моделей химико-технологических процессов, оборудования и систем высокой адекватности;

- методы интеграции разнородных цифровых инструментов.

Уметь:

- создавать интегрирующие программные модули для построения целостных цифровых моделей и систем;

- верифицировать и валидировать цифровые модели.

Владеть:

- цифровыми инструментами классов CAD, CAE, CAPP, 1D-моделирования, методами работы с большими данными и машинного обучения и технологиями их применения для создания функциональных цифровых моделей, имитирующих реальное поведение химико-технологических процессов, оборудования и систем.

3. Краткое содержание практики:

Дисциплина реализуется весь срок обучения в магистратуре.

Первый семестр посвящен созданию модели преимущественно на основе теоретических сведений, в том числе физико-математических моделей, литературных данных, накопленных производственных данных с целью построения модели систем как основы для последующего создания физического прототипа.

Второй семестр посвящен созданию прототипа, сбору реальных экспериментальных данных и верификации модели.

Третий семестр посвящен доработки модели на основе собранных экспериментальных данных, полученных от эксплуатации физического прототипа системы или производственных источников с целью повышения уровня адекватности модели, доработке физического прототипа с целью обеспечения действующий обратной связи между моделью и физической системой в реальном времени.

Четвертый семестр посвящен масштабированию модели до размера потенциальных производственных серийных объектов, а также валидации модели.

4 Объем практики:

| Виды учебной работы | В зачетных единицах | В академ. часах | В астр. часах |
|--|------------------------|-----------------|---------------|
| Общая трудоемкость практики по учебному плану | 6 | 216 | 162 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 5,67 | 204 | 153 |
| Практические занятия (ПЗ) | 5,67 | 204 | 153 |
| Самостоятельная работа (СР): | 0,29 | 10,4 | 7,8 |
| Контактная самостоятельная работа | | - | |
| Виды самостоятельной работы | 0,29 | 10,4 | 7,8 |
| Зачет с оценкой | 0,04 | 1,6 | 1,2 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,04 | 1,6 | 1,2 |
| Вид контроля: | Зачет с оценкой | | |
| В том числе | | | |
| 1 семестр | | | |
| Общая трудоемкость практики по учебному плану | 3 | 108 | 81 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 2,83 | 102 | 76,5 |
| Практические занятия (ПЗ) | 2,83 | 102 | 76,5 |
| Самостоятельная работа (СР): | 0,16 | 5,6 | 4,2 |
| Контактная самостоятельная работа | - | - | - |
| Виды самостоятельной работы | 0,16 | 5,6 | 4,2 |
| Зачет с оценкой | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,01 | 0,4 | 0,4 |
| Вид контроля: | Зачет с оценкой | | |
| 2 семестр | | | |
| Общая трудоемкость практики по учебному плану | 1 | 36 | 27 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 0,95 | 34 | 25,5 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,95 | 34 | |
| Самостоятельная работа (СР): | 0,04 | 1,6 | 1,2 |
| Контактная самостоятельная работа | - | - | - |
| Виды самостоятельной работы | 0,04 | 1,6 | 1,2 |
| Зачет с оценкой | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Вид контроля: | Зачет с оценкой | | |
| 3 семестр | | | |
| Общая трудоемкость практики по учебному плану | 1 | 36 | 27 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 0,95 | 34 | 25,5 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,95 | 34 | |
| Самостоятельная работа (СР): | 0,04 | 1,6 | 1,2 |
| Контактная самостоятельная работа | - | - | - |
| Виды самостоятельной работы | 0,04 | 1,6 | 1,2 |
| Зачет с оценкой | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Вид контроля: | Зачет с оценкой | | |
| 4 семестр | | | |
| Общая трудоемкость практики по учебному плану | 1 | 36 | 27 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 0,95 | 34 | 25,5 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,95 | 34 | |
| Самостоятельная работа (СР): | 0,04 | 1,6 | 1,2 |
| Контактная самостоятельная работа | - | - | - |
| Виды самостоятельной работы | 0,04 | 1,6 | 1,2 |

| | | | |
|--|------------------------|------------|------------|
| Зачет с оценкой | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Вид контроля: | Зачет с оценкой | | |

**Аннотация рабочей программы дисциплины
«Создание химико-технологических систем» (Б1.В.ДВ.02.05.02)**

1. Цель практики – применение на практике знаний, умений и навыков в области химического инжиниринга посредством создания функциональных физических прототипов химико-технологических процессов, оборудования и систем.

2. В результате прохождения практики обучающийся должен:

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

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

- способностью применять современные приборы и методы исследования, планировать, организовывать и проводить эксперименты и испытания, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-3);

- готовностью к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации (ПК-5).

Знать:

- принципы конструирования и проектирования химико-технологических процессов и систем.

Уметь:

- создавать физические прототипы химико-технологических систем лабораторного масштаба, включая их сборку физических из отдельных элементов, интеграцию с системой управления и цифровой моделью;

- эксплуатировать химико-технологические оборудование, процессы и системы.

Владеть:

- инструментами и навыками управления химико-технологическими процессами, оборудованием и системами

3. Краткое содержание практики:

Дисциплина реализуется весь срок обучения в магистратуре.

Первый семестр посвящен планированию и технико-экономической оценке создания прототипов химико-технологических процессов, оборудования и систем.

Второй семестр посвящен созданию прототипа, проведению пусконаладочных работ, эксплуатации и началу сбора реальных экспериментальных данных.

Третий семестр посвящен интеграции прототипа с его цифровой моделью, доработке физического прототипа с целью обеспечения действующий обратной связи между моделью и физической системой в реальном времени.

Четвертый семестр посвящен проектированию серийной и предсерийной версии химико-технологических системы в масштабе промышленного производства.

4. Объем практики:

| Виды учебной работы | В зачетных единицах | В академ. часах | В астр. часах |
|--|------------------------|-----------------|---------------|
| Общая трудоемкость практики по учебному плану | 9 | 324 | 243 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 8,5 | 306 | 229,5 |
| Практические занятия (ПЗ) | 8,5 | 306 | 229,5 |
| Самостоятельная работа (СР): | 0,46 | 16,4 | 12,3 |
| Контактная самостоятельная работа | | - | |
| Виды самостоятельной работы | 0,46 | 16,4 | 12,3 |
| Зачет с оценкой | 0,04 | 1,6 | 1,2 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,04 | 1,6 | 1,2 |
| Вид контроля: | Зачет с оценкой | | |
| В том числе | | | |
| 1 семестр | | | |
| Общая трудоемкость практики по учебному плану | 1 | 36 | 27 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 0,95 | 34 | 25,5 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,95 | 34 | |
| Самостоятельная работа (СР): | 0,04 | 1,6 | 1,2 |
| Контактная самостоятельная работа | - | - | - |
| Виды самостоятельной работы | 0,04 | 1,6 | 1,2 |
| Зачет с оценкой | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Вид контроля: | Зачет с оценкой | | |
| 2 семестр | | | |
| Общая трудоемкость практики по учебному плану | 2 | 72 | 54 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 1,89 | 68 | 51 |
| Практические занятия (ПЗ) | 1,89 | 68 | 51 |
| Самостоятельная работа (СР): | 0,1 | 3,6 | 2,7 |
| Контактная самостоятельная работа | - | - | - |
| Виды самостоятельной работы | 0,1 | 3,6 | 2,7 |
| Зачет с оценкой | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Вид контроля: | Зачет с оценкой | | |
| 3 семестр | | | |
| Общая трудоемкость практики по учебному плану | 3 | 108 | 81 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 2,83 | 102 | 76,5 |
| Практические занятия (ПЗ) | 2,83 | 102 | 76,5 |
| Самостоятельная работа (СР): | 0,16 | 5,6 | 4,2 |
| Контактная самостоятельная работа | - | - | - |
| Виды самостоятельной работы | 0,16 | 5,6 | 4,2 |
| Зачет с оценкой | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,01 | 0,4 | 0,4 |
| Вид контроля: | Зачет с оценкой | | |
| 4 семестр | | | |
| Общая трудоемкость практики по учебному плану | 3 | 108 | 81 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 2,83 | 102 | 76,5 |
| Практические занятия (ПЗ) | 2,83 | 102 | 76,5 |
| Самостоятельная работа (СР): | 0,16 | 5,6 | 4,2 |
| Контактная самостоятельная работа | - | - | - |

| | | | |
|--|------------------------|------------|------------|
| Виды самостоятельной работы | 0,16 | 5,6 | 4,2 |
| Зачет с оценкой | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,01 | 0,4 | 0,4 |
| Вид контроля: | Зачет с оценкой | | |

**Цифровые технологии и инжиниринг: 2 (треки А, С, D, ПИШ ХИМ) или 3 (трек В)
дисциплины и выбор из 8**

Аннотация рабочей программы дисциплины

**«Цифровой дизайн в индустрии полимеров: литье под давлением и производство пресс-форм»
(Б1.В.ДВ.03.01)**

1. Цель дисциплины – сформировать компетенции обучающегося в области цифрового дизайна полимерных изделий и конструирования пресс-форм для их производства.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:
Обладать следующими профессиональными (ПК) компетенциями:

- способностью к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи (ПК-2);
- готовностью к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации (ПК-5).

Знать:

- особенности технологичности изделий;
- основы выбора полимерного материала для заданного изделия;
- основные принципы проектирования изделий из полимерных материалов;
- основные принципы проектирования пресс-форм;
- стандартные марки сталей для изготовления литейной оснастки;
- допуски и посадки в производстве пресс-форм.

Уметь:

- работать с техническим заданием на проектирование;
- конструировать технологичные изделия из полимеров с использованием САД программ;
- проектировать основные узлы пресс-форм с использованием САД программ;
- создавать и читать чертежи;
- осуществлять подбор оборудования и материала для изделий и формообразующих;
- составлять конструкторскую документацию.

Владеть:

- навыками работы в SolidWorks;
- навыками работы со стандартами и каталогами;
- навыками работы с чертежами и конструкторской документацией;
- навыками конструирования технологичных изделий из полимерных материалов;
- навыками проектирования пресс-форм.

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Исходные данные для проектирования оснастки

1.1. Условия эксплуатации изделий, показатели качества проектируемого изделия

Условия эксплуатации: какие параметры учитывают, как влияют на конструирование изделия. Необходимость инженерных расчетов. Показатели качества проектируемого изделия, их связь с условиями эксплуатации. Нормативно-правовые документы, отражающие параметры материалов и изделий. Работа с ГОСТами.

1.2. Выбор полимерного материала для заданного изделия

Основные принципы подбора полимерного материала для литевых изделий. Конструкционные пластические массы. Классификация. Выбор базовой марки полимера. Порядок расчета на прочность и жесткость изделий из полимерных материалов.

Раздел 2. Изделия из пластмасс. Особенности конструирования

2.1. Технологичность изделий

Технологичность изделия как основной показатель качества конструкционной работы. Методы достижения технологичности для литевых и прессованных изделий. Толщина стенок изделия и дна. Торцы изделия. Технологический уклон. Ребра жесткости. Радиусы закруглений. Отверстия. Поднутрения. Оптимальные и нежелательные варианты выполнения конструкций.

2.2. Точность размеров изделий из полимерных материалов.

Общие положения. Усадка и колебания усадки в изделиях из полимерных материалов. Взаимосвязь технологической усадки и точности размеров изделий. Требования к точности размеров: квалитет точности, допуски.

2.3 Возможные дефекты изделий и способы их устранения.

Разновидности дефектов, причины их возникновения. Связь возникновения дефектов с конструкцией изделия, формы и цикла изготовления. Способы их устранения. Специфика применения.

Раздел 3. Общие вопросы проектирования форм

3.1. Разработка технического задания

Содержание технического задания. Правила составления. Основные показатели оборудования и оснастки для литья под давлением. Исходные данные для составления технического задания: чертеж изделия, тип производства, требования к изготовлению и эксплуатации изделия, программа выпуска изделия, размер партии, вид сырья, предполагаемое оборудование, показатели оборудования и оснастки.

