

## 4.4 Аннотации рабочих программ дисциплин

### 4.4.1 Дисциплины обязательной части (базовая часть)

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

**1. Цель дисциплины** – создать представление об актуальных философских и методологических проблемах науки и техники.

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

*Обладать* следующими общекультурными компетенциями (ОК):

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

*Знать:*

- основные научные школы, направления, парадигмы, концепции в философии науки, техники и химической технологии;
- философско-методологические основы научно-технических и инженерно-технологических проблем;

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

*Уметь:*

- применять в научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах категории философии науки и техники;
- анализировать приоритетные направления науки, техники и химических технологий;
- понимать и использовать достижения научно-технического прогресса, использовать принципы, нормы и правила экологической, научно-технической, компьютерной этики;
- критически анализировать роль технического и химико-технологического знания при решении экологических проблем безопасности техники и химических технологий.

*Владеть:*

- основными понятиями философии науки и техники;
- навыками анализа философских проблем научно-технического знания и инженерной деятельности;
- приемами публичных выступлений в полемике, дискуссии по философским проблемам науки и научного знания.

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

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

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

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

*Раздел 2. Техника и наука в их взаимоотношении*

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

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

### Раздел 3. Основные методологические подходы к пониманию сущности техники

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

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

### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,44	16
Практические занятия (ПЗ)	0,98	35
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,58</b>	<b>57</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,58	57
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4
Подготовка к экзамену		35,6
<b>Вид контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>38,25</b>
Лекции (Лек)	0,44	12
Практические занятия (ПЗ)	0,98	26,25
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,58</b>	<b>42,75</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,58	42,75
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,3
Подготовка к экзамену		26,7
<b>Вид контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Теоретические и экспериментальные методы в химии» (Б1.Б.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 общекультурными (ОК) и общепрофессиональными (ОПК) компетенциями:

- способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
- готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3);
- способностью совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, получать знания в области современных проблем науки, техники и технологии, гуманитарных, социальных и экономических наук (ОК-4);
- способностью к профессиональному росту, к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности (ОК-5);
- способностью на практике использовать умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом (ОК-7);
- способностью находить творческие решения социальных и профессиональных задач, готовностью к принятию нестандартных решений (ОК-8);
- готовностью к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез (ОПК-4).

*Знать:*

- существующие методы расчета и экспериментальных определению 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
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,95</b>	<b>34</b>
Лекции (Лек)	0,25	9
Практические занятия (ПЗ)	0,7	25
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,05</b>	<b>38</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,05	38
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4
Подготовка к экзамену		35,6
<b>Вид контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,33</b>	<b>25,5</b>
Лекции (Лек)	0,89	6,75
Практические занятия (ПЗ)	0,44	18,75
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>0,67</b>	<b>28,5</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,67	28,5
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,3
Подготовка к экзамену		26,7
<b>Вид контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	

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

**1. Цель дисциплины** – приобретение обучающимися общей, коммуникативной и профессиональной компетенций, уровень которых на отдельных этапах языковой подготовки позволяет использовать иностранный язык как в профессиональной деятельности в сфере делового общения, так и для целей самообразования, 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 общекультурными (ОК), общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями:

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

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

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

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

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

2).

*Знать:*

– основные способы сочетаемости лексических единиц и основные словообразовательные модели;

– русские эквиваленты основных слов и выражений профессиональной речи;

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

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

– приемы работы с оригинальной литературой по специальности.

*Уметь:*

– вести деловую переписку на изучаемом языке;

– работать с оригинальной литературой по специальности;

– работать со словарем;

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

*Владеть:*

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

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

– основной иноязычной терминологией специальности;

– основами реферирования и аннотирования литературы по специальности.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

*Раздел 3. Профессиональная коммуникация в сфере делового общения*

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

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

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

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

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>72</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>34</b>
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,05</b>	<b>37,8</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,05	37,8
<b>Зачет:</b>	<b>0,006</b>	<b>0,2</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,006	0,2
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>25,5</b>
Лабораторные занятия (Лаб)	0,94	25,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,05</b>	<b>28,35</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,05	28,35
<b>Зачет:</b>	<b>0,006</b>	<b>0,15</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,006	0,15
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет</b>	

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Избранные главы процессов и аппаратов химической технологии» (Б1.Б.04)

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

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

*Обладать* следующими общекультурными (ОК) и общепрофессиональными (ОПК) компетенциями:

- способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
- способностью совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, получать знания в области современных проблем науки, техники и технологии, гуманитарных, социальных и экономических наук (ОК-4);
- способностью к профессиональному росту, к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности (ОК-5);
- способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с направлением и профилем подготовки (ОПК-3);
- готовностью к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез (ОПК-4);

*Знать:*

- теоретические основы процессов массопереноса в системах с участием твердой фазы;
- методы расчета массообменных аппаратов;
- основные закономерности равновесия и кинетики массообменных процессов с участием твердой фазы;

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

*Уметь:*

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

*Владеть:*

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

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

*Введение*

Предмет и задачи дисциплины «Избранные главы процессов и аппаратов химических технологий». Место дисциплины в подготовке магистров химической технологии.

*Раздел 1. Процессы и аппараты выпаривания растворов*

1.1. Процесс выпаривания растворов и области его применения. Проведение процесса при атмосферном давлении, под вакуумом и при избыточном давлении. Теплоносители, используемые при выпаривании. Понятие полезной разности температур при выпаривании. Процесс выпаривания растворов в одноступенчатых выпарных аппаратах. Схема однокорпусного выпаривания. Материальный баланс однокорпусного выпарного аппарата. Определение расхода энергии на проведение процесса в однокорпусном выпарном аппарате. Определение температуры кипения раствора. Виды температурных потерь (депрессий) и их определение.

1.2. Многокорпусное выпаривание, схемы прямоточных и противоточных установок. Общая разность температур и ее связь с полезной разностью температур. Материальный и тепловой баланс многокорпусных выпарных установок. Определение полезной разности температур в многокорпусной выпарной установке и способы ее распределения по корпусам. Распределение полезной разности температур из условия равенства поверхностей обогрева аппаратов. Определение предельного и оптимального числа корпусов многокорпусной выпарной установки. Последовательность расчета многокорпусной установки.

1.3. Конструкции выпарных аппаратов. Выпаривание с тепловым насосом; области применения. Классификация выпарных аппаратов по принципу организации циркуляции кипящего раствора в аппарате. Аппараты с естественной и принудительной циркуляцией раствора. Особенности расчета аппаратов с различной структурой потоков (МИВ и МИС).

*Раздел 2. Структура потоков в тепло и массообменных аппаратах и реакторах*

2.1. Цели и задачи изучения реальной структуры потоков в аппаратах. Влияние продольного перемешивания на эффективность работы колонных массообменных аппаратов и теплообменной аппаратуры. Структура потоков в случае простейших идеальных моделей: идеальное вытеснение (МИВ) и идеальное смешение (МИС).

2.2. Методы исследования структуры потоков. Импульсный и ступенчатый ввод трассера. Время пребывания. Дифференциальная и интегральная функции распределения времени пребывания, их взаимосвязь.

2.3. Математические модели структуры потоков в приближении к реальным системам. Ячеечная модель: число ячеек идеального смешения как параметр модели. Диффузионная однопараметрическая модель: среднее время пребывания, дисперсия. Дисперсионное число

(обратный критерий Пекле, коэффициент продольного перемешивания). Связь параметров моделей в предельных случаях МИВ и МИС. Оценка адекватности моделей и ограничения.

2.4. Учёт структуры потоков при расчёте движущих сил тепло- и массообмена. Влияние структуры потока на расчет температуры кипения в выпарных аппаратах с циркуляцией раствора и без. Расчет колонных массообменных аппаратов с учетом структуры потоков.

### *Раздел 3. Изучение процесса сушки в химической промышленности*

3.1. Процесс сушки и области его применения. Контактная и конвективная сушки. Сушильные агенты, используемые в процессе сушки. Свойства влажного воздуха как сушильного агента. «Н–Х» диаграмма состояния влажного воздуха (диаграмма Рамзина).

3.2. Материальный и тепловой баланс конвективной сушильной установки. Теоретическая (идеальная) сушилка. Внутренний баланс сушильной камеры. Уравнение рабочей линии процесса сушки. Изображение процесса сушки на «Н–Х» диаграмме. Смешение газов различных параметров.