3.2. Подбор оборудования. Выбор габарита пресс-формы

Основные критерии выбора литьевого оборудования. Максимальный объем впрыска. Пластиковая производительность. Усилие смыкания формы. Компоновка литьевой машины. Специализированные литьевые машины. Стандартные пакеты плит. Каталоги стандартных изделий.

3.3. Расчет гнездности формы

Факторы, определяющие количество гнезд формы. Гнездность, обусловленная объемом впрыска литьевой машины. Гнездность, обусловленная пластиковой производительностью. Гнездность, обусловленная усилием смыкания.

3.4. Положение изделия в форме

Основные требования к положению изделия в форме. Связь положения изделия с подводом впускного литника, системой охлаждения и возможностью съема изделия.

Раздел 4. Проектирование форм для литья под давлением

4.1. Формообразующие детали

Матрица и пуансон. Специфика технологических уклонов. Линия разъема формы. Расчет исполнительных размеров формообразующих элементов. Усадка и допуски.

4.2. Литниковая система

Литниковые каналы: типы, функции, конструкции. Расположение каналов. Конструкции переходов между литниковыми каналами. Типы литниковых систем: холодноканальные, горячеканальные, специальные. Гидравлический расчет литьевых форм.

4.3. Извлечение изделий из формы

Узел извлечения центрального литника в одногнездных и многогнездных формах. Узел автоматического отделения литника от изделия. Толкатели. Контртолкатели. Направляющие колонны. Хвостовики. Упоры. Механические системы отделения изделий от выталкивателей.

4.4. Термостатирование формы

Тепловой расчет литьевых форм. Расчет времени охлаждения. Расход хладагента. Конструирование системы термостатирования. Схемы термостатирования: последовательные и параллельные.

4.5. Центрирование формы

Центрирующие элементы формы. Фланцы. Направляющие колонны. Втулки направляющие. Опоры направляющих колонн и втулок. Втулки центрирующие.

4.6. Элементы привода пресс-формы

Подвижные плиты. Плоскости разъема формы: наличие нескольких плоскостей разъема. Тяги: жесткие и гибкие. Скобы: варианты исполнения. Поднутряющие знаки. Механические приводы. Пружинные механизмы привода. Специальные механизмы привода. Гидравлические и пневматические приводы.

4.7. Вентиляционные каналы

Площадь сечения вентиляционных каналов. Число каналов. Альтернатива вентиляционным каналам: зазоры толкателей, вставки, подвижные и разъемные элементы оформления, специальные знаки.

Раздел 5. Создание конструкторской документации

5.1. Необходимый комплект документов конструкторской документации.

Классификация и комплектность конструкторской документации. Обозначение изделий и конструкторских документов. Нормативно-техническая документация. Единая система конструкторской документации (ЕСДК).

5.2. Оформление чертежей

Способы создания чертежа из 3D модели и сборки. Редактирование формата листа, масштаба чертежа. Нанесение размеров, местных видов, разрезов, сечений, штриховки. Расстановка размеров и их редактирование. Настройка внешнего вида чертежей.

4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы | В зачетных единицах | В академ. часах | В астроном. часах |
|--|------------------------|-----------------|-------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану | 3 | 108 | 81 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 1,42 | 51 | 38,25 |
| Лекции (Лек) | 0,45 | 16 | 12 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,52 | 19 | 14,5 |
| Лабораторные работы (Лаб) | 0,45 | 16 | 12 |
| Самостоятельная работа (СР): | 1,57 | 56,6 | 42,45 |
| Контактная самостоятельная работа | — | — | — |
| Выполнение курсовой работы | 0,45 | 16 | 12 |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | 1,12 | 40,6 | 30,45 |
| Зачет с оценкой: | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Вид контроля: | Зачет с оценкой | | |

Аннотация рабочей программы дисциплины

«Цифровой дизайн в индустрии полимеров: промышленное проектирование» (Б1.В.ДВ.03.02)

1. Цель дисциплины – сформировать компетенции обучающегося в области промышленного цифрового проектирования с использованием САД и САЕ систем.

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

Обладать следующими профессиональными (ПК) компетенциями:

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

- способностью применять современные приборы и методы исследования, планировать, организовывать и проводить эксперименты и испытания, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-3);

- готовностью к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации (ПК-5);

Знать:

- общие принципы проектирования производств;

- понятие жизненного цикла продукта, его этапы;

- основные этапы проектирования производства;

- как и на каких этапах применяются САД системы в процессе проектирования;

- как и на каких этапах применяются САЕ системы в процессе проектирования;

- способы управления жизненным циклом продукта

Уметь:

- формулировать обоснование проектных решений;

- составлять технологические схемы синтеза полимеров;
- составлять технологические схемы переработки полимеров;
- осуществлять подбор необходимого оборудования;
- использовать нормативно-технические документы в проектировании;
- разрабатывать 3D модели изделий и сборочных единиц (CAD).

Владеть:

- базовыми навыками проектирования производств;
- методологией разработки технологических схем;
- базовыми навыками работы в SolidWorks;
- представлениями о необходимых инженерных расчетах в процессе проектирования;
- методологией подбора оборудования для синтеза полимеров;
- методологией подбора оборудования для переработки полимеров.

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Введение в промышленное проектирование

1.1. Основные этапы проектных работ. Место программных комплексов CAD и CAE на этих этапах. Обзор этапов проектирования производства. Особенности производств синтеза и переработки полимеров. Этапы, требующие применения CAD систем: конструирование изделий и оборудования, разработка планов помещений и конструкторской документации. Применение CAE систем для расчета и оптимизации конструкции изделий и оборудования.

1.2. Жизненный цикл продукта. Способы управления жизненным циклом. PLM и PDM системы.

Понятие жизненного цикла изделия. Его этапы. Проектирование, испытания. Планирование и технологическая проработка процессов изготовления. Закупка материалов и комплектующих изделий. Изготовление, приёмка, упаковка и хранение. Продажа и распределение. Монтаж и наладка. Использование по назначению. Техническое обслуживание и ремонт. Послепродажная техническая поддержка (послепродажное обслуживание). Утилизация и (или) переработка.

Развитие PLM. Применение. Основные задачи. Управление данными о продукте. Управление жизненным циклом оборудования. Программно-проектное управление. Поддержка взаимодействия. Управление качеством. Соблюдение требований охраны окружающей среды. Управление процессом формирования идей. Цифровое производство. Анализ и управление моделированием. Послепродажное обслуживание, включая техобслуживание, ремонт и эксплуатацию. Управление исходными требованиями. Управление портфелем программ. Управление портфелем продукции. Управление активами в дискретном производстве. Мехатроника – управление интеграцией электронных устройств и программного обеспечения. проектирование систем. Управление техническими характеристиками/рецептурой/номенклатурой управление соответствиями

PDM как система управления информацией об изделии. Организация хранения данных и управление документами. Управление разработкой изделия и контроль процессов по его реализации. Манипулирование структурой изделия. Автоматизация поиска конкретных данных и числовых параметров изделия. Подготовка отчётов в соответствии с требованиями предприятия или отрасли. Создание электронного архива чертежей и другой технической документации. Создание ЕИП для всех сотрудников, принимающих участие в разработке жизненного цикла изделия. Автоматизация внесения изменений в конфигурацию изделия. Приведение всех данных о продукте к международным стандартам качества серии ISO 9000. Сокращение сроков разработки и внедрения изделия. Уменьшение стоимости обработки информации.

Раздел 2. Основы проектирования производств полимеров

2.1. Разработка проектно-сметной документации. Экологическое и экономическое обоснование проектных решений. Проектно-сметная документация. Основные исходные данные для проектирования. Задание на проектирование. Стадийность проектирования. Этапы разработки технико-экономического обоснования проекта. Экологическая экспертиза проекта. Принципы экологической экспертизы. Степень экологической чистоты технологических процессов синтеза полимеров. Техничко-экономическое обоснование проекта. Экономика строительства предприятия.

2.2. Принципы создания безотходных и малоотходных производств. Экологическое и технологическое обоснование проектных решений. Термины и определения. Основные задачи в области создания безотходных производств. Общие подходы к созданию безотходных производств. Химические принципы снижения отходов в полимерных производствах. Технологические подходы. Организационные подходы.

2.3 Разработка технологической схемы производства.

Общие положения. Классификация технологических схем. Этапы разработки технологических схем. Механизация транспортных и погрузочно-разгрузочных работ. Удаление отходов производства.

2.4. Инженерные расчеты, выполняемые при проектировании (САЕ).

Термодинамические расчеты. Кинетические расчеты. Технологические расчеты. Механический расчет. Гидравлический расчет.

2.5 Основное оборудование. Разработка реакторов (САД).

Эскизная конструктивная разработка реакторов синтеза. Выбор типа и формы реактора. Основные детали и конструктивные элементы реакторов. Оформление поверхности теплообмена. Перемешивающие устройства.

2.6. Разработка и выбор вспомогательного оборудования.

Емкостная аппаратура. Теплообменники. Колонные аппараты. Оборудование для дегазации полимеров, фильтрования суспензий и растворов, концентрирования растворов и расплавов полимеров, для сушки и очистки полимеров. Оборудование для очистки сточных вод и газовых выбросов. Оборудование для перемещения газов, жидкостей и сыпучих материалов.

Раздел 3. Основы проектирования производств по переработке полимеров

3.1. Общие вопросы организации проектирования. Производственная мощность предприятия.

Основные понятия и определения. Содержание проекта промышленного предприятия. Технико-экономическое обоснование инвестиций. Основные исходные данные для проектирования. Выбор площадки для строительства. Задание на проектирование. Общие принципы организации проектных работ. Порядок согласования проектной документации.

3.2. Цифровой дизайн изделий (САД).

Технологичность изделия как основной показатель качества конструкционной работы. Методы достижения технологичности для литевых и прессованных изделий. Толщина стенок изделия и дна. Торцы изделия. Технологический уклон. Ребра жесткости. Радиусы закруглений. Отверстия. Поднутрения. Оптимальные и нежелательные варианты выполнения конструкций.

Технологичность изделий, получаемых методом экструзии. Классификация экструзионных изделий. Понятие профиля. Открытые, закрытые и ячеистые профили, варианты их исполнения. Виды специальных профилей. Влияние толщины стенки профиля на технологичность изделия. Ребра жесткости в экструзионных профилях. Особенности конструкции профилей с большими радиусами закруглений. Разнотолщинность.

Технологичность изделий, получаемых термоформованием. Углы и переходы в изделии. Позитивное и негативное формование: особенности конструкции изделия. Разнотолщинность, ее характер при различных типах термоформования. Оребрение при негативном и позитивном формовании. Ячеистые изделия.

Технологичность изделий, получаемых методом раздувного формования. Разнотолщинность как наиболее специфичная черта раздувного формования. Разнотолщинность по высоте и поперечному сечению. Резьба на пустотелых изделиях. Расход полимера на единицу объема. Форма изделия и удобство эксплуатации. Особенности конструкции дна изделий. Жесткость изделия: продольные и поперечные ребра.

Технологичность изделий из армированных пластиков. Специфика методов формования. Параметры полимерной матрицы и армирующего наполнителя как основа для конструирования изделия. Анизотропия прочностных характеристик, ее учет в конструировании. Поднутрения, плавность формы, радиусы закруглений.

3.3 Разработка технологических схем.

Понятие технологической схемы, ее основные узлы в процессах переработки полимеров. Производство изделий методом литья под давлением. Производство профильно-погонажных изделий

методом экструзии. Производство листов и пленок. Производство труб. Производство пленок методом каландрования. Производство изделий методом термоформования. Производство изделий из реактопластов. Обзор технологических схем получения изделий из армированных пластиков.

3.4 Выбор основного и вспомогательного технологического оборудования.