3.3. Варианты проведения процесса конвективной сушки: основной; с дополнительным подводом теплоты в сушильной камере; с промежуточным подогревом воздуха по зонам сушильной камеры; с рециркуляцией части отработанного воздуха. Контактная сушка.

3.4. Равновесие фаз при сушке. Формы связи влаги с материалом. Изотермы сушки. Гигроскопическая точка материала. Кинетика сушки. Кривая сушки и кривая скорости сушки.

3.5. Конструкции конвективных сушилок: камерная; многоярусная ленточная; барабанная; пневматическая; петлевая; распылительная. Сушка в кипящем слое. Конструкции контактных сушилок: вакуум-сушильные шкафы; гребковая вакуум-сушилка; вальцовые сушилки. Специальные способы сушки: терморadiационная сушка; сушка в поле токов высокой частоты. Конструкции аппаратов для специальных способов сушки.

### *Раздел 4. Адсорбция в системе «жидкость–твердое» и «газ–твердое». Экстракция в системе «жидкость–жидкость»*

4.1. Адсорбция в системе, «газ–твердое» и «жидкость–твердое». Кинетика массопереноса в пористых телах: микро-, мезо- и макропоры. Равновесие при адсорбции. Изотермы адсорбции. Статическая и динамическая активность адсорбентов. Фронт адсорбции. Устройство и принцип действия адсорберов.

4.2. Теоретические основы экстракции в системе «жидкость–жидкость». Изображение состава фаз и процессов на тройной диаграмме. Предельные расходы экстрагента. Многоступенчатая экстракция с перекрестным и противоточным движением фаз. Методы расчета основных типов экстракционных аппаратов. Промышленная экстракционная аппаратура.

#### **4. Объем учебной дисциплины**

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,44	16
Практические занятия (ПЗ)	0,98	35
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>0,58</b>	<b>21</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,58	21
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4
Подготовка к экзамену		35,6
<b>Вид контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>38,25</b>
Лекции (Лек)	0,44	12
<i>Продолжение таблицы</i>		
Практические занятия (ПЗ)	0,98	26,25

<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>0,58</b>	<b>15,75</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,58	15,75
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,3
Подготовка к экзамену		26,7
<b>Вид контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	

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

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

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

*Обладать* следующими общекультурными (ОК), общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

*Знать:*

- иерархическую структуру химико-технологических процессов и методику системного анализа химических производств;

- методы компьютерного моделирования химико-технологических процессов;

- численные методы вычислительной математики для реализации на компьютерах моделей химико-технологических процессов;

- способы применения компьютерных моделей химико-технологических процессов для решения задач научных исследований, а также задач анализа и оптимизации химико-технологических систем;
- принципы применения методологии компьютерного моделирования при автоматизированном проектировании и компьютерном управлении химическими производствами.

*Уметь:*

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

*Владеть:*

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

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

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

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

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

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

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

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

Тема 5. Численные методы многомерной оптимизации. Методы нулевого, первого и второго порядка. Решение задач оптимизации процессов, решения систем нелинейных уравнений и аппроксимации данных с применением стандартной функции MATLAB – fminsearch. Решение задач

аппроксимаций функций многочленами произвольной степени с применением стандартной функции MATLAB – polyfit, а также решения систем линейных алгебраических уравнений методом обратной матрицы с использованием стандартной функции MATLAB – inv. 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
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>51</b>

Практические занятия (ПЗ)	0,94	34
Лабораторные работы (Лаб)	0,48	17
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,57</b>	<b>92,8</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,57	92,8
<b>Зачет:</b>	<b>0,006</b>	<b>0,2</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,006	0,2
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>38,25</b>
Практические занятия (ПЗ)	0,94	25,5
Лабораторные работы (Лаб)	0,48	12,75
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2,57</b>	<b>69,6</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,57	69,6
<b>Зачет:</b>	<b>0,006</b>	<b>0,15</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,006	0,15
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет</b>	

### Аннотация рабочей программы дисциплины

#### «Оценка рисков и экономической эффективности при внедрении инновационных решений и технология» (Б1.Б.06)

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

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

*Обладать* следующими общекультурные (ОК) компетенциями:

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

*Знать:*

– теоретические особенности и действующую практику в области оценки экономической эффективности и управления инновационными рисками;  
– содержание способы и инструменты экономического анализа;  
– методы расчета экономической эффективности принятия инновационных решений.

*Уметь:*

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

*Владеть:*

– методами и инструментами разработки и анализа альтернативных технологических процессов, прогнозирование технологических, экономических и последствий;  
– методами и инструментами оценки экономической эффективности технологических процессов, их безопасности и технологических рисков при внедрении новых технологий;  
– навыками участия в разработке проектов новых ресурсосберегающих и безопасных производств.

### 3. Краткое содержание дисциплины

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

Тема 1. Неопределенность и риск: общие понятия. Общее понятие о неопределенности и рисках. Множественность сценариев реализации инвестиций. Понятия об эффективности и устойчивости проектных решений в условиях неопределенности. Формирование организационно-экономического механизма реализации инновационных решений с учетом факторов неопределенности и риска. Основные системы управления риском. Укрупненная оценка устойчивости, на примере инвестиционного проекта. Премия за риск. Кумулятивный метод оценки премии за риск. Модель оценки капитальных активов (CAPM). Управление по MRP-системе и др. Современные методы ведения научной, предпринимательской деятельности, инновационные процессы, происходящие в национальной экономике. Методы оценки и технико-экономического обоснования инновационных и инвестиционных проектов для формирования навыков управления в научной сфере деятельности. Методы комплексного анализа и оценки современных научных достижений, генерирования новых идей при решении исследовательских и научно-практических задач в области техники и технологий.

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

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

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

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

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

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

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

### Раздел 3. Управление риском

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

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

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

## 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>72</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>34</b>
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>105</b>	<b>37,8</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,05	37,8
<b>Зачет:</b>	<b>0,006</b>	<b>0,2</b>
<i>Продолжение таблицы</i>		
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,006	0,2
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
---------------------	---------------------	-------------------

<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>25,5</b>
Практические занятия (ПЗ)	0,94	25,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>105</b>	<b>28,35</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,05	28,35
<b>Зачет:</b>	<b>0,006</b>	<b>0,15</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,006	0,15
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет</b>	

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

##### «Управление проектами» (Б1.В.01)

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

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

*Обладать* следующими общекультурными (ОК), общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями:

- способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
- готовностью действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения (ОК-2);
- готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3);
- способностью совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, получать знания в области современных проблем науки, техники и технологии, гуманитарных, социальных и экономических наук (ОК-4);
- способностью к профессиональному росту, к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности (ОК-5);
- способностью в устной и письменной речи свободно пользоваться русским и иностранным языками как средством делового общения (ОК-6);
- способностью на практике использовать умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом (ОК-7);
- способностью находить творческие решения социальных и профессиональных задач, готовностью к принятию нестандартных решений (ОК-8);
- способностью с помощью информационных технологий к самостоятельному приобретению и использованию в практической деятельности новых знаний и умений, в том числе в областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ОК-9)
- готовностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-1);
- готовностью руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОПК-2);
- готовностью к 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);

- способностью к оценке экономической эффективности технологических процессов, оценке инновационно-технологических рисков при внедрении новых технологий (ПК-6);
- способностью оценивать эффективность новых технологий и внедрять их в производство (ПК-7).

*Знать:*

- экономическую сущность и содержание управления инновационными проектами;
- современные инструменты и методы управления инновационными проектами;
- сущность и понятие генеральной цели проекта, стратегии проекта, реализации стратегии, результатов проекта, управляемых параметров проекта, организационных структур управления проектами.

*Уметь:*

- разрабатывать организационную структуру управления инновационным проектом;
- анализировать процесс управления инновационным проектом математическими методами.

*Владеть:*

- методами анализа внутренней и внешней среды инновационного проекта;
- практическими навыками реализации инновационных проектов.