Параметры, требующие учета при выборе оборудования. Производительность, безопасность и эргономичность. Выбор оборудования для литьевых и прессовых производств. Выбор экструзионного оборудования: для профилей, труб, листов, пленок. Выбор экструзионно-выдувных агрегатов. Выбор оборудования для термоформования. Выбор каландрового оборудования. Вспомогательное оборудование: Растаривающие установки, транспортеры, питатели-дозаторы, дробилки, сушилки, смесительное оборудование, калибраторы, режущие устройства.

3.5 Нормирование расхода полимерных материалов и энергоресурсов. Материальный баланс производства.

Типовая структура норм расхода полимерных материалов. Факторы, влияющие на величину норм расхода. Расчет расхода пластмасс для различных методов производства. Материальный баланс производства, правила расчета. Энергообеспечение производств изделий из пластмасс.

3.6 Основы строительства промышленных зданий. Размещение оборудования.

Генеральный план предприятия. Санитарно-защитная зона. Требования к производственным зданиям и их классификация. Основные размерные и конструктивные характеристики промышленных зданий. Конструктивные элементы зданий и принципы их проектирования. Освещение. Вентиляция и отопление. Водоснабжение и водоотведение. Расчет площади и компоновка основных и вспомогательных помещений цеха.

Разработка схемы размещения технологического оборудования. Организация рабочих мест. Внутрицеховой транспорт.

3.7 Охрана труда и окружающей среды при переработке полимеров.

Требования правил по охране труда на предприятиях по переработке пластмасс. Контроль содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны, предельно допустимые концентрации. Безопасность технологических процессов. Защита атмосферы от вредных выбросов. Очистка воздуха от пыли. Очистка воздуха от газообразных примесей. Защита водоемов от вредных примесей. Утилизация и обезвреживание твердых отходов.

4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы | В зачетных единицах | В академ. часах | В астроном. часах |
|--|------------------------|-----------------|-------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану | 3 | 108 | 81 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 1,42 | 51 | 38,25 |
| Лекции (Лек) | 0,45 | 16 | 12 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,52 | 19 | 14,5 |
| Лабораторные работы (Лаб) | 0,45 | 16 | 12 |
| Самостоятельная работа (СР): | 1,57 | 56,6 | 42,45 |
| Контактная самостоятельная работа | — | — | — |
| Выполнение курсовой работы | 0,45 | 16 | 12 |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | 1,12 | 40,6 | 30,45 |
| Зачет с оценкой: | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Вид контроля: | Зачет с оценкой | | |

Аннотация рабочей программы дисциплины «Промышленный инжиниринг» (Б1.В.ДВ.03.03)

1. Цель дисциплины – формирование комплексного подхода к управлению проектами модернизации и реновации производств переработки пластмасс и полимерных композиционных материалов, учитывающего взаимосвязи свойств полимера с конструкцией перерабатывающего оборудования и основах технологического проектирования производств переработки пластмасс.

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

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

- способностью формулировать задачи в области химической технологии для самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы, разрабатывать планы их реализации и задания для исполнителей (ПК-1);

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

Знать:

- понятие инжиниринга применительно к производству по переработки пластмасс и полимерных композиционных материалов;

- основы проектирования современных процессов производства изделий из полимеров и полимерных композиционных материалов;

Уметь:

- определять цели проекта при балансировании между объемом работ, ресурсами, технологией, временем, качеством и рисками.;

- оценивать риски, возникающие при реализации проекта;

Владеть:

- навыками поиска, анализа и интерпретации научных знаний в области проектирования производств переработки пластмасс и полимерных композиционных материалов;

- методиками, позволяющими оценить эффективность предложенного проекта модернизации производства.

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Общие вопросы организации проектирования производств по переработке полимеров.

Введение. Задачи и содержание курса «Промышленный инжиниринг».

Аппаратурное оформление технологических схем современных производств по переработке полимеров.

Раздел 2. Производственные мощности.

Методы расчёта количества основного технологического оборудования необходимого для реализации заданной производственной мощности переработки полимеров.

Раздел 3. Нормирование расхода полимерных материалов.

Материальный баланс производства. Основы строительства промышленных зданий.

Раздел 4. Основные строительные и компоновочные решения производств переработки пластмасс.

Укрупнённые методы расчёта площадей необходимых для размещения производств переработки полимеров. Санитарные и экологические требования к производствам переработки полимеров.

4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы | В зачетных единицах | В академ. часах | В астроном. часах |
|--|------------------------|-----------------|-------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану | 3 | 108 | 81 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 1,42 | 51 | 38,25 |
| Лекции (Лек) | 0,45 | 16 | 12 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,97 | 35 | 26,25 |
| Самостоятельная работа (СР): | 1,57 | 56,6 | 42,45 |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | 1,57 | 56,6 | 42,45 |
| Зачет с оценкой: | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Вид контроля: | Зачет с оценкой | | |

Аннотация рабочей программы дисциплины

«Вычислительная гидродинамика в технологии полимеров» (Б1.В.ДВ.03.04)

Цель дисциплины – сформировать компетенции обучающегося в области прикладной вычислительной механики в индустрии полимеров с помощью CAE систем.

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

Обладать следующими профессиональными (ПК) компетенциями:

- способностью применять современные приборы и методы исследования, планировать, организовывать и проводить эксперименты и испытания, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-3).

- способностью формулировать и реализовывать цели и задачи исследований и разработок в области технологий полимеров, композиционных материалов и покрытий (ПК-4).

- готовностью к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации (ПК-5).

Знать:

- методы и подходы в решении задач вычислительной гидродинамики полимеров;
- общие системы построения программных комплексов и структуры программ, применяемых в вычислительной гидродинамике полимеров;

- методов и подходов в решении задач вычислительной гидродинамики полимеров;

- общие подходов вычислительной гидродинамики для решения задач течения полимеров на сложных химических производствах.

Уметь:

- использовать основные методы вычислительной математики и компьютерного моделирования для проектирования оборудования химических производств и получения полимеров;

- формулировать постановку задачи сложного течения полимеров с учетом особенностей свойств полимеров;

- применять сложные модели реологических свойств полимеров для решения прикладных задач вычислительной гидродинамики полимеров;

- использовать основные модели полимеров, описывающих состояние материала в процессе эксплуатации оборудования химических производств полимеров;

- решать задачи сложного течения полимеров с учетом особенностей свойств полимеров, с применением сложных реологических моделей.

Владеть:

- навыками работы в Ansys Fluent;

- навыками использования вычислительной гидродинамики в жизненном цикле полимеров;

- навыками решения прикладных задач вычислительной гидродинамики полимеров;

- навыками использования сложных реологических моделей в гидродинамике полимеров.

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Основы вычислительной гидродинамики

1.1. Введение. Предмет и задачи вычислительной гидродинамики.

Основные термины и понятия. Методы исследований в вычислительной гидродинамике и в классической гидродинамике. Внутренние течения. Внешние течения. Фильтрационные течения.

1.2. Вычислительная гидродинамика и экспериментальные исследования. Этапы решения задач вычислительной гидродинамики.

Применение средств вычислительной гидродинамики при проектировании процессов и аппаратов. Краткое описание этапов задач. Анализ физического (механического) содержания задачи. Выбор или создание математической модели процесса. Построение сеточной модели. Дискретизация. Тестирование численной модели на точных решениях задачи. Проведение компьютерного моделирования. Визуализация результатов моделирования

1.3. Основные уравнения гидродинамики и теплопереноса вязкой жидкости.

Сведения из математики и механики. Точки зрения Лагранжа и Эйлера на движение сплошной среды. Теорема Гаусса – Остроградского. Субстанциональная производная.

1.4. Постановка задач вычислительной гидродинамики.

Уравнения Навье-Стокса для несжимаемой жидкости. Уравнение энергии (теплопроводности, энтальпии). Начальные и граничные условия. Безразмерные переменные и критерии подобия.

Раздел 2. Упрощенные модели вычислительной гидродинамики.

2.1. Двумерные уравнения Навье-Стокса. Уравнения Стокса и Эйлера.

Физический смысл. Применение в задачах вычислительной гидродинамики. Естественные переменные. Преобразованные переменные. Граничные условия для модели Навье-Стокса в преобразованных переменных.

2.2. Моделирование турбулентных течений. Модель напорной двухфазной фильтрации.

Уравнения Рейнольдса. Теория фильтрации. Приложения теории фильтрации. Уравнения двухфазной фильтрации.

2.3 Построение расчетных сеток. Метод конечных разностей.

Общие принципы построения расчетных сеток. Метод конечных элементов. Сеточная сходимость. Основы метода конечных разностей для построения сеточных схем. Базовые подходы к конструированию разностных схем. Устойчивость конечно-разностных схем. Метод дискретных возмущений. Матричный метод. Метод фон Неймана. Обзор результатов по устойчивости разностной схемы. Разностные схемы повышенного порядка точности для линейного уравнения конвекции. Схема «чехарда». Схема Лакса-Вендроффа или Лейза. Схема Кранка – Николсон. Численная диссипация и дисперсия разностных схем. Разностные схемы повышенного порядка точности для линейного уравнения диффузии. Схема Дюфорта-Франкела. Схема Кранка-Николсон

2.4. Метод дискретных возмущений. Матричный метод. Метод фон Неймана.

Суть метода дискретных возмущений. Области применения. Явная расчетная сетка для уравнения диффузии. Явная расчетная сетка с разностью по потоку для уравнения переноса. Явная симметричная расчетная сетка для уравнения переноса.

Суть матричного метода. Неявные расчетные сетки.

Суть метода фон Неймана. Случаи применения. Математическое представление.

Раздел 3. Построение расчетных сеток

3.1. Простейшие одномерные сетки. Простейшие двумерные сетки.

Равномерная сетка по времени. Равномерная сетка по пространству. Сеточная функция. Простейшие двумерные сетки. Сетки в прямоугольных областях. Структурированные сетки в канонических областях.

3.2. Неструктурированные двумерные сетки.

Области применения, алгоритм построения. Триангуляция Делоне со сгущением узлов. Алгоритм триангуляции с продвижением от границ. Гибридные композитные сетки.

3.3 Трехмерные сетки. Трехмерные элементы и общие трехмерные сетки.

Особенности построения. Псевдотрехмерные сетки. Аппроксимация и сходимость. Точность сеточного представления волн.

Раздел 4. Расчет течения различных жидкостей

4.1. Уравнение Бюргера. Поведение решения.

Явные схемы для уравнения Бюргера. Симметричная явная неконсервативная схема. Симметричная явная консервативная схема. Схема Лакса-Вендроффа. Двухэтапная схема со смещением. Неявные схемы для уравнения Бюргера. схемы явные по конвекции, но неявные по диффузии. схема Кранка-Николсон.

4.2. Расчет течения вязкоупругого полимера.

Модель вязкоупругой жидкости. Математическое представление. Классические (ньютоновские) вязкие жидкости.

4.3 Классическая вязкая несжимаемая жидкость.

Понятие несжимаемой жидкости: характеристики, параметры, примеры. Классическая вязкая несжимаемая теплопроводная жидкость. Классическая вязкая баротропная жидкость.

4.4 Основные вязкоупругие модели, описывающие течения полимеров.

Особенности течения полимеров в отверстиях. Особенности течения полимеров со свободной границей. Численное решение общей задачи движения тела в поле сил тяготения. Решение задачи течения вязкой жидкости в цилиндрическом канале

Решение задачи обтекания шарика потоком полимера в канале. Решение задачи течения вязкой жидкости в цилиндрическом канале с переменным сечением. Решение задачи образования зон завихрения при течении полимера в канале с переменным сечением.

4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы | В зачетных единицах | В академ. часах | В астроном. часах |
|--|------------------------|-----------------|-------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану | 3 | 108 | 81 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 1,42 | 51 | 38,25 |
| Лекции (Лек) | 0,45 | 16 | 12 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,52 | 19 | 14,25 |
| Лабораторные занятия (ЛЗ) | 0,45 | 16 | 12 |
| Самостоятельная работа (СР): | 1,57 | 56,6 | 42,45 |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | 1,57 | 56,6 | 42,45 |
| Зачет с оценкой: | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Вид контроля: | Зачет с оценкой | | |

Аннотация рабочей программы дисциплины

«Маркировка и стандартизация полимерной и лакокрасочной продукции» (Б1.В.ДВ.03.05)

1. Цель дисциплины – освоение современных способов маркировки полимерной и лакокрасочной продукции и ознакомление обучающихся с системой международной, государственной и национальной стандартизации лакокрасочных материалов.