### **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
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>72</b>

<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>34</b>
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,04</b>	<b>37,6</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,04	37,6
<b>Зачет с оценкой:</b>	<b>0,011</b>	<b>0,4</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,011	0,4
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>25,5</b>
Практические занятия (ПЗ)	1,04	25,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>—</b>	<b>28,2</b>
Контактная самостоятельная работа	1,04	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,011	28,2
<b>Зачет с оценкой:</b>	<b>0,011</b>	<b>0,3</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	2	0,3
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Физика и физическая химия полимеров» (Б1.В.02)

**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 общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями:

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

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

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

*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
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,48	17
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>0,58</b>	<b>21</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,58	21
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4
Подготовка к экзамену		35,6
<b>Вид контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>38,25</b>
Лекции (Лек)	0,48	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,94	25,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>0,58</b>	<b>15,75</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,58	15,75
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,3
Подготовка к экзамену		26,7
<b>Вид контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	

#### **Аннотация рабочей программы дисциплины «Химия высокомолекулярных соединений» (Б1.В.ДВ.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:

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

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

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

*Знать:*

- современные 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, перетирание, 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
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,47	17
Практические занятия (ПЗ)	0,95	34
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,57</b>	<b>56,6</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,57	56,6
<b>Зачет с оценкой:</b>	<b>0,011</b>	<b>0,4</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,011	0,4
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>38,25</b>
Лекции (Лек)	0,47	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,95	25,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,57</b>	<b>42,45</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,57	42,45
<b>Зачет с оценкой:</b>	<b>0,011</b>	<b>0,3</b>

Контактная работа – промежуточная аттестация	0,011	0,3
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

### **Аннотация рабочей программы дисциплины «Полимерное машиностроение» (Б1.В.ДВ.01.02)**

**1. Цель дисциплины** – дать обучающимся представление о содержании и задачах технологии машиностроения, основные положения о связях и закономерностях производственного процесса, обеспечивающего требуемое качество оборудования.

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

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

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

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

*Знать:*

- совокупность средств, способов и методов деятельности, направленных на теоретическую разработку и экспериментальное исследование проблем, связанных с созданием конкурентоспособной отечественной продукции;

- направления развития полимерных технологий и средств технологического оснащения механической, физико-технической обработки и сборки изделий.

*Уметь:*

- выявлять и обосновывать актуальность проблем машиностроения, технологических машин и оборудования, их проектирования, прикладной механики;

- решать на базе теоретических и экспериментальных исследований задачи конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств.

*Владеть:*

- навыками поиска оптимальных решений в условиях различных требований по качеству и надёжности создаваемых объектов машиностроения;

- приёмами моделирования рабочих процессов и явлений существующих и вновь разрабатываемых технологий и средств технологического оснащения механической, физико-технической обработки и сборки изделий.

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

*Раздел 1. Основные понятия о точности размеров и качестве поверхностей деталей машин и этапы проектирования технологических процессов их изготовления.*

Введение. Задачи и содержание курса «Полимерное машиностроение».

1.1. Материалы, применяемые в машиностроении. Принятая в машиностроении классификация конструкционных материалов. Жизненный цикл машиностроительного изделия. Основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов. Качество поверхностного слоя (инженерия поверхности). Точность механической обработки.

Изготовление оснастки, предназначенной для формования изделий из полимерных композиционных материалов. Материалы для производства оснастки, применяемой при формовании методом RTM. Проблема изменения геометрических размеров получаемых изделий при изготовлении крупногабаритных конструкций. Материалы с низким значением КЛТР.).

1.2. Технологичность конструкции изделия. Припуски на механическую обработку. Экономическая эффективность. Графические системы конструкторской подготовки производства. Эксплуатационные требования к оснастке. Оснастка для формования изделий из полимерных композиционных материалов, содержащая опорную конструкцию и размещённую на ней форму с формообразующей поверхностью, выполненную из полимерного композиционного материала (на основе углепластика, стеклопластика, базальтопластика).

## Раздел 2. Средства технологического обеспечения изготовления, модернизации и диагностики объектов машиностроительных производств.

2.1. Системы машиностроительных производств изготовления изделий различных классов. Средства технологического обеспечения изготовления, модернизации и диагностики объектов машиностроительных производств. Системы машиностроительных производств изготовления изделий различных классов.

Обработка деталей на станках с ЧПУ. Технологические операции на станках с ЧПУ: сверление, растачивание, нарезание резьбы, фрезерование плоских и сложных контуров. Выбор метода обработки в зависимости от материала изделия и требуемой точности размеров.

Шлифование поверхностей детали. Шероховатость шлифовальной поверхности. Шлифование абразивной лентой для полирования поверхностей пресс-формы. Зернистость шлифовальной ленты в зависимости от шероховатости поверхности. Абразивно-жидкостная обработка. Шлифование на станках с ЧПУ.

Негативные и позитивные формы для изготовления изделий из полимерных композитов. Особенности применения оснастки для формования деталей, выполненной из стали, сплавов алюминия, дерева, гипса, цемента, стеклопластика, комбинации материалов. Изготовление форм макетным и безмакетным способом. Формообразование рабочих поверхностей формы при безмакетном методе (с помощью шаблонов, механической обработкой).

Обогрев пресс-форм с помощью электрических элементов или пара. Использование съёмных пресс-форм без крепления к прессам и без собственных нагревателей, полустационарных и стационарных пресс-форм, закрепляемыми на прессах и снабженными собственными нагревателями. Детали пресс-формы: технологические (оформляющие), конструктивные и нагревательные. Технологические детали: матрицы и пуансоны. Конструкции пресс-форм. Пресс-формы закрытого и открытого типов, пресс-формы с перетеканием, одногнездовые и многогнездовые. Конструктивная схема оснастки с интегрированной системой впрыска для RTM формования.

2.2. Методы автоматизированного проектирования технологических процессов. Прочностные, тепловые, кинематические, экономические расчёты. Расчёты ресурсов и надёжности.

Выбор оснастки. Оснастка для контактного формования: особенности и ограничения (в зависимости от природы связующего и наполнителя, входящих в состав перерабатываемой композиции). Процессы, которые обеспечиваются пресс-формой: перевод полимерного композиционного материала в вязкотекучее состояние; деформирование массы и придание ей требуемой конфигурации; фиксация конфигурации; извлечение; удаление отпрессованного изделия из рабочей зоны.

### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,47	17
Практические занятия (ПЗ)	0,95	34
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,57</b>	<b>56,6</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,57	56,6
<i>Продолжение таблицы</i>		
<b>Зачет с оценкой:</b>	<b>0,011</b>	<b>0,4</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,011	0,4
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>38,25</b>
Лекции (Лек)	0,47	12,75

Практические занятия (ПЗ)	0,95	25,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,57</b>	<b>42,45</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,57	42,45
<b>Зачет с оценкой:</b>	<b>0,011</b>	<b>0,3</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,011	0,3
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Механика полимерных композиционных материалов» (Б1.В.ДВ.01.03)**

**1. Цель дисциплины** – приобретение знаний по устойчивости к разрушению, методологии проведения испытаний полимерных и композиционных материалов, правильной интерпретации процессов происходящих при разрушении конструкций, ознакомление с основными принципами прогнозирования долговечности материалов и конструкций, освоение методологических подходов при анализе работоспособности и устойчивости к разрушению полимерных материалов и конструкций, усвоение принципиальных отличий в поведении гомогенных и гетерогенных систем на примере адгезионных пар и модельных адгезионных систем.

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

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

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

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

*Знать:*

- основные причины разрушения полимерных и композиционных материалов, виды и механизмы разрушения, типы трещин, современные критерии разрушения и методики их экспериментального определения,

- материаловедческие приемы регулирования и модификации структуры материалов с целью повышения их устойчивости к разрушению, особенности поведения под нагрузкой и в процессе разрушения гомогенных и гетерогенных систем, инженерные подходы по устранению причин появления трещин и методы обеспечения надежности конструкций.

*Уметь:*

- выбирать подходящие полимерные материалы и наполнители (дисперсные, волокнистые), тип структуры при проектировании изделий из композиционных материалов с учётом условий эксплуатации и особенностей получения изделий;

- анализировать и интерпретировать процессы, происходящие при разрушении полимерных и композиционных материалов.

*Владеть:*

- методами прогнозирования ресурса, неразрушающего контроля и диагностики композиционных материалов и изделий из них (оболочковых конструкций, деталей машин);

- принципами и методами регулирования свойств материалов с целью повышения их работоспособности, принципами и приёмами повышения надёжности элементов конструкций.

**3. Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. Микромеханические аспекты взаимодействия компонентов композиционного материала.*

Введение. Задачи и содержание курса «Механика полимерных композиционных материалов».

1.1. Смачивание, адгезия, диффузия полимеров в волокна. Адгезионная прочность и остаточные напряжения. Влияние природы наполнителя и обработки поверхности. Физико-химические процессы на поверхности раздела. Механизм передачи напряжений от матрицы к

наполнителю в зависимости от его конфигурации. Касательные напряжения на границе волокно-матрица. «Неэффективная» и критическая длина волокна. Уравнение Келли. Разрушение композиционных материалов при переходе от непрерывных волокон к дискретным. Структура материалов на основе коротких волокон. Преимущество коротковолокнистых наполнителей. Передачи напряжения от матрицы к дисперсному наполнителю.

1.2. Способы совмещения компонентов в твердой и жидкой фазе. Кинетика пропитки волокнистых материалов. Препеговые и безпрепеговые технологии жидкофазного совмещения. Волоконная, плёночная, порошковая технологии твёрдофазного совмещения. Особенности использования матричных термопластичных волокон.

#### *Раздел 2. Прочность и разрушение композиционных материалов.*

2.1. Теории прочности. Стадии разрушения композиционных материалов. Теория Гриффитса. Теория Орована. Стадии разрушения композиционных материалов. Уравнение расчёта прочности материала с трещиной. Процесс роста трещины. Теория Ленга для описания разрушения материалов. Стадии разрушения композиционных материалов. Прочность при осевом растяжении. минимальное количество волокна. Коэффициент реализации прочности волокна. Поперечное растрескивание. Деформационная совместимость. Прочность при сжатии.

#### 2.2. Модуль упругости и режимы эксплуатации композиционного материала.

Верхняя и нижняя границы модуля упругости. уравнение Уравнения Хилпа и Энштейна для модуля упругости - условия применения. Модуль упругости и режимы эксплуатации композиционного материала. Упругие характеристики многослойных композитов при плоском напряжённом состоянии. Ортогонально армированный материал. Перекрёстно армированные материалы. Квази-изотропные материалы. Изгиб многослойных композиционных материалов. Концентраторы и дефекты в композитах. Кромочные эффекты.

#### **4. Объем учебной дисциплины**

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,47	17
Практические занятия (ПЗ)	0,95	34
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,57</b>	<b>56,6</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,57	56,6
<b>Зачет с оценкой:</b>	<b>0,011</b>	<b>0,4</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,011	0,4
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<i>Продолжение таблицы</i>		
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>38,25</b>
Лекции (Лек)	0,47	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,95	25,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,57</b>	<b>42,45</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,57	42,45
<b>Зачет с оценкой:</b>	<b>0,011</b>	<b>0,3</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,011	0,3
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Методы исследования и испытаний полимерных и композиционных материалов»  
(Б1.В.ДВ.01.04)**

**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 общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями:

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

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

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

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

- 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);

- способностью оценивать эффективность новых технологий и внедрять их в производство (ПК-7).

*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
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,47	17
Лабораторные работы (Лаб)	0,95	34
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>0,58</b>	<b>21</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,58	21
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4
Подготовка к экзамену		35,6
<b>Вид контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>38,25</b>
Лекции (Лек)	0,47	12,75
Лабораторные работы (Лаб)	0,95	25,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>0,58</b>	<b>15,75</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,58	15,75
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,3
Подготовка к экзамену		26,7
<i>Продолжение таблицы</i>		
<b>Вид контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Коллоидная химия полимеров» (Б1.В.ДВ.01.05)

**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:

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

*Знать:*

- 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, пластизолой 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.  $\theta$ -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
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,25	9
Практические занятия (ПЗ)	0,44	16
Лабораторные занятия (Лаб)	0,73	26
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,57</b>	<b>56,6</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,57	56,6
<b>Зачет с оценкой:</b>	<b>0,011</b>	<b>0,4</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,011	0,4
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>38,25</b>
Лекции (Лек)	0,25	6,75
Практические занятия (ПЗ)	0,44	12
Лабораторные занятия (Лаб)	0,73	19,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,57</b>	<b>42,45</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,57	42,45
<b>Зачет с оценкой:</b>	<b>0,011</b>	<b>0,3</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,011	0,3
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

### Аннотация рабочей программы дисциплины

#### «Дополнительные главы физической химии и реология полимеров» (Б1.В.ДВ.01.06)

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

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

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

*Знать:*

- 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 ньютоновских полимерных систем.

Неньютоновские жидкости, аномалия вязкости, основные типы неньютоновских жидкостей. Реологическое уравнение состояния, характеристики ньютоновских 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 термореактивных 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 тел 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	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,25	9
Практические занятия (ПЗ)	0,44	16
Лабораторные занятия (Лаб)	0,73	26
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,57</b>	<b>56,6</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,57	56,6
<b>Зачет с оценкой:</b>	<b>0,011</b>	<b>0,4</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,011	0,4
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>38,25</b>
Лекции (Лек)	0,25	6,75
Практические занятия (ПЗ)	0,44	12
Лабораторные занятия (Лаб)	0,73	19,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,57</b>	<b>42,45</b>
<i>Продолжение таблицы</i>		
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,57	42,45
<b>Зачет с оценкой:</b>	<b>0,011</b>	<b>0,3</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,011	0,3
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

#### 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 так же 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. NK-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. Оpoznание 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. Механизмы 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: Истормжение – 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 нанокапсул 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
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,47	17
Практические занятия (ПЗ)	0,95	34
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,57</b>	<b>56,6</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,57	56,6
<b>Зачет с оценкой:</b>	<b>0,011</b>	<b>0,4</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,011	0,4
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>38,25</b>
Лекции (Лек)	0,47	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,95	25,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,57</b>	<b>42,45</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,57	42,45
<i>Продолжение таблицы</i>		
<b>Зачет с оценкой:</b>	<b>0,011</b>	<b>0,3</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,011	0,3
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

#### 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 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:*

– 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, аминлиз, 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
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,89</b>	<b>68</b>

Лекции (Лек)	0,47	17
Практические занятия (ПЗ)	0,95	34
Лабораторные работы (Лаб)	0,47	17
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,099</b>	<b>39,6</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,099	39,6
<b>Зачет с оценкой:</b>	<b>0,011</b>	<b>0,4</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,011	0,4
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,89</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,47	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,95	25,5
Лабораторные работы (Лаб)	0,47	12,75
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,099</b>	<b>29,7</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,099	29,7
<b>Зачет с оценкой:</b>	<b>0,011</b>	<b>0,3</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,011	0,3
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

**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:

- готовностью к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи (ПК-2);
- 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);
- способностью к оценке экономической эффективности технологических процессов, оценке инновационно-технологических рисков при внедрении новых технологий (ПК-6);
- способностью оценивать эффективность новых технологий и внедрять их в производство (ПК-7).

*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
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,25	9
Практические занятия (ПЗ)	0,69	26
Лабораторные работы (Лаб)	0,44	16
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>0,58</b>	<b>21</b>
<i>Продолжение таблицы</i>		
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,58	21
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4
Подготовка к экзамену		35,6
<b>Вид контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>38,25</b>
Лекции (Лек)	0,25	6,75
Практические занятия (ПЗ)	0,69	19,5
Лабораторные работы (Лаб)	0,44	12
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>0,58</b>	<b>15,75</b>

Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,58	15,75
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,3
Подготовка к экзамену		26,7
<b>Вид контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	

**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 профессиональными (ПК) компетенциями:

- готовностью к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи (ПК-2);
- 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);
- способностью к оценке экономической эффективности технологических процессов, оценке инновационно-технологических рисков при внедрении новых технологий (ПК-6);
- способностью оценивать эффективность новых технологий и внедрять их в производство (ПК-7).