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

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

- способностью формулировать задачи в области химической технологии для самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы, разрабатывать планы их реализации и задания для исполнителей (ПК-1);

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

способностью применять современные приборы и методы исследования, планировать, организовывать и проводить эксперименты и испытания, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-3).

Знать:

- документацию систем качества;

- основные положения систем (комплексов) общетехнических и организационно-методических стандартов;

- основные понятия и определения метрологии, стандартизации и сертификации;

- основы повышения качества продукции.

Уметь:

- применять документацию систем качества;

- применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов.

Владеть:

- навыками оформления технологической и технической документации в соответствии с действующей нормативной базой на основе использования основных положений метрологии, стандартизации и сертификации в производственной деятельности.

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Международная стандартизация.

Введение. Задачи и содержание курса «Маркировка и стандартизация полимерной и лакокрасочной продукции». Международная организация по стандартизации (ИСО). Международная электротехническая комиссия (МЭК). Международные организации, участвующие в работе ИСО.

Раздел 2. Проектирование с применением специализированных САД систем.

Государственная система стандартизации. Органы и службы по стандартизации России. Порядок разработки стандартов. Государственный контроль и надзор за соблюдением обязательных требований стандартов. Маркировка продукции знаком соответствия государственным стандартам.

Раздел 3. Стандартизация и управление качеством продукции.

Сущность управления качеством продукции. Квалиметрическая оценка качества продукции на жизненном цикле. Свойства качества функционирования изделий. Эффективность использования промышленной продукции. Обеспечение взаимозаменяемости при конструировании.

Раздел 4. Сущность сертификации. Основные понятия сертификации.

Функции сертификации. Эффективность сертификации. Законодательная база сертификации. Правовые и нормативные акты по вопросам сертификации. Законодательная база сертификации Российской Федерации. Закон РФ «О защите прав потребителей». Закон РФ «О сертификации продукции и услуг». Международная сертификация. Деятельность ИСО в области сертификации. Деятельность МЭК в области сертификации. Деятельность МГС участниц СНГ в области сертификации.

4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы | В зачетных единицах | В академ. часах | В астроном. часах |
|--|------------------------|-----------------|-------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану | 3 | 108 | 81 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 1,42 | 51 | 38,25 |
| Лекции (Лек) | 0,45 | 16 | 12 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,52 | 19 | 14,5 |
| Лабораторные работы (Лаб) | 0,45 | 16 | 12 |
| Самостоятельная работа (СР): | 1,57 | 56,6 | 42,45 |
| Контактная самостоятельная работа | — | — | — |
| Выполнение курсовой работы | 0,45 | 16 | 12 |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | 1,12 | 40,6 | 30,45 |
| Зачет с оценкой: | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Вид контроля: | Зачет с оценкой | | |

Аннотация рабочей программы дисциплины
«Цифровой дизайн изделий из композитов и моделирование процессов их получения»
(Б1.В.ДВ.03.06)

1. Цель дисциплины – научить будущих магистров составлять и разрабатывать математические модели технологических процессов синтеза полимеров и получения на их основе композитов, описывать алгоритмы расчетов технологических параметров и основных размеров установок и оборудования, осуществлять оптимизацию математического описания параметров технологического процесса с целью получения полимеров требуемой молекулярной и надмолекулярной структуры, использовать программы и анализировать результаты расчетов процессов получения полимеров и композитов.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:
Обладать следующими профессиональными (ПК) компетенциями:

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

- способностью применять современные приборы и методы исследования, планировать, организовывать и проводить эксперименты и испытания, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-3);

- готовностью к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации (ПК-5).

Знать:

- основные принципы вывода расчетных формул изучаемых процессов;

- кинетику и механизмы физико-химических процессов, протекающих при синтезе полимеров;

Уметь:

- поставить корректно задачу математического моделирования реактора, установки синтеза высокомолекулярного соединения;

- выбрать и обосновать наиболее целесообразный метод моделирования конкретного процесса получения полимера и композита на его основе с заданными свойствами;

Владеть:

- принципами цифрового дизайна конструкций основных технологических аппаратов, установок и оборудования для конкретного процесса получения полимера и композита на его основе.

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Составление алгоритма и расчет молекулярно-массового распределения полимера

Введение. Задачи и содержание курса «Цифровой дизайн процессов получения полимеров и композитов».

1.1. Распределение состава по степени разветвленности с использованием программного обеспечения. Понятия о параметрах, переменных (глобальные и локальные) и функциях (гауссова, кусочная, пилообразная, телеграфная и т.д.), используемых для указанных задач. Понятие о моделях физических процессов. Понятие о материалах, использование базы данных материалов, их свойства. Модель переноса вещества (Diffusion of diluted species). Уравнение трехмерной изотропной диффузии без источника, сравнение аналитического решения с численным. Сопоставление с уравнением переноса тепла. Решение смешанной задачи уравнения реакции-диффузии с заданным начальным и граничным условиями. Представление результатов, знакомство с изолиниями и сечениями. Способы моделирования химических реакций с участием полимеров, модифицирование вязкости растворителя в соответствии с уравнением Марка-Куна-Хаувинка. Использование функций для создания сложного поведения реакционной смеси.

1.2. Математические модели реакторов растворной полимеризации, взаимозависимости молекулярно-массового распределения и условий полимеризации от типа реактора. Модель переноса тепла (Heat transfer). Задание граничных условий. Понятие о сопряжении моделей. Сопряженная модель переноса вещества и тепла: проведение реакции в обогреваемом снаружи реакторе. Модель ламинарного потока (Laminar flow), уравнение Навье-Стокса. Использование и модификация реологических свойств потока с помощью инструмента функций. Задание требуемого поля скоростей.

Моделирование процесса перемешивания жидкости мешалкой. Модель турбулентного потока (Turbulent flow) и отличия от ламинарного. Сопряжение моделей турбулентного потока и переноса вещества. Вычислительная сложность.

Раздел 2. Моделирование и оптимизация процесса синтеза полимера с заданными свойствами при гомо- и сополимеризации

2.1. Математическое моделирование и оптимизация поликонденсационных процессов и реакторов. Вычисление характеристик процесса: встроенные функции интегрирования вдоль линии, по поверхности и объему. Дифференцирование. Нахождение средних. Представление результатов. Параметрическая развертка (Parametric sweep), использование для оптимизации целевой функции. Оптимизация выхода полимера по температуре либо скорости перемешивания при заданной продолжительности процесса.

2.2. Применение математических моделей при разработке, проектировании и создании оптимальных технико-экономических моделей промышленных процессов получения полимерных композитов. Молекулярная механика. Понятие о силовых полях, проблема учета электростатических взаимодействий, проблема множества локальных минимумов, методы исследования конформационного пространства: молекулярная динамика, simulated annealing, дистанционная геометрия. Проблема учета растворителя. Целенаправленное регулирование строения полимеров и их модификация химическими и физическими методами, синтез многофункциональных полимеров и композитов, интеллектуальных структур с их применением, методы стабилизации их свойств в условиях внешних воздействий.

4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы | В зачетных единицах | В академ. часах | В астроном. часах |
|--|------------------------|-----------------|-------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану | 3 | 108 | 81 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 1,42 | 51 | 38,25 |
| Лекции (Лек) | 0,45 | 16 | 12 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,52 | 19 | 14,5 |
| Лабораторные работы (Лаб) | 0,45 | 16 | 12 |
| Самостоятельная работа (СР): | 1,57 | 56,6 | 42,45 |
| Контактная самостоятельная работа | — | — | — |
| Выполнение курсовой работы | 0,45 | 16 | 12 |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | 1,12 | 40,6 | 30,45 |
| Зачет с оценкой: | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Вид контроля: | Зачет с оценкой | | |

Аннотация рабочей программы дисциплины

«Моделирование молекулярных систем и химической кинетики» (Б1.В.ДВ.03.07)

1. Цель дисциплины – освоение методов молекулярного моделирования и их использования для расчета с помощью цифровых инструментов (*in silico*) физических свойств полимеров и композитов, а также решения задач химической кинетики.

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

Обладать следующими профессиональными (ПК) компетенциями:

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

- готовностью к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации (ПК-5).

Знать:

- теорию метода Монте-Карло;

- основные принципы молекулярно-динамического моделирования, основной молекулярно-динамический алгоритм;
- природу межатомных взаимодействий, потенциалы межатомного взаимодействия;
- методы интегрирования уравнений движения;
- интерфейс программного пакета BIOVIA Materials Studio

Уметь:

- задавать начальные скорости и смещения атомов для последующих молекулярно-динамических расчетов;
- реализовывать различные алгоритмы численного интегрирования уравнений движения;
- интерпретировать результаты молекулярно-динамического моделирования;
- рассчитывать физические свойства полимеров и взаимодействие полимер-неорганическая поверхность;
- рассчитывать константу скорости каталитических процессов, происходящих на поверхности кристаллов.

Владеть:

- подходами оценки свойств полимеров, основывающихся на построении количественных взаимосвязей структура-свойство;
- программным пакетом BIOVIA Materials Studio.

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Теория метода молекулярной динамики.

1.1. Основы молекулярно-динамического моделирования. Межатомные взаимодействия. Потенциалы взаимодействия.

1.2. Граничные условия. Процедура инициализации. Интегрирование уравнений движения.

1.3. Термодинамические ансамбли. Контроль температуры. Контроль давления.

1.4. Силовое поле. Особенности применения метода для высокомолекулярных соединений.

Раздел 2. Предсказательное моделирование свойств полимеров и композитов.

2.1. Теоретическое рассмотрение подходов, основывающихся на построении количественных взаимосвязей структура-свойств (QSPR) для расчета свойств полимеров. Эмпирических метод Ван Кревелена. Метод индексов связанности Бицерано. Метод атомной аддитивности (AA) А.А. Аскадского.

2.2. Программный пакет BIOVIA Materials Studio: обзор, интерфейс, практика применения метода молекулярной динамики и QSPR для предсказательного моделирования свойств полимеров и композитов. Создание моделей молекул, мономеров, повторяющихся звеньев.

2.3. Оценка свойств полимеров методом Бицерано.

2.4. Создание расчетных ячеек для молекулярно-динамического моделирования.

2.5. Выполнение молекулярно-динамического моделирования в различных ансамблях. Определение механических свойств полимера.

2.6. Построение полимерных сеток. Определение температуры стеклования полимеров. 2.7. Определение взаимодействия на границе полимер – поверхность. Переход к мультимасштабному моделированию. Экспорт результатов моделирование в программный пакеты вычислительной механики на основе метода конечных элементов на примере SIMULIA Abaqus CAE.

2.8. Экспорт результатов моделирование в программный пакеты вычислительной механики на основе метода конечных элементов на примере SIMULIA Abaqus CAE.

Раздел 3. Применение метода Монте-Карло для решения задач химической кинетики.

3.1. Теоретические основы моделирования физических и химических процессов, происходящих на поверхности кристаллов. Кинетическое моделирование Монте-Карло (КМК). Моделирование химической кинетики в пакете BIOVIA Materials Studio.

3.2. Применение метода КМК на примере расчета константы скорости реакции поверхности кристаллического катализатора и построение зависимостей относительной концентрации веществ в системе.