*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. Металлоценные 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 CO<sub>2</sub>. 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 – металлоценные, постметаллоценные, 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
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,25	9
Практические занятия (ПЗ)	1,17	42
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,57</b>	<b>56,6</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,57	56,6
<b>Зачет:</b>	<b>0,006</b>	<b>0,2</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,006	0,2
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>38,25</b>
Лекции (Лек)	0,25	6,75
Практические занятия (ПЗ)	1,17	31,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,57</b>	<b>42,45</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,57	44,85
<b>Зачет:</b>	<b>0,006</b>	<b>0,15</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,006	0,15
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет</b>	

#### 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:

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

- 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);

- способностью к оценке экономической эффективности технологических процессов, оценке инновационно-технологических рисков при внедрении новых технологий (ПК-6);

- способностью оценивать эффективность новых технологий и внедрять их в производство (ПК-7).

*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, наноносители 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 полиэфиры – 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
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,25	9
Практические занятия (ПЗ)	0,69	26
Лабораторные работы (Лаб)	0,44	16
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>0,58</b>	<b>21</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,58	21
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4
Подготовка к экзамену		35,6
<b>Вид контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>38,25</b>
Лекции (Лек)	0,25	6,75
Практические занятия (ПЗ)	0,69	19,5
Лабораторные работы (Лаб)	0,44	12
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>0,58</b>	<b>15,75</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,58	15,75
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,3
Подготовка к экзамену		26,7
<b>Вид контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Технология переработки полимеров» (Б1.В.ДВ.02.02.01)

**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:

- 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);

- способностью к оценке экономической эффективности технологических процессов, оценке инновационно-технологических рисков при внедрении новых технологий (ПК-6);

- способностью оценивать эффективность новых технологий и внедрять их в производство (ПК-7).

*Знать:*

- современные методы, использующиеся 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
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>51</b>
<i>Продолжение таблицы</i>		
Лекции (Лек)	0,47	17
Практические занятия (ПЗ)	0,95	34
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,57</b>	<b>56,6</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,57	56,6
<b>Зачет с оценкой:</b>	<b>0,011</b>	<b>0,4</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,011	0,4
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>38,25</b>
Лекции (Лек)	0,47	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,95	25,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,57</b>	<b>42,45</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,57	42,45
<b>Зачет с оценкой:</b>	<b>0,011</b>	<b>0,3</b>

Контактная работа – промежуточная аттестация	0,011	0,3
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

### 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 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:*

- 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 термостойкие полимеры*

### 2.1. Термостойкие карбоцепные, гетероцепные, гетероциклоцепные полимеры

Тенденции развития области термостойких полимеров и её состояние.

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

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

Методы модификации крупнотоннажных полимеров с целью повышения их термостойкости.

### 2.2. Элементорганические и неорганические полимеры

Элементорганические полимеры: борорганические, кремнийорганические, фосфоросодержащие, металлосодержащие.

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

### 2.3. Методы определения термостойкости и термостойкости полимеров

Методы определения термостойкости и термостойкости полимеров. Влияние строения звена и макромолекулы полимера на его устойчивость к действию высоких температур, окислению и гидролизу при высоких температурах. Температурные характеристики термостойкости 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
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,25	9
Практические занятия (ПЗ)	0,69	26
Лабораторные работы (Лаб)	0,44	16
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,57</b>	<b>56,6</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,57	56,6
<b>Зачет с оценкой:</b>	<b>0,011</b>	<b>0,4</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,011	0,4
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>38,25</b>
Лекции (Лек)	0,25	6,75
Практические занятия (ПЗ)	0,69	19,5
Лабораторные работы (Лаб)	0,44	12
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,57</b>	<b>42,45</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,57	42,45
<b>Зачет с оценкой:</b>	<b>0,011</b>	<b>0,3</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,011	0,3
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

### Аннотация рабочей программы дисциплины

#### «Современное аппаратное оформление процессов переработки полимеров» (Б1.В.ДВ.02.02.03)

**1. Цель дисциплины** – формирование знаний об особенностях технологического и аппаратного 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:

- 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);

- способностью к оценке экономической эффективности технологических процессов, оценке инновационно-технологических рисков при внедрении новых технологий (ПК-6);

- способностью оценивать эффективность новых технологий и внедрять их в производство (ПК-7).

*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 «Современное аппаратное 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 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
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,25	9
Практические занятия (ПЗ)	0,69	26
Лабораторные работы (Лаб)	0,44	16
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>0,58</b>	<b>21</b>
<i>Продолжение таблицы</i>		
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,58	21
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4
Подготовка к экзамену		35,6
<b>Вид контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>38,25</b>
Лекции (Лек)	0,25	6,75
Практические занятия (ПЗ)	0,69	19,5
Лабораторные работы (Лаб)	0,44	12
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>0,58</b>	<b>15,75</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,58	15,75
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,3
Подготовка к экзамену		26,7
<b>Вид контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	

**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 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);
- 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:*

- 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
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,25	9
Практические занятия (ПЗ)	0,69	26
Лабораторные работы (Лаб)	0,44	16
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>0,58</b>	<b>21</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,58	21
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4
Подготовка к экзамену		35,6
<b>Вид контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>38,25</b>
Лекции (Лек)	0,25	6,75
Практические занятия (ПЗ)	0,69	19,5
Лабораторные работы (Лаб)	0,44	12
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>0,58</b>	<b>15,75</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,58	15,75
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,3

Подготовка к экзамену		26,7
<b>Вид контроля:</b>		<b>Экзамен</b>

**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:

- способностью формулировать научно-исследовательские задачи в - 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:*

- 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, прессования.*

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 переэтерификации 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 метод «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 установке. 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
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,47	17
Практические занятия (ПЗ)	0,95	34
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,57</b>	<b>56,6</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,57	56,6
<b>Зачет с оценкой:</b>	<b>0,011</b>	<b>0,4</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,011	0,4
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>38,25</b>
Лекции (Лек)	0,47	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,95	25,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,57</b>	<b>42,45</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,57	42,45
<b>Зачет с оценкой:</b>	<b>0,011</b>	<b>0,3</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,011	0,3
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

**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:

- 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:*

- 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 совместности 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 аппаратным оформлением процессов переработки армированных и дисперсионнаполненных 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. Нанокomпозиционные полимерные материалы: особенности получения, структуры и свойств.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,47	17
Практические занятия (ПЗ)	0,95	34
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,57</b>	<b>56,6</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,57	56,6
<b>Зачет с оценкой:</b>	<b>0,011</b>	<b>0,4</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,011	0,4
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>38,25</b>
<i>Продолжение таблицы</i>		
Лекции (Лек)	0,47	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,95	25,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,57</b>	<b>42,45</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,57	42,45
<b>Зачет с оценкой:</b>	<b>0,011</b>	<b>0,3</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,011	0,3
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

#### 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 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:*

- 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. Стекловолоконные элементарные волокна. Классификация, получение, физико-механические свойства. Стекловолоконные 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. Объёмные 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
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>252</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,25	9
Лабораторные работы (Лаб)	1,17	42
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>0,58</b>	<b>21</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,58	21
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4
Подготовка к экзамену		35,6
<b>Вид контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>38,25</b>
Лекции (Лек)	0,25	6,75
Лабораторные работы (Лаб)	1,17	31,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>0,58</b>	<b>15,75</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,58	15,75
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,3
Подготовка к экзамену		26,7
<b>Вид контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	

**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:

- 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);

- способностью оценивать эффективность новых технологий и внедрять их в производство (ПК-7).

*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 полиэфиры 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
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,25	9
Практические занятия (ПЗ)	0,69	26
Лабораторные работы (Лаб)	0,44	16
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>0,58</b>	<b>21</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,58	21
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4
Подготовка к экзамену		35,6
<i>Продолжение таблицы</i>		
<b>Вид контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>38,25</b>
Лекции (Лек)	0,25	6,75
Практические занятия (ПЗ)	0,69	19,5
Лабораторные работы (Лаб)	0,44	12
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>0,58</b>	<b>15,75</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,58	15,75
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,3
Подготовка к экзамену		26,7
<b>Вид контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	

#### 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:

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

- 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);

- способностью к оценке экономической эффективности технологических процессов, оценке инновационно-технологических рисков при внедрении новых технологий (ПК-6);

- способностью оценивать эффективность новых технологий и внедрять их в производство (ПК-7).

*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. Стекловолоконистые 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 термореактивных 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
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,25	9
Практические занятия (ПЗ)	0,69	26
Лабораторные работы (Лаб)	0,44	16
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,57</b>	<b>56,6</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,57	56,6
<b>Зачет с оценкой:</b>	<b>0,011</b>	<b>0,4</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,011	0,4
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>38,25</b>
Лекции (Лек)	0,25	6,75
Практические занятия (ПЗ)	0,69	19,5
Лабораторные работы (Лаб)	0,44	12
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,57</b>	<b>42,45</b>
<i>Продолжение таблицы</i>		
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,57	42,45
<b>Зачет с оценкой:</b>	<b>0,011</b>	<b>0,3</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,011	0,3
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

#### 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:

- 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);

- способностью к оценке экономической эффективности технологических процессов, оценке инновационно-технологических рисков при внедрении новых технологий (ПК-6);
- способностью оценивать эффективность новых технологий и внедрять их в производство (ПК-7).

*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
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,25	9
Практические занятия (ПЗ)	0,69	26
Лабораторные работы (Лаб)	0,44	16
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,57</b>	<b>56,6</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,57	56,6
<b>Зачет с оценкой:</b>	<b>0,011</b>	<b>0,4</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,011	0,4
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>38,25</b>
Лекции (Лек)	0,25	6,75
Практические занятия (ПЗ)	0,69	19,5
Лабораторные работы (Лаб)	0,44	12
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,57</b>	<b>42,45</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,57	42,45
<b>Зачет с оценкой:</b>	<b>0,011</b>	<b>0,3</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,011	0,3
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

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

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

- способностью уметь разрабатывать методические и нормативные документы, а также предложения и мероприятия по осуществлению разработанных проектов и программ (ПК-4);

- способностью использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда, измерять и оценивать параметры производственного микроклимата, уровня запыленности и загазованности, шума, и вибрации, освещенности рабочих мест (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
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>72</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,25	9
Практические занятия (ПЗ)	1,17	42
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>0,57</b>	<b>20,6</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,57	20,6
<b>Зачет с оценкой:</b>	<b>0,011</b>	<b>0,4</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,011	0,4
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>60</b>

Лекции (Лек)	0,25	6,75
Практические занятия (ПЗ)	1,17	31,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>0,57</b>	<b>15,45</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,57	15,45
<b>Зачет с оценкой:</b>	<b>0,011</b>	<b>0,3</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,011	0,3
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

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

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

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

– 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);

*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. Трекинготстойкие 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	Всего		Семестры			
	ЗЕ	Акад. ч	1		2	
			ЗЕ	Акад. ч	ЗЕ	Акад. ч
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>2</b>	<b>72</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,88</b>	<b>68</b>	<b>0,94</b>	<b>34</b>	<b>0,94</b>	<b>34</b>
Практические занятия (ПЗ)	1,88	68	0,94	34	0,94	34

<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,08</b>	<b>39,2</b>	<b>0,04</b>	<b>1,6</b>	<b>1,04</b>	<b>37,6</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—	—	—	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,08	39,2	0,04	1,6	1,04	37,6
<b>Зачет с оценкой:</b>	<b>0,022</b>	<b>0,8</b>	<b>0,011</b>	<b>0,4</b>	<b>0,011</b>	<b>0,4</b>
<b>Экзамен</b>	—	—	—	—	—	—
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,022	0,8	0,011	0,4	0,011	0,4
Подготовка к экзамену		—		—		
<b>Вид контроля:</b>			<b>Зачет с оценкой</b>		<b>Зачет с оценкой</b>	

Виды учебной работы	Всего		Семестры			
	ЗЕ	Астр. ч	1		2	
			ЗЕ	Астр. ч	ЗЕ	Астр. ч
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>	<b>1</b>	<b>27</b>	<b>2</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,88</b>	<b>68</b>	<b>0,94</b>	<b>25,5</b>	<b>0,94</b>	<b>25,5</b>
Практические занятия (ПЗ)	1,88	68	0,94	25,5	0,94	25,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,08</b>	<b>29,4</b>	<b>0,04</b>	<b>1,2</b>	<b>1,04</b>	<b>28,2</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—	—	—	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,08	29,4	0,04	1,2	1,04	28,2
<i>Продолжение таблицы</i>						
<b>Зачет с оценкой:</b>	<b>0,022</b>	<b>0,6</b>	<b>0,011</b>	<b>0,3</b>	<b>0,011</b>	<b>0,3</b>
<b>Экзамен</b>	—	—	—	—	—	—
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,022	0,6	0,011	0,3	0,011	0,3
Подготовка к экзамену		—		—		
<b>Вид контроля:</b>			<b>Зачет с оценкой</b>		<b>Зачет с оценкой</b>	

**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:

– 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);

- способностью оценивать эффективность новых технологий и внедрять их в производство (ПК-7).

*Знать:*

- принципы составления рецептур ненаполненных композиционных лакокрасочных материалов;

- принципы составления рецептур наполненных композиционных лакокрасочных материалов;

- основные виды сопроводительной документации для выпуска композиционных лакокрасочных материалов.

*Уметь:*

- составлять рецептуры ненаполненных композиционных лакокрасочных материалов;
- составлять 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 полиэфиры. 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 смол, 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 органических и гидрофильных пигментированных лакокрасочных материалов. Типовые модели основных пигментированных лакокрасочных материалов. Основные параметры для расчёта рецептур пигментированных лакокрасочных материалов. Расчёт рецептур по НД 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 рецептов пигментированных лакокрасочных материалов по расчётным рецептурам в зависимости от типа диспергирующего оборудования. Типовые ошибки при разработке рецептов.

*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 учебной дисциплины

Виды учебной работы	Всего		Семестры					
	ЗЕ	Акад. ч	1		2		3	
			ЗЕ	Акад. ч	ЗЕ	Акад. ч	ЗЕ	Акад. ч
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>8</b>	<b>288</b>	<b>5</b>	<b>180</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>2</b>	<b>72</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>4,25</b>	<b>153</b>	<b>1,89</b>	<b>68</b>	<b>0,95</b>	<b>34</b>	<b>1,41</b>	<b>51</b>
<i>Продолжение таблицы</i>								
Лекции (Лек)	0,95	34	0,56	17	0,22	8	0,25	9
Практические занятия (ПЗ)	2,22	93	1,33	51	0,73	26	0,44	16
Лабораторные работы (Лаб)	0,72	26	—	—	—	—	0,72	26
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3,71</b>	<b>133,8</b>	<b>3,1</b>	<b>111,6</b>	<b>0,04</b>	<b>1,6</b>	<b>0,57</b>	<b>20,6</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—	—	—	—	—	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	3,71	133,8	3,1	111,6	0,04	1,6	0,57	20,6
<b>Зачет с оценкой:</b>	<b>0,033</b>	<b>1,2</b>	<b>0,011</b>	<b>0,4</b>	<b>0,011</b>	<b>0,4</b>	<b>0,011</b>	<b>0,4</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,033	1,2	0,011	0,4	0,011	0,4	0,011	0,4
<b>Вид контроля:</b>			<b>Зачет с оценкой</b>		<b>Зачет с оценкой</b>		<b>Зачет с оценкой</b>	

Виды учебной работы	Всего		Семестры					
	ЗЕ	Астр. ч	1		2		3	
			ЗЕ	Астр. ч	ЗЕ	Астр. ч	ЗЕ	Астр. ч
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>8</b>	<b>216</b>	<b>5</b>	<b>135</b>	<b>1</b>	<b>27</b>	<b>2</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>4,25</b>	<b>114,75</b>	<b>1,89</b>	<b>51</b>	<b>0,95</b>	<b>25,5</b>	<b>1,41</b>	<b>38,25</b>
Лекции (Лек)	0,95	25,65	0,56	12	0,22	6	0,25	6,75
Практические занятия (ПЗ)	2,22	59,94	1,33	39	0,73	19,5	0,44	19,5
Лабораторные работы (Лаб)	0,72	12	—	—	—	—	0,72	12
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3,71</b>	<b>100,35</b>	<b>3,1</b>	<b>83,7</b>	<b>0,04</b>	<b>1,2</b>	<b>0,57</b>	<b>15,45</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—	—	—	—	—	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	3,71	100,35	3,1	83,7	0,04	1,2	0,57	15,45
<b>Зачет с оценкой:</b>	<b>0,033</b>	<b>0,3</b>	<b>0,011</b>	<b>0,3</b>	<b>0,011</b>	<b>0,3</b>	<b>0,011</b>	<b>0,3</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,033	0,3	0,011	0,3	0,011	0,3	0,011	0,3
<b>Вид контроля:</b>			<b>Зачет с оценкой</b>		<b>Зачет с оценкой</b>		<b>Зачет с оценкой</b>	

**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 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:*

- 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
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>72</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,47	17
Практические занятия (ПЗ)	0,95	34
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>0,57</b>	<b>20,6</b>
<i>Продолжение таблицы</i>		
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,57	20,6
<b>Зачет с оценкой:</b>	<b>0,011</b>	<b>0,4</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,011	0,4
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>38,25</b>
Лекции (Лек)	0,47	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,95	25,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>0,57</b>	<b>15,45</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,57	15,45
<b>Зачет с оценкой:</b>	<b>0,011</b>	<b>0,3</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,011	0,3
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

#### Аннотация рабочей программы дисциплины

##### «Цифровой дизайн изделий из полимеров и композитов» (Б1.В.ДВ.03.01)

**1. Цель дисциплины** – формирование у обучающихся комплекса знаний по теоретическим и практическим основам компьютерного проектирования изделий из полимеров и полимерных композитов.