4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы | В зачетных единицах | В академ. часах | В астроном. часах |
|--|------------------------|-----------------|-------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану | 3 | 108 | 81 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 1,42 | 51 | 38,25 |
| Лекции (Лек) | 0,45 | 16 | 12 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,52 | 19 | 14,5 |
| Лабораторные работы (Лаб) | 0,45 | 16 | 12 |
| Самостоятельная работа (СР): | 1,57 | 56,6 | 42,45 |
| Контактная самостоятельная работа | — | — | — |
| Выполнение курсовой работы | 0,45 | 16 | 12 |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | 1,12 | 40,6 | 30,45 |
| Зачет с оценкой: | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Вид контроля: | Зачет с оценкой | | |

**Аннотация рабочей программы дисциплины
«Моделирование междисциплинарных систем» (Б1.В.ДВ.03.08)**

1. Цель дисциплины – освоение цифровых инструментов 1D-моделирования для создания виртуальных прототипов реальных химико-технологических систем лабораторного и крупномасштабного уровня.

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

Обладать следующими профессиональными (ПК) компетенциями:

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

- готовностью к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации (ПК-5).

Знать:

- подходы построению, проверке и оптимизации производительности программно-управляемых мультидоменных химико-технологических систем;

Уметь:

- описывать и закладывать в модель структурные элементы и свойства химико-технологической системы, физические и химические свойства обрабатываемых материалов;

- определять взаимодействие отдельных элементов химико-технологической системы.

Владеть:

- цифровыми инструментами 1D-моделирования для создания виртуальных прототипов реальных химико-технологических систем.

3. Краткое содержание дисциплины

Цифровой двойники - имитационная модель эксплуатируемого материального химико-технологической системы. Вычисление параметров текущего состояния с учетом фактической истории изменения, режима и условий работы объекта (системы).

Роль цифровых двойников в проектировании, предиктивном техническом обслуживании и оптимизации управления промышленных химико-технологических систем.

Работа с платформой для моделирования, имитации и анализа виртуальных прототипов химико-технологической систем. Подходы построению, проверке и оптимизации производительности программно-управляемых мультидоменных химико-технологических систем.

4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы | В зачетных единицах | В академ. часах | В астроном. часах |
|--|------------------------|-----------------|-------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану | 3 | 108 | 81 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 1,42 | 51 | 38,25 |
| Лекции (Лек) | 0,45 | 16 | 12 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,52 | 19 | 14,5 |
| Лабораторные работы (Лаб) | 0,45 | 16 | 12 |
| Самостоятельная работа (СР): | 1,57 | 56,6 | 42,45 |
| Контактная самостоятельная работа | — | — | — |
| Выполнение курсовой работы | 0,45 | 16 | 12 |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | 1,12 | 40,6 | 30,45 |
| Зачет с оценкой: | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Вид контроля: | Зачет с оценкой | | |

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

Дисциплины по выбору в 4 семестре (1 на выбор)

Аннотация рабочей программы дисциплины

«Цифровая трансформация химических производств» (Б1.В.ДВ.04.01)

1. Цель дисциплины – научить будущих магистров проводить синхронизацию реального состояния производственного цикла на промышленном предприятии с его цифровой моделью путём сопоставления математических моделей промышленных узлов, систем и оборудования с данными, полученными от интеллектуальных сенсорных сетей.

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

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

- способностью к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи (ПК-2);
- готовностью к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации (ПК-5).

Знать:

- современные средства аналитики, которые, используя большие массивы данных, собранных с датчиков на критическом для производства оборудовании, модели для прогнозирования возможных сбоев;

- возможности и ограничения предсказательной аналитики технологического процесса;

Уметь:

- регулировать производственный цикл в зависимости от спроса на выпускаемую продукцию;

- Владеть:

- принципами мониторинга, диагностики и прогнозирования процессов производства при разных возможных ситуациях.

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Главные тенденции развития цифровой экономики в мире

Введение. Задачи и содержание курса «Цифровая трансформация химических производств».

1.1. Понятие цифровизации и сущность явления. История возникновения концепции «Индустрия 4.0». Понятие цифрового предприятия. Настоящее и будущее цифровых технологий в мире.

1.2. Концепция программы «Цифровая экономика» РФ. Государственная программа РФ в области цифровой экономики. НТИ. Отраслевые реалии. Сложности и ограничения перехода к цифровому предприятию. Современные модели и концепции образа цифрового предприятия на примере немецкой модели «Индустрия 4.0». Модели и цифровые технологии, которые возможно применить в российской промышленности.

Раздел 2. Характеристики цифрового предприятия

2.1. Области применения и использования технологий цифрового предприятия. Цифровая трансформация в ключе концепции «Цифровая экономика». Новые реалии для предприятия. Критерии принятия решения о необходимости перехода к цифровизации. Что дает цифровизация: достоинства и недостатки. Оценка цифровой зрелости предприятия.

2.2. Реинжиниринг бизнес-процессов при цифровизации производства. Цифровая стратегия. Формирование цифровой структуры. Модель цифрового управления. Модель управления цифровым бизнесом. Управление жизненным циклом изделия. Применение концепции PLM в сложном многооперационном химическом производстве. Инновационная культура организации (ИКО). Цифровые компетенции руководителей предприятий. Понятие компетентностного подхода.

4. Объем учебной дисциплины:

| Виды учебной работы | В зачетных единицах | В академ. часах | В астроном. часах |
|--|------------------------|-----------------|-------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану | 3 | 108 | 81 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 0,95 | 34 | 25,5 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,94 | 34 | 25,5 |
| Самостоятельная работа (СР): | 2,04 | 73,6 | 55,2 |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | 1,57 | 73,6 | 55,2 |
| Зачет с оценкой: | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Вид контроля: | Зачет с оценкой | | |

5.4. Практики

Аннотация рабочей программы Учебной практики: научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) (Б2.В.01(У))

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

2. В результате прохождения практики обучающийся должен:

Обладать следующими общепрофессиональными (ОПК):

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

Знать:

- основные принципы работы используемого оборудования;
- основные методики проведения экспериментов, предусмотренных тематикой научно-исследовательской работы;

Уметь:

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

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

Владеть:

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

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

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

- навыками выступлений перед учебной аудиторией.

3 Краткое содержание практики

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

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

Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков включает этапы ознакомления с принципами организации научных исследований и учебной работы (разделы 1, 2) и этап практического освоения деятельности ученого-исследователя (раздел 3).

Раздел 1. Введение – цели и задачи учебной практики. Организационно-методические мероприятия.

Раздел 2. Знакомство с организацией научно-исследовательской и образовательной деятельности. Принципы, технологии, формы и методы организации научно-исследовательской деятельности на примере организации научной работы кафедры (проблемной лаборатории, научной группы). Принципы, технологии, формы и методы обучения студентов на примере организации учебной работы кафедры.

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

4 Объем практики:

| Виды учебной работы | В зачетных единицах | В академ. часах | В астр. часах |
|--|------------------------|-----------------|---------------|
| Общая трудоемкость практики по учебному плану | 8 | 288 | 216 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 2,83 | 102 | 76,5 |
| Практические занятия (ПЗ) | 2,83 | 102 | 76,5 |
| Самостоятельная работа (СР): | 5,16 | 185,6 | 85,2 |
| Контактная самостоятельная работа | - | - | - |
| Виды самостоятельной работы | 5,16 | 185,6 | 139,2 |
| Зачет с оценкой: | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Вид контроля: | Зачет с оценкой | | |

Аннотация рабочей программы

Производственная практика: научно-исследовательская работа» (Б2.В.01(Н))

1 Цель практики– формирование необходимых компетенций для осуществления научно-исследовательской деятельности по направлению подготовки 18.04.01 «Химическая технология» магистерской программы «Химическое машиностроение и системный химический инжиниринг. Технология нефтегазохимии, промышленного органического синтеза, полимерных и функциональных материалов», получение профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности путём самостоятельного творческого выполнения задач, поставленных программой практики.

2 В результате прохождения практики обучающийся должен:

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

- способностью осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действия (УК-1);

- способностью формулировать задачи в области химической технологии для самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы, разрабатывать планы их реализации и задания для исполнителей (ПК-1);

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

- способностью применять современные приборы и методы исследования, планировать, организовывать и проводить эксперименты и испытания, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-3);

- способностью формулировать и реализовывать цели и задачи исследований и разработок в области технологий полимеров, композиционных материалов и покрытий (ПК-4);

- готовностью к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации (ПК-5).

Знать:

- подходы к организации самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы;
- принципы организации проведения экспериментов и испытаний;
- принципы и способы защиты объектов интеллектуальной собственности и коммерциализации прав на объекты интеллектуальной собственности;

Уметь:

- выполнять поиск, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации, осуществлять выбор методик и средств решения задач, поставленных программой практики;
- выполнять обработку и анализ результатов экспериментов и испытаний;
- анализировать возникающие в научно-исследовательской деятельности затруднения и способствовать их разрешению;

Владеть:

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

3 Краткое содержание практики:

Выбор направления научного исследования, определение проблемы и вытекающей из неё целей и задач, выдвижение гипотезы их решения. Планирование, подготовка и проведение эксперимента по выбранной тематике. Анализ полученных данных, формулировка выводов по работе.

Производственная практика: НИР способствует закреплению теоретических знаний, полученных обучающимися при изучении программы магистратуры, развитию у обучающихся навыков научно-исследовательской деятельности.

В результате прохождения производственной практики: НИР необходимо подготовить и представить к защите научно-исследовательскую работу (НИР), выполненную на современном уровне развития науки и техники и соответствующую выбранному направлению подготовки и программе обучения. В представленной к защите НИР должны получить развитие знания и навыки, полученные обучающимся при освоении программы магистратуры, в том числе при изучении специальных дисциплин. Представленная к защите НИР должна содержать основные теоретические положения, экспериментальные результаты, практические достижения и выводы из работы.

Раздел 1. Выбор направления научных исследований.

Подготовительный этап (выбор направления научных исследований, определение проблемы и вытекающих из нее целей и задач, выдвижение гипотезы их решения, обсуждение методов исследования). Знакомство со специальной литературой и другой научно-технической информацией, достижениями отечественной и зарубежной науки и техники в области научного направления; развитие умений, навыков сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по теме НИР, постановка цели, объекта, предмета, задач, гипотезы исследования. Обсуждение полученных результатов (анализ данных). Формулирование выводов по работе. Оформление отчета и подготовка презентационного материала. Защита результатов учебно-исследовательской работы.

Раздел 2. Освоение методик измерений.

Освоение методик измерений, расчетов, участие в создании экспериментальных установок; развитие умений подготовки тезисов докладов, материалов НИР для участия на конференциях различного уровня, публикаций в научной периодике. Обсуждение полученных результатов (анализ данных). Формулирование выводов по работе. Оформление отчета и подготовка презентационного материала. Защита результатов учебно-исследовательской работы.

Раздел 3. Работа над темой исследования.

Участие в создании экспериментальных установок, отработке методики измерений и проведении научных исследований по теме работы. Обработка результатов исследований. Построение зависимостей и их анализ. Формулирование выводов по работе. Оформление отчета и подготовка презентационного материала. Защита результатов учебно-исследовательской работы.

Раздел 4. Систематизации и анализа научно - технической информации и экспериментальных данных. Выполнение обработки результатов, оценка погрешности. Закрепление знаний, по профессионально-ориентированным дисциплинам. Оформление отчета и подготовка презентационного материала. Защита НИР. Подготовка материалов по теме НИР для выполнения выпускной квалификационной работы.

4 Объем практики:

| Виды учебной работы | В зачетных единицах | В академ. часах | В астр. часах |
|--|------------------------------------|-----------------|---------------|
| Общая трудоемкость практики по учебному плану | 43 | 1548 | 1161 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 27,11 | 976 | 732 |
| Практические занятия (ПЗ) | 27,11 | 976 | 732 |
| Самостоятельная работа (СР): | 14,86 | 534,8 | 401,1 |
| Контактная самостоятельная работа | | - | |
| Виды самостоятельной работы | 534,8 | 534,8 | 401,1 |
| Зачет с оценкой | 0,03 | 1,2 | 0,9 |
| Экзамен | 1 | 36 | 27 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 1 | 0,4 | 0,3 |
| Подготовка к экзамену | | 35,6 | 26,7 |
| Вид контроля: | Зачет с оценкой Экзамен | | |
| В том числе | | | |
| 1 семестр | | | |
| Общая трудоемкость практики по учебному плану | 8 | 288 | 216 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 4,72 | 170 | 127,5 |
| Практические занятия (ПЗ) | 4,72 | 170 | 127,5 |
| Самостоятельная работа (СР): | 3,27 | 117,6 | 88,2 |
| Контактная самостоятельная работа | - | - | |
| Виды самостоятельной работы | 5,27 | 117,6 | 88,2 |
| Зачет с оценкой | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,01 | 0,4 | 0,4 |
| Вид контроля: | Зачет с оценкой | | |
| 2 семестр | | | |
| Общая трудоемкость практики по учебному плану | 6 | 216 | 162 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 4,72 | 170 | 127,5 |
| Практические занятия (ПЗ) | 4,72 | 170 | 127,5 |
| Самостоятельная работа (СР): | 1,27 | 45,6 | 34,2 |
| Контактная самостоятельная работа | - | - | |
| Виды самостоятельной работы | 1,27 | 45,6 | 34,2 |
| Зачет с оценкой | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Вид контроля: | Зачет с оценкой | | |
| 3 семестр | | | |
| Общая трудоемкость практики по учебному плану | 13 | 468 | 351 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 7,56 | 272 | 204 |
| Практические занятия (ПЗ) | 7,56 | 272 | 204 |
| Самостоятельная работа (СР): | 5,43 | 195,6 | 146,7 |
| Контактная самостоятельная работа | - | - | |
| Виды самостоятельной работы | 5,43 | 195,6 | 146,7 |
| Зачет с оценкой | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,01 | 0,4 | 0,3 |
| Вид контроля: | Зачет с оценкой | | |
| 4 семестр | | | |
| Общая трудоемкость практики по учебному плану | 16 | 576 | 432 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 10,11 | 364 | 273 |

| | | | |
|--|----------------|------------|------------|
| Практические занятия (ПЗ) | 10,11 | 364 | 273 |
| Самостоятельная работа (СР): | 4,89 | 176 | 132 |
| Контактная самостоятельная работа | - | - | |
| Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР | 4,89 | 176 | 132 |
| Экзамен | 1 | 36 | 27 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 1 | 0,4 | 0,3 |
| Подготовка к экзамену | | 35,6 | 26,7 |
| Вид контроля: | Экзамен | | |

5.5. Государственная итоговая аттестация: выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (БЗ.01)

1 Цель государственной итоговой аттестации: выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы – выявление уровня теоретической и практической подготовленности выпускника вуза к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки магистров 18.04.01 Химическая технология, магистерская программа «Химическое машиностроение и системный химический инжиниринг. Технология нефтегазохимии, промышленного органического синтеза, полимерных и функциональных материалов».

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

Выпускник, освоивший программу магистратуры, должен обладать следующими универсальными (УК), общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями:

- способностью осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действия (УК-1);
- способностью управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла (УК-2);
- способностью организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели (УК-3);
- способностью применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия (УК-4);
- способностью анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия (УК-5);
- способностью определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки (УК-6);
- способностью организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок, разрабатывать задания для исполнителей (ОПК-1);
- способностью использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты для решения производственных и научных задач (ОПК-2);
- способностью разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку (ОПК-3);
- способностью находить оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты (ОПК-4);
- способностью формулировать задачи в области химической технологии для самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы, разрабатывать планы их реализации и задания для исполнителей (ПК-1);
- способностью к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи (ПК-2);
- способностью применять современные приборы и методы исследования, планировать, организовывать и проводить эксперименты и испытания, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-3);
- способностью формулировать и реализовывать цели и задачи исследований и разработок в области технологий полимеров, композиционных материалов и покрытий (ПК-4);

- готовностью к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации (ПК-5).

Знать:

- основные приемы анализа и синтеза и переработки полимерных материалов;
- приемы и методы определения пути и выбора средств устранения недостатков, препятствующих успешному личностному и профессиональному развитию и росту;
- принципы выбора и условия эксплуатации современного оборудования и приборов, необходимых для проведения научных исследований в области химической технологии полимерных материалов;
- методы математического моделирования материалов и технологических процессов энерго- и ресурсосбережения в химической технологии полимерных материалов;
- принципы организации самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы;
- источники научно-технической информации по теме исследования;
- принципы выбора и аналитические возможности использования современных методик и методов в проведении аналитических экспериментов и испытаний полимерных материалов, методы анализа полученных результатов и их корректной интерпретации;
- требования нормативных документов к структуре, содержанию и оформлению научно-технических отчетов, рабочих проектов, особенности подготовки публикаций по результатам выполненных исследований и требования к их содержанию, структуре, оформлению;
- принципы разработки математических моделей и методы и приемы их экспериментальной проверки.

Уметь:

- использовать методы анализа и синтеза в научной работе, соотносить теоретические положения с конкретными данными;
- планировать процесс развития профессионального мастерства и повышения уровня квалификации;
- эксплуатировать современное оборудование и приборы, необходимые для проведения научных исследований в области химической технологии полимерных материалов;
- использовать данные и характеристики явлений и процессов для построения математических моделей, делать теоретические выводы;
- организовывать научно-исследовательскую работу;
- использовать для решения прикладных задач в области технологии полимерных материалов основные понятия и законы физики и химии полимеров, методы математического анализа и моделирования, анализировать информацию о новых технологиях производства и переработки полимеров и материалов на их основе и влиянии их на окружающую среду;
- вести математическую обработку результатов экспериментов и испытаний, осуществлять их корректную интерпретацию;
- составлять научно-технические отчеты, отвечающие нормативным требованиям, осуществлять подготовку публикаций по результатам выполненных исследований;
- выполнять лабораторные эксперименты для подтверждения корректности математических моделей, делать выводы на основе полученных данных.

Владеть:

- навыками анализа разнородных фактов, обобщения значительного числа данных, навыками осмысления теоретических положений;
- навыками разработки оригинального решения ситуационной задачи, моделирующей конкретный производственный процесс в ходе эксперимента;
- приемы и методы постоянного совершенствования, саморазвития, навыками самостоятельной организации исследовательских развивающих программ;
- навыками эксплуатации современных приборов для анализа различных веществ и контроля производственных процессов в области химической технологии полимерных материалов;

- навыками проведения лабораторного эксперимента для проверки теоретических выводов и математических моделей;
- методами организации и осуществления научно-исследовательской работы;
- данными о приоритетных направлениях развития полимерных материалов;
- навыками обработки экспериментальных данных для их корректной интерпретации;
- навыками составления научно-технических отчетов, подготовки публикаций по результатам выполненных исследований;
- навыками математического моделирования и техникой лабораторного эксперимента.

3 Краткое содержание государственной итоговой аттестации: защиты выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.

Государственная итоговая аттестация: защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты в форме защиты выпускной квалификационной работы проходит в 4 семестре на базе знаний, полученных обучающимися при изучении дисциплин направления 18.04.01 Химическая технология, магистерская программа «Химическое машиностроение и системный химический инжиниринг. Технология нефтегазохимии, промышленного органического синтеза, полимерных и функциональных материалов» и прохождения практик.

Государственная итоговая аттестация: защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты проводится государственной экзаменационной комиссией (ГЭК).

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

Защита выпускной квалификационной работы является обязательной процедурой итоговой государственной аттестации обучающихся в магистратуре, завершающих обучение по направлению подготовки магистратуры. Она проводится публично на открытом заседании ГЭК в соответствии с локальными нормативными и распорядительными актами университета, на котором могут присутствовать все желающие. Материалы, представляемые к защите:

- выпускная квалификационная работа;
- задание на выполнение выпускной квалификационной работы;
- отзыв руководителя выпускника магистратуры;
- рецензия на выпускную квалификационную работу;
- презентация (раздаточный материал), подписанная руководителем;
- доклад.

В задачи ГЭК входят выявление подготовленности выпускника магистратуры к профессиональной деятельности и принятие решения о возможности выдачи ему диплома.

Решение о присуждении выпускнику квалификации магистра принимается на заседании ГЭК простым большинством при открытом голосовании членов комиссии на основании результатов итоговых испытаний. Результаты определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Обучающийся имеет право подать в апелляционную комиссию апелляцию о нарушении, по его мнению, установленной процедуры защиты выпускной квалификационной работы. Апелляция о несогласии с результатами защиты выпускной квалификационной работы не принимается.

4 Объем государственной итоговой аттестации: защиты выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты

Программа относится к базовой части учебного плана, к блоку 3 «Государственная итоговая аттестация» (БЗ.Б.01) и рассчитана на сосредоточенное прохождение в 8 семестре (4 курс) обучения в объеме 216 ч (6 ЗЕТ). Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области физической химии, технологии синтеза и переработки полимеров и полимерных композиционных материалов.

| Виды учебной работы | В зачетных единицах | В академ. часах | В астроном. часах |
|--|---------------------|-----------------|-------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану | 9 | 324 | 243 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | — | — | — |
| Самостоятельная работа (СР): | 9 | 324 | 243 |
| Выполнение, написание и оформление ВКР | 8,98 | 323,33 | 242,5 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,02 | 0,67 | 0,5 |
| Вид контроля: | Защита ВКР | | |

5.6 Факультативы

Аннотация рабочей программы дисциплины «Профессионально-ориентированный перевод» (ФТД. 01)

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

2 В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:

Обладать следующими универсальными (УК) компетенциями:

- способностью применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия (УК-4).

Знать:

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

Уметь:

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

Владеть:

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

3 Краткое содержание дисциплины

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

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

Техническая терминология: характеристики.

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

Раздел 2. Лексико-грамматические проблемы перевода специальных текстов

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

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

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

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

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

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

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

4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы | В зачетных единицах | В академ. часах | В астроном. часах |
|--|---------------------|-----------------|-------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану | 2 | 72 | 54 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 0,94 | 34 | 25,5 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,94 | 34 | 25,5 |
| Самостоятельная работа (СР): | 1,05 | 37,8 | 28,35 |
| Контактная самостоятельная работа | — | — | — |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | 1,05 | 37,8 | 28,35 |
| Зачет: | 0,01 | 0,2 | 0,15 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,006 | 0,2 | 0,15 |
| Вид контроля: | Зачет | | |

Аннотация рабочей программы дисциплины «Программирование на Python» (ФТД.В.03)

1. Цель дисциплины – научиться проектировать и разрабатывать приложения, используя базовые возможности языка программирования Python.

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

Обладать следующими универсальными (УК) компетенциями:

- способностью осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действия (УК-1).

Знать:

- основные методы сбора и обработки данных в Python;

Уметь:

- находить необходимые для работы на языке программирования данные;

Владеть:

- навыками программирования в Python;

- навыками работы с разными форматами файлов с данными.

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Начало работы в Python. Установка Python

1.1. Знакомство с интерфейсом. Знакомство с интерфейсом Jupyter Notebook. Элементы языка разметки Markdown. Установка и импорт библиотек. Элементарные вычисления в Python.

1.2. Переменные в Python. Типы данных в Python. Типы данных в Python: числовой, целочисленный, логический, строковый. Преобразование типов. Управляющие конструкции в Python.

Структуры данных в Python. Циклы в Python. Функции в Python. Устройство функций в Python. Написание простейших функций. Lambda-функции. Исключения. Поиск ошибок в коде и отладка.

Раздел 2. Работа с файлами в Python

2.1. Форматы хранения данных. Работа с файлами в Python: открытие, изменение, сохранение. Разные форматы хранения данных: csv-файлы, json-файлы, txt-файлы. Работа с текстами. Массивы NumPy.

2.2. Работа с таблицами. Работа с файлами Excel: открытие и сохранение файлов. Обзор возможностей библиотеки pandas. Преобразование датафреймов pandas: добавление строк и столбцов в таблицу, фильтрация строк по условиям. Группировка и агрегирование данных. Объединение таблиц. Визуализация данных. Работа с html-файлами. Управление браузером из Python.