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

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

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

- 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);

- способностью к оценке экономической эффективности технологических процессов, оценке инновационно-технологических рисков при внедрении новых технологий (ПК-6);

- способностью оценивать эффективность новых технологий и внедрять их в производство (ПК-7).

*Знать:*

- основы проектирования базовых процессов производства изделий из полимерных композитов;

- экологические особенности проектирования современных производств полимерных композитов;

*Уметь:*

- обеспечивать оптимизацию принимаемых конструкторско-технологических вариантов типовых изделий из полимерных композитов;

- использовать прикладные программы для решения профессиональных задач;

*Владеть:*

- навыками поиска, анализа и интерпретации научных знаний в области конструкторско-технологического проектирования и цифрового дизайна изделий из полимерных композитов;

- основами проектирования современных технологических процессов производства изделий из полимерных композитов.

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

*Раздел 1. Ручное проектирование. Отработка конструкции и технологии в опытном производстве.*

Введение. Задачи и содержание курса «Цифровой дизайн изделий из полимеров и композитов».

1.1. Представление изделия в виде комплекта чертежей, таблиц, слоёв и спецификации. Отработка конструкции и технологии в опытном производстве. Проектирование с применением универсальных САД систем.

1.2. Определение и задание на чертеже границ зон армирования; взаимная увязка элементов конструкции в пространстве; подготовка данных для расчёта на прочность; передача в производство описания оснастки сложной формы; позиционирование вкладышей внутри детали.

*Раздел 2. Проектирование с применением специализированных САД систем.*

2.1. Формирование слоевой структуры; генерация твердого тела для представления в электронном макете и выпуска чертежной документации; уравнивание слоевой структуры относительно нейтрального слоя; анализ слоев на корректность облегания оснастки и формирование подрезов; разделение слоя на ленты в проблемных для выкладки местах; сотовых заполнителей; генерация разверток слоев; массово-инерционный анализ конструкции; двусторонняя интеграция с программами конечно-элементного анализа; генерация чертежей с возможностью получения сечений и видов со слоевой структурой..

2.2. Использование математических моделей, реализующих возможность спрогнозировать образование дефектов формования (пористость, утолщения, недоформовка, коробление). Образование возможных участков непропитки: зоны, где оказался заперт воздух или давление оказалось недостаточным для процесса формования. Необходимый объем связующего для процесса формования, величина его потерь. Время заполнения и отверждения. Скорость и направление фронта заполнения. Плотность материала при моделировании процесса вакуумной инфузии.

### **4. Объем учебной дисциплины**

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>51</b>

Лекции (Лек)	0,25	9
Практические занятия (ПЗ)	0,72	26
Лабораторные работы (Лаб)	0,45	16
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,57</b>	<b>56,2</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Выполнение курсовой работы	0,45	16
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,12	40,2
<b>Защита курсового проекта</b>	<b>0,011</b>	<b>0,4</b>
<b>Зачет с оценкой:</b>	<b>0,011</b>	<b>0,4</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,022	0,8
<b>Вид контроля:</b>	<b>Защита курсового проекта; Зачет с оценкой</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<i>Продолжение таблицы</i>		
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>38,25</b>
Лекции (Лек)	0,25	6,75
Практические занятия (ПЗ)	0,72	19,5
Лабораторные работы (Лаб)	0,45	12
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,57</b>	<b>42,45</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Выполнение курсовой работы	0,45	11,88
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,12	30,57
<b>Защита курсового проекта</b>	<b>0,011</b>	<b>0,3</b>
<b>Зачет с оценкой:</b>	<b>0,011</b>	<b>0,3</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,022	0,6
<b>Вид контроля:</b>	<b>Защита курсового проекта; Зачет с оценкой</b>	

### Аннотация рабочей программы дисциплины

**«Цифровое предсказательное моделирование свойств полимеров и композитов» (Б1.В.ДВ.03.02)**

**1. Цель дисциплины** – формирование у обучающихся комплекса знаний по теоретическим и практическим основам предсказательного моделирования для прогнозирования поведения изделий в новых условиях, а также формирование у обучающихся комплекса знаний по использованию больших объемов данных и численных моделей.

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

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

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

- 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);

- способностью к оценке экономической эффективности технологических процессов, оценке инновационно-технологических рисков при внедрении новых технологий (ПК-6);
- способностью оценивать эффективность новых технологий и внедрять их в производство (ПК-7).

*Знать:*

- основные модели, которые используются для прогнозирования значений отклика функции или поведения конструкции изделия без проведения дополнительных полномасштабных экспериментов или численных расчетов;

- методы расчёта моделей при помощи техник аппроксимации;

*Уметь:*

- обрабатывать данные экспериментов и численного моделирования совместно;

- использовать большие наборы данных и численные модели;

*Владеть:*

- навыками поиска, анализа и интерпретации научных знаний в области цифрового предсказательного моделирования свойств материалов;

- методиками, позволяющими предсказать поведение изделия в различных условиях.

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

*Раздел 1. Построение и управление моделями.*

Введение. Задачи и содержание курса «Цифровое предсказательное моделирование свойств полимеров и композитов».

1.1. Набор инструментов для построения и управления предсказательными моделями. Компоненты модели, которые могут работать как с данными, собранными из расчетных схем, так и с данными, импортированными из файлов.

1.2. Использование моделей для получения прогнозов или последующей интеграции в расчетные схемы.

Раздел 2. Программные платформы для анализа данных и оптимизации.

2.1. Дополняющие средства проектирования и инженерного анализа. Графический интерфейс. Обработка наборов данных разного размера. Обработка отсутствующих данных и разрывов. Контроль над временем построения. Проверка качества моделей, сравнение их с исходными данными и между собой.

2.2. Обновление существующих моделей новыми данными и объединение моделей. Исследование поведения многомерных моделей и изучение зависимостей входных и выходных параметров. Экспорт моделей.

### **4. Объем учебной дисциплины**

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,25	9
Практические занятия (ПЗ)	0,72	26
Лабораторные работы (Лаб)	0,45	16
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,57</b>	<b>56,2</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Выполнение курсовой работы	0,45	16
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,12	40,2
<b>Защита курсового проекта</b>	<b>0,011</b>	<b>0,4</b>
<b>Зачет с оценкой:</b>	<b>0,011</b>	<b>0,4</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,022	0,8
<b>Вид контроля:</b>	<b>Защита курсового проекта; Зачет с оценкой</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>

<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>38,25</b>
Лекции (Лек)	0,25	6,75
Практические занятия (ПЗ)	0,72	19,5
Лабораторные работы (Лаб)	0,45	12
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,57</b>	<b>42,45</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Выполнение курсовой работы	0,45	11,88
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,12	30,57
<i>Защита курсового проекта</i>	<i>0,011</i>	<i>0,3</i>
<i>Зачет с оценкой:</i>	<i>0,011</i>	<i>0,3</i>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,022	0,6
<b>Вид контроля:</b>	<b>Защита курсового проекта; Зачет с оценкой</b>	

### **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:

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

- 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);

- способностью к оценке экономической эффективности технологических процессов, оценке инновационно-технологических рисков при внедрении новых технологий (ПК-6);

- способностью оценивать эффективность новых технологий и внедрять их в производство (ПК-7).