4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы | В зачетных единицах | В академ. часах | В астроном. часах |
|--|---------------------|-----------------|-------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану | 2 | 72 | 54 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 0,94 | 34 | 25,5 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,94 | 34 | 25,5 |
| Самостоятельная работа (СР): | 1,05 | 37,8 | 28,35 |
| Контактная самостоятельная работа | — | — | — |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | 1,05 | 37,8 | 28,35 |
| Зачет: | 0,01 | 0,2 | 0,15 |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 0,006 | 0,2 | 0,15 |
| Вид контроля: | Зачет | | |

6. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ МАГИСТРАТУРЫ

6.1 Общесистемные требования к реализации ООП магистратуры

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

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

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

Электронная информационно-образовательная среда университета обеспечивает:

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

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

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

6.2 Требования к материально-техническому обеспечению ООП магистратуры

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

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

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

Материально-техническое обеспечение ООП магистратуры включает:

6.2.1 Оборудование, необходимое в образовательном процессе

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью

Состав оборудования включает установки для синтеза, исследования физико-механических свойств полимеров, установки для получения образцов из полимерных материалов: вакуумный шкаф, сушильный шкаф, вытяжные шкафы, весы, Копёр – для испытаний на ударную вязкость, машина для испытаний на растяжение, печь для измерения теплостойкости, пресс гидравлический, приборы для определения показателя текучести расплава – ИИРТ, аппарат для вырезки образцов, вакуум-формовочная машина, литьевая машина, термопласт-автомат, вискозиметр «Реостат» для реологических исследований, разрывные машины – для испытаний плёночных и высоконаполненных композиционных материалов, универсальная испытательная машина, станок для подготовки образцов полимерных материалов к исследованиям.

Библиотека, имеющая рабочие места, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

В свою очередь РХТУ им. Д.И. Менделеева имеет в своем составе центр коллективного пользования (ЦКП), который включает лаборатории атомноабсорбционной спектроскопии, молекулярной оптической спектроскопии, ядерной магнитной резонансной спектроскопии, рентгенофазового анализа, электронной микроскопии, изучения поверхности материалов

6.2.2 Учебно-наглядные пособия:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; иллюстрации к разделам лекционного курса, практическим и лабораторным занятиям

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; локальная сеть с выходом в Интернет; аудитории со стационарными комплексами отображения информации с электронного носителя; переносные ноутбуки; переносные проекторы; WEB-камеры.

6.2.4 Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

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

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

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

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

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

Для реализации основной образовательной программы подготовки магистров используются фонды учебной, учебно-методической, научной, периодической научно-технической литературы Информационно-библиотечного центра (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева и кафедр, участвующих в реализации программы.

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

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

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ составляет 1719785 экз.

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

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

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

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

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

Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения

| № п/п | Электронный ресурс | Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей | Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором |
|-------|--|---|---|
| 1 | Электронно-библиотечная система (ЭБС) «ЛАНЬ» | Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань» Договор от 26.09.2020 № 33.03-Р-3.1-2173/2020 Сумма договора – 747 661-28 С 26.09.2020 по 25.09.2021 Договор от 26.09.2021 №33.03-Р-3.1-3824/2021 С 26.09.2021 по 25.09.2022 Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com | Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ (Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика»- |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС. | Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», «Инженерно-технические науки» - изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» - изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент» - изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания в соответствии с Договором. |
| | | Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань» Договор от 26.09.2021 № 33.03-Р-3.1-3824/2021 Сумма договора – 498445-10 С 26.09.2021 по 25.09.2022 Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС. | Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», Экономика и менеджмент» - изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания из коллекций других издательств в соответствии с Договором. |
| | | Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань» Договор от 26.09.2021 № 33.03-Р-3.1-3825/2021 Сумма договора – 283744-98 С 26.09.2021 по 25.09.2022 Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС. | «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Инженерно-технические науки» - изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Физика» - изд-ва «ЛАНЬ», а также отдельные издания из других коллекций издательства «ЛАНЬ» в соответствии с Договором. |
| 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 | Принадлежность сторонняя. | Электронная библиотека нормативно-технических |

| | | | |
|---|--|---|--|
| | система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России». | Реквизиты контракта – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ-Центр» Контракт от 24.12.2021 216-277ЭА/2021 Сумма договора – 887 604-00 С 01.01.2022 по 31.12.2022 Ссылка на сайт ЭБС – http://reforma.kodeks.ru/reforma/ Количество ключей – 10 лицензий + локальный доступ с компьютеров ИБЦ. | изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД |
| 4 | Электронная библиотека диссертаций (ЭБД РГБ) | Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ФГБУ РГБ Договор от 23.04.2021 № 33.03-Р-2.0-23269/2021 Сумма договора – 398 840-00 С 23.04.2021 по 22.04.2022 Ссылка на сайт ЭБС – http://diss.rsl.ru Количество ключей – 10 лицензий + распечатка в ИБЦ. | В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки: с 1998 года – по специальностям: «Экономические науки», «Юридические науки», «Педагогические науки» и «Психологические науки»; с 2004 года - по всем специальностям, кроме медицины и фармации; с 2007 года - по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации. |
| 5 | БД ВИНТИ РАН | Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора- ВИНТИ РАН Договор от 20.04.2021 № 33.03-Р-3.1-3273/2021 Сумма договора - 100 000-00 С 20.04.2021 по 19.04.2022 Ссылка на сайт – http://www.viniti.ru/ Количество ключей – локальный доступ для пользователей РХТУ в ИБЦ РХТУ. | 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 |
| 6 | Научно-электронная библиотека «eLibrary.ru» | Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО Научная электронная библиотека, Договор от 24.12.2021 № SU-364/2021/33.03-Р-3.1-4085/2021 Сумма договора – 1 309 275-00 С 01.01.2022 по 31.12.2022 Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. | Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – это крупнейший российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 29 млн научных статей и публикаций, в том числе электронные версии более 5600 российских научно-технических журналов. |

| | | | |
|---|--|---|---|
| | | Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте НЭБ. | |
| 7 | Справочно-правовая система «Гарант» | Принадлежность – сторонняя Контракт от 27.12.2021 № 215-274ЭА/2021 Сумма контракта 680 580-00 С 01.01.2022 по 31.12.2022 Ссылка на сайт – http://www.garant.ru/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен | Гарант – справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации. |
| 8 | Электронно-библиотечная система издательства «ЮРАЙТ» | Принадлежность – сторонняя «Электронное издательство ЮРАЙТ» Договор от 16.03.2021 № 33.03-Р-2.0-3196/2021 Сумма договора – 394 929-00 С 16.03.2021 по 15.03.2022 Ссылка на сайт – https://biblio-online.ru/ Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС. | 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. |
| 9 | Электронно-библиотечная система «Консультант студента» | Принадлежность – сторонняя ООО «Политехресурс» Договор от 16.03.2021 № 33.03-Р-2.0-3196/2021 Сумма договора – 138 100-00 С 16.03.2021 по 15.03.2022 Ссылка на сайт – http://www.studentlibrary.ru Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС. | Комплект изданий, входящих в базу данных «Электронная библиотека технического ВУЗа». |

| | | | |
|----|---|--|---|
| 10 | Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» | Принадлежность – сторонняя ООО «ЗНАНИУМ», Договор от 06.04.2021 № 5137 эбс /33.03-Р-3.1-3274/2021 Сумма договора – 30 000-00 С 06.04.2021 по 05.04.2022 Ссылка на сайт – https://znanium.com/ Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. | Коллекция изданий учебников и учебных пособий по различным отраслям знаний для всех уровней профессионального образования. |
| 11 | Информационно-аналитическая система Science Index | Принадлежность – сторонняя ООО «Научная электронная библиотека» Договор от 26.02.2021 № SIO-364/2021/ 33.03-Л-3.1-3184/2021 Сумма договора – 108 000-00 С 17.03.2021 по 19.03.2022 Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Количество ключей – локальный доступ для сотрудников ИБЦ. | Систематизация, корректировка профилей ученых РХТУ и университета в целом. Анализ публикационной активности сотрудников университета. |
| 12 | Издательство Wiley | Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 10.06.2021 № 622 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – http://onlinelibrary.wiley.com/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Возможен удаленный доступ после индивидуальной регистрации. | Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др. |
| 13 | QUESTEL ORBIT | Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 10.06.2021 № 621 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – https://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. |
| 14 | American Chemical Society | Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 26.07.21 № 787 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – http://www.acs.org/content/acs/en.html | Коллекция журналов по химии и химической технологии Core + издательства American Chemical Society |

| | | | |
|----|---|---|---|
| | | Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа: https://pubs.acs.org/page/remotearchive | |
| 15 | База данных Reaxys и Reaxys Medicinal Chemistry Компании Elsevier | Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 15.06.2021 № 633 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – https://www.reaxys.com/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ (https://podpiska.rfbr.ru/storage/instructions/elsevier_instructions.pdf) | Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и патентных публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза. Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных. |
| 16 | Ресурсы международной компании Clarivate Analytics | Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 15.06.2021 № 632 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=R1Ij2TUymdd7bUatOIJ&preferencesSaved= Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ (https://clarivate.ru/blog/2020_03_web_of_science_remote_access). | Открыт доступ к ресурсам: WEB of SCIENCE – реферативная и наукометрическая база данных. MEDLINE – реферативная база данных по медицине. |
| 17 | Электронные ресурсы издательства SpringerNature | Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 26.07.21 № 785 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт http://link.springer.com/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. | - Полнотекстовая коллекция электронных журналов Springer по различным отраслям знаний (2019 г.) http://link.springer.com/ Полнотекстовая коллекция журналов (архив 1893-1945) http://link.springer.com/ - Полнотекстовые 85 журналов Nature Publishing Group |

| | | | |
|----|---|---|---|
| | | | <p>https://www.nature.com/siteindex/index.html</p> <p>- Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols http://www.springerprotocols.com/</p> <p>- Коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга Springer Materials (The Landolt-Bornstein Database) http://materials.springer.com/</p> <p>- Полный доступ к статическим и динамическим справочным изданиям по любой теме</p> <p>- Реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH http://zbmath.org/</p> <p>- Nano Database https://goo.gl/PdhJdo</p> <p>Полнотекстовая коллекция книг издательства SpringerNature по различным отраслям знаний (2019) http://link.springer.com</p> |
| 18 | Издательство The Cambridge Crystallographic Data Centre (Кембриджский центр структурных данных) | <p>Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ от 10.05.2021 № 527</p> <p>С 01.01.2021 по 31.12.2021</p> <p>Ссылка на сайт – https://www.ccdc.cam.ac.uk/structures/</p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам.</p> | <p>База данных Кембриджского центра структурных данных (Cambridge Crystallographic Data Centre) – CSD Enterprise содержит данные о кристаллических, органических и элементоорганических соединениях.</p> <p>CSD предоставляет широкий спектр вариантов поиска кристаллических структур: по названию, химической формуле, элементному составу, литературному источнику, деталям эксперимента, фрагменту структуры.</p> |
| 19 | Коллекции издательства Elsevier на платформе ScienceDirect | <p>Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ от 10.06.2021 № 620</p> | <p>«Freedom Collection» – полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний,</p> |

| | | | |
|----|---|---|---|
| | | <p>С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – https://www.sciencedirect.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам. Удаленный доступ (https://podpiska.rfbr.ru/storage/instructions/elsevier_instructions.pdf).</p> | <p>включающая не менее 2000 наименований электронных журналов. «Freedom Collection eBook collection» – содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук. Доступ к архивам 2015-2019 гг.</p> |
| 20 | ИОР | <p>Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 26.07.21 № 788 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – https://www.iop.org/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Для получения удаленного доступа необходимо зарегистрироваться на сайте ИОР из сети своей организации и, используя данную учетную запись, авторизоваться на сайте издательства.</p> | |
| 21 | Scopus | <p>Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 10.06.2021 № 619 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – http://www.scopus.com. Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ (https://podpiska.rfbr.ru/storage/instructions/elsevier_instructions.pdf).</p> | <p>Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства ELSEVIER</p> |
| 22 | Royal Society of Chemistry (Королевское химическое общество) | <p>Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 26.07.21 № 790 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – http://pubs.rsc.org</p> | <p>Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии.</p> |

| | | | |
|----|---|---|---|
| | | Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа: https://www.rsc.org/covid-19-response/publishing-remote-access | |
| 23 | ProQuest Dissertation and Theses Global | Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ от 28.06.2021 № 688 С 01.01.2021 по 31.12.2021 Ссылка на сайт – http://search.proquest.com/dissertations?accountid=30373 Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ (https://podpiska.rfbr.ru/storage/instructions/proquest_instructions.pdf) | База данных ProQuest Dissertation & Theses Global (PQDT Global) авторитетная коллекция из более 5 млн. зарубежных диссертаций, более 2,5 млн. из которых представлены в полном тексте. |

6.3 Требования к кадровым условиям реализации ООП магистратуры

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

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

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

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

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

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

апробацию результатов указанной научно-исследовательской (творческой) деятельности на национальных и международных конференциях.