*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
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,25	9
Практические занятия (ПЗ)	1,17	42
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,57</b>	<b>56,2</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Выполнение курсовой работы	0,45	16
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,12	40,2
<b>Защита курсового проекта</b>	<b>0,011</b>	<b>0,4</b>
<b>Зачет с оценкой:</b>	<b>0,011</b>	<b>0,4</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,022	0,8
<b>Вид контроля:</b>	<b>Защита курсового проекта; Зачет с оценкой</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>38,25</b>
Лекции (Лек)	0,25	6,75
Практические занятия (ПЗ)	1,17	31,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,57</b>	<b>42,45</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Выполнение курсовой работы	0,45	11,88
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,12	30,57
<b>Защита курсового проекта</b>	<b>0,011</b>	<b>0,3</b>
<b>Зачет с оценкой:</b>	<b>0,011</b>	<b>0,3</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,022	0,6
<b>Вид контроля:</b>	<b>Защита курсового проекта; Зачет с оценкой</b>	

#### **Аннотация рабочей программы дисциплины**

##### **«Цифровой дизайн оборудования и производств полимеров и композитов» (Б1.В.ДВ.03.04)**

**1. Цель дисциплины** – формирование навыков технологической подготовки производства в единой виртуальной среде с помощью инструментов планирования, проверки и моделирования производственных процессов.

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

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

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

- 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);

- способностью к оценке экономической эффективности технологических процессов, оценке инновационно-технологических рисков при внедрении новых технологий (ПК-6);

- способностью оценивать эффективность новых технологий и внедрять их в производство (ПК-7).

*Знать:*

- основные процессы перевода цифрового дизайна в физический объект;

- преимущества и ограничения аддитивных технологий;

*Уметь:*

- использовать программное обеспечение для численного моделирования в аддитивной технологий

- использовать автоматизированные системы технологической подготовки производства.

*Владеть:*

- навыками цифрового дизайна производства в технологии переработки полимеров и полимерных композиционных материалов;

- методиками функционального моделирования производства.

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

*Раздел 1. Программное обеспечение для цифрового дизайна производства.*

Введение. Задачи и содержание курса «Цифровой дизайн оборудования и производств полимеров и композитов».

1.1. Программные решения для поддержки цифрового производства, объединяющие все технологические аспекты, связанные с разработкой производств полимеров и композитов. Эпоха «технологического ренессанса». Стратегии по обеспечению цифровой непрерывности. Прототипы отдельных деталей на основе полимерных композитов с помощью аддитивного производства.

1.2. Проектирование технологии изготовления полимеров и композитов. Имитационное моделирование, контроль. Проектирование и подготовка цифрового макета производственного процесса. Аддитивное производство, виртуализация, Интернет вещей. Модели массовой индивидуализации. Современные цифровые платформы.

*Раздел 2. Проектирование оборудования; планирование производственных процессов.*

2.1. Разработка планировок; нормирование операций; моделирование процессов сборки; проведение эргономического анализа. Ценностно-ориентированное производство. Оптимизация графика поставок сырья, доставку продукции и рабочие процессы. Цифровая непрерывность для жизненного цикла продукции. Цифровая непрерывность данных.

2.2. Моделирование цеховых материальных и логистических потоков. планирование серийного производства. Моделирование логики устройств и программируемых контроллеров; подготовка рабочих и эксплуатационных инструкций. Концептуализация в рамках цифрового двойника. Инструменты моделирования. «Умное» производство.

### **4. Объем учебной дисциплины**

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,25	9
Практические занятия (ПЗ)	0,72	26
Лабораторные работы (Лаб)	0,45	16
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,57</b>	<b>56,2</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Выполнение курсовой работы	0,45	16
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,12	40,2
<b>Защита курсового проекта</b>	<b>0,011</b>	<b>0,4</b>
<i>Продолжение таблицы</i>		
<b>Зачет с оценкой:</b>	<b>0,011</b>	<b>0,4</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,022	0,8
<b>Вид контроля:</b>	<b>Защита курсового проекта; Зачет с оценкой</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>38,25</b>
Лекции (Лек)	0,25	6,75
Практические занятия (ПЗ)	0,72	19,5
Лабораторные работы (Лаб)	0,45	12
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,57</b>	<b>42,45</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Выполнение курсовой работы	0,45	11,88
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,12	30,57
<b>Защита курсового проекта</b>	<b>0,011</b>	<b>0,3</b>
<b>Зачет с оценкой:</b>	<b>0,011</b>	<b>0,3</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,022	0,6
<b>Вид контроля:</b>	<b>Защита курсового проекта; Зачет с оценкой</b>	

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Цифровая трансформация химических производств» (Б1.В.ДВ.03.05)**

**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:

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

- 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);

- способностью к оценке экономической эффективности технологических процессов, оценке инновационно-технологических рисков при внедрении новых технологий (ПК-6);

- способностью оценивать эффективность новых технологий и внедрять их в производство (ПК-7).

*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 аналитика 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
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,25	9
Практические занятия (ПЗ)	0,72	26
Лабораторные работы (Лаб)	0,45	16
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,57</b>	<b>56,2</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Выполнение курсовой работы	0,45	16
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,12	40,2
<b>Защита курсового проекта</b>	<b>0,011</b>	<b>0,4</b>
<b>Зачет с оценкой:</b>	<b>0,011</b>	<b>0,4</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,022	0,8

Вид контроля:	Защита курсового проекта; Зачет с оценкой	
Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>38,25</b>
Лекции (Лек)	0,25	6,75
Практические занятия (ПЗ)	0,72	19,5
Лабораторные работы (Лаб)	0,45	12
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,57</b>	<b>42,45</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
<i>Продолжение таблицы</i>		
Выполнение курсовой работы	0,45	11,88
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,12	30,57
<b>Защита курсового проекта</b>	<b>0,011</b>	<b>0,3</b>
<b>Зачет с оценкой:</b>	<b>0,011</b>	<b>0,3</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,022	0,6
Вид контроля:	Защита курсового проекта; Зачет с оценкой	

### Аннотация рабочей программы дисциплины

#### «Цифровой дизайн процессов получения полимеров и композитов» (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 общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями:

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

- 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);

- способностью к оценке экономической эффективности технологических процессов, оценке инновационно-технологических рисков при внедрении новых технологий (ПК-6);

- способностью оценивать эффективность новых технологий и внедрять их в производство (ПК-7).

*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
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,25	9

Практические занятия (ПЗ)	0,72	26
Лабораторные работы (Лаб)	0,45	16
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,57</b>	<b>56,2</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Выполнение курсовой работы	0,45	16
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,12	40,2
<b>Защита курсового проекта</b>	<b>0,011</b>	<b>0,4</b>
<b>Зачет с оценкой:</b>	<b>0,011</b>	<b>0,4</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,022	0,8
<i>Продолжение таблицы</i>		
<b>Вид контроля:</b>	<b>Защита курсового проекта; Зачет с оценкой</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>38,25</b>
Лекции (Лек)	0,25	6,75
Практические занятия (ПЗ)	0,72	19,5
Лабораторные работы (Лаб)	0,45	12
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,57</b>	<b>42,45</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Выполнение курсовой работы	0,45	11,88
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,12	30,57
<b>Защита курсового проекта</b>	<b>0,011</b>	<b>0,3</b>
<b>Зачет с оценкой:</b>	<b>0,011</b>	<b>0,3</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,022	0,6
<b>Вид контроля:</b>	<b>Защита курсового проекта; Зачет с оценкой</b>	

### Аннотация рабочей программы дисциплины

#### «Маркировка и стандартизация полимерной и лакокрасочной продукции» (Б1.В.ДВ.03.07)

**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:

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

- 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);

- способностью к оценке экономической эффективности технологических процессов, оценке инновационно-технологических рисков при внедрении новых технологий (ПК-6);

- способностью оценивать эффективность новых технологий и внедрять их в производство (ПК-7).

*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
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>51</b>
Лекции (Лек)	0,25	9
Практические занятия (ПЗ)	0,72	26
Лабораторные работы (Лаб)	0,45	16
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>0,58</b>	<b>21</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,67	21
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4
Подготовка к экзамену		35,6
<b>Вид контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
---------------------	---------------------	-------------------

<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>81</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>38,25</b>
Лекции (Лек)	0,25	6,75
Практические занятия