6.4 Требования к финансовым условиям реализации ООП магистратуры

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Тема ВКР персонально для каждого обучающегося утверждается приказом проректора по университету перед началом выполнения выпускной квалификационной работы. Данным приказом утверждается также руководитель ВКР. Перед началом выполнения ВКР обучающийся совместно с руководителем составляет индивидуальный план подготовки и выполнения ВКР, предусматривающий

очередность и сроки выполнения отдельных частей работы. Текст пояснительной записки ВКР проверяется на наличие неправомерных заимствований. Проверка осуществляется в соответствии с Положением о порядке проверки выпускных квалификационных работ и научных докладов об основных результатах подготовленных научно-квалификационных работ (диссертаций) на объем заимствования и их размещения в электронно-библиотечной системе РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А.

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

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

8 РАБОЧИЕ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИН, ПРАКТИК И ГИА

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

1. Деловой иностранный язык.
2. Инструментальные методы исследования в химической технологии Социология и психология профессиональной деятельности.
3. Современное технологическое и аппаратурное оформление процессов химической технологии.
4. Социология и психология профессиональной деятельности Оптимизация химико-технологических процессов.
5. Управление проектами.
6. Оптимизация химико-технологических процессов.
7. Цифровой дизайн в индустрии полимеров (CAD).
8. Прикладная вычислительная механика в индустрии полимеров (CAE/FEM).
9. Химия высокомолекулярных соединений.
10. Коллоидная химия полимеров.
11. Реология полимеров.
12. Физика и физическая химия полимеров.
13. Методы исследований и испытаний полимерных и композиционных материалов.
14. Системная инженерия и технологии инженерного мышления.
15. Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ).
16. Технология машиностроения.
17. Химия и технология полимеров для медицины и фармакологии.
18. Химия и технология элементоорганических полимеров.
19. Химия и технология термореактивных полимеров.
20. Тенденции развития химии и химической технологии полимеров.
21. Промышленный катализ и процессы получения крупнотоннажных полимеров.
22. Технологическое и аппаратурное оформление процессов переработки полимеров.
23. Научные основы получения полимеров со специальными свойствами.
24. Тенденции развития технологий переработки пластмасс.
25. Физико-химическая модификация и направленное регулирование свойств полимеров при переработке.
26. Экология, энерго- и ресурсосбережение в технологии переработки полимеров.
27. Полимерные композиционные материалы.
28. Наполнители и армирующие элементы полимерных композиционных материалов.

29. Связующие для полимерных композиционных материалов.
30. Технология и оборудование получения композиционных материалов.
31. Технология и оборудование производства углеродных волокон.
32. Пигменты и наполнители лакокрасочных материалов.
33. Физико-химические основы процессов формирования лакокрасочных покрытий.
34. Разработка рецептур лакокрасочных материалов.
35. Функциональные покрытия со специальными свойствами.
36. Создание цифровых моделей процессов и аппаратов химической технологии.
37. Создание химико-технологических систем.
38. Цифровой дизайн в индустрии полимеров: литье под давлением и производство пресс-форм.
39. Цифровой дизайн в индустрии полимеров: промышленное проектирование.
40. Промышленный инжиниринг.
41. Вычислительная гидродинамика в технологии полимеров.
42. Маркировка и стандартизация полимерной и лакокрасочной продукции.
43. Цифровой дизайн изделий из композитов и моделирование процессов их получения.
44. Моделирование молекулярных систем и химической кинетики.
45. Моделирование междисциплинарных систем.
46. Цифровая трансформация химических производств.
47. Учебная практика: научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
48. Производственная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика.
49. Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.
50. Профессионально-ориентированный перевод.
51. Программирование на Python.

входящих в ООП по направлению подготовки «**18.04.01 Химическая технология**», магистерская программа «**Химическое машиностроение и системный химический инжиниринг. Технология нефтегазохимии, промышленного органического синтеза, полимерных и функциональных материалов**», выполнены в виде отдельных документов, являющихся неотъемлемой частью данной ООП.

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

В соответствии с ФГОС ВО 3++ по направлению подготовки *18.04.01 Химическая технология* для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям ООП магистратуры разработаны ФОС по каждой дисциплине, практике, ГИА, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты, ситуационные задания, кейс-задачи, вопросы к зачетам и экзаменам, средства и методы оценки, позволяющие оценить знания, умения, навыки и уровень приобретенных компетенций.

ФОС по дисциплинам, практикам, ГИА разрабатываются в соответствии с Порядком разработки и утверждения образовательных программ, утвержденным решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 25.06.2020, протокол № 12, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 29.06.2020 № 48-ОД.

ФОС по дисциплинам, практикам и ГИА (перечень дисциплин, практик и ГИА из учебного плана):

1. Деловой иностранный язык.
2. Инструментальные методы исследования в химической технологии Социология и психология профессиональной деятельности.
3. Современное технологическое и аппаратное оформление процессов химической технологии.

4. Социология и психология профессиональной деятельности Оптимизация химико-технологических процессов.
5. Управление проектами.
6. Оптимизация химико-технологических процессов.
7. Цифровой дизайн в индустрии полимеров (CAD).
8. Прикладная вычислительная механика в индустрии полимеров (CAE/FEM).
9. Химия высокомолекулярных соединений.
10. Коллоидная химия полимеров.
11. Реология полимеров.
12. Физика и физическая химия полимеров.
13. Методы исследований и испытаний полимерных и композиционных материалов.
14. Системная инженерия и технологии инженерного мышления.
15. Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ).
16. Технология машиностроения.
17. Химия и технология полимеров для медицины и фармакологии.
18. Химия и технология элементоорганических полимеров.
19. Химия и технология термореактивных полимеров.
20. Тенденции развития химии и химической технологии полимеров.
21. Промышленный катализ и процессы получения крупнотоннажных полимеров.
22. Технологическое и аппаратное оформление процессов переработки полимеров.
23. Научные основы получения полимеров со специальными свойствами.
24. Тенденции развития технологий переработки пластмасс.
25. Физико-химическая модификация и направленное регулирование свойств полимеров при переработке.
26. Экология, энерго- и ресурсосбережение в технологии переработки полимеров.
27. Полимерные композиционные материалы.
28. Наполнители и армирующие элементы полимерных композиционных материалов.
29. Связующие для полимерных композиционных материалов.
30. Технология и оборудование получения композиционных материалов.
31. Технология и оборудование производства углеродных волокон.
32. Пигменты и наполнители лакокрасочных материалов.
33. Физико-химические основы процессов формирования лакокрасочных покрытий.
34. Разработка рецептур лакокрасочных материалов.
35. Функциональные покрытия со специальными свойствами.
36. Создание цифровых моделей процессов и аппаратов химической технологии.
37. Создание химико-технологических систем.
38. Цифровой дизайн в индустрии полимеров: литье под давлением и производство пресс-форм.
39. Цифровой дизайн в индустрии полимеров: промышленное проектирование.
40. Промышленный инжиниринг.
41. Вычислительная гидродинамика в технологии полимеров.
42. Маркировка и стандартизация полимерной и лакокрасочной продукции.
43. Цифровой дизайн изделий из композитов и моделирование процессов их получения.
44. Моделирование молекулярных систем и химической кинетики.
45. Моделирование многодисциплинарных систем.
46. Цифровая трансформация химических производств.
47. Учебная практика: научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
48. Производственная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика.
49. Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.
50. Профессионально-ориентированный перевод.
51. Программирование на Python.

входящих в ООП по направлению подготовки «18.04.01 Химическая технология», магистерская программа «Химическое машиностроение и системный химический инжиниринг. Технология нефтегазохимии, промышленного органического синтеза, полимерных и функциональных материалов», выполнены в виде отдельных документов, являющихся неотъемлемой частью данной ООП.

10 МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНАМ, ПРАКТИКАМ И ГИА

Методические материалы по дисциплинам, практикам и ГИА (перечень дисциплин, практик и ГИА из учебного плана):

1. Деловой иностранный язык.
2. Инструментальные методы исследования в химической технологии Социология и психология профессиональной деятельности.
3. Современное технологическое и аппаратурное оформление процессов химической технологии.
4. Социология и психология профессиональной деятельности Оптимизация химико-технологических процессов.
5. Управление проектами.
6. Оптимизация химико-технологических процессов.
7. Цифровой дизайн в индустрии полимеров (CAD).
8. Прикладная вычислительная механика в индустрии полимеров (CAE/FEM).
9. Химия высокомолекулярных соединений.
10. Коллоидная химия полимеров.
11. Реология полимеров.
12. Физика и физическая химия полимеров.
13. Методы исследований и испытаний полимерных и композиционных материалов.
14. Системная инженерия и технологии инженерного мышления.
15. Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ).
16. Технология машиностроения.
17. Химия и технология полимеров для медицины и фармакологии.
18. Химия и технология элементоорганических полимеров.
19. Химия и технология термореактивных полимеров.
20. Тенденции развития химии и химической технологии полимеров.
21. Промышленный катализ и процессы получения крупнотоннажных полимеров.
22. Технологическое и аппаратурное оформление процессов переработки полимеров.
23. Научные основы получения полимеров со специальными свойствами.
24. Тенденции развития технологий переработки пластмасс.
25. Физико-химическая модификация и направленное регулирование свойств полимеров при переработке.
26. Экология, энерго- и ресурсосбережение в технологии переработки полимеров.
27. Полимерные композиционные материалы.
28. Наполнители и армирующие элементы полимерных композиционных материалов.
29. Связующие для полимерных композиционных материалов.
30. Технология и оборудование получения композиционных материалов.
31. Технология и оборудование производства углеродных волокон.
32. Пигменты и наполнители лакокрасочных материалов.
33. Физико-химические основы процессов формирования лакокрасочных покрытий.
34. Разработка рецептур лакокрасочных материалов.
35. Функциональные покрытия со специальными свойствами.
36. Создание цифровых моделей процессов и аппаратов химической технологии.
37. Создание химико-технологических систем.
38. Цифровой дизайн в индустрии полимеров: литье под давлением и производство пресс-форм.
39. Цифровой дизайн в индустрии полимеров: промышленное проектирование.

40. Промышленный инжиниринг.
41. Вычислительная гидродинамика в технологии полимеров.
42. Маркировка и стандартизация полимерной и лакокрасочной продукции.
43. Цифровой дизайн изделий из композитов и моделирование процессов их получения.
44. Моделирование молекулярных систем и химической кинетики.
45. Моделирование междисциплинарных систем.
46. Цифровая трансформация химических производств.
47. Учебная практика: научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
48. Производственная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика.
49. Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.
50. Профессионально-ориентированный перевод.
51. Программирование на Python.

входящих в ООП по направлению подготовки «**18.04.01 Химическая технология**», магистерская программа «**Химическое машиностроение и системный химический инжиниринг. Технология нефтегазохимии, промышленного органического синтеза, полимерных и функциональных материалов**», выполнены в виде отдельных документов, являющихся неотъемлемой частью данной ООП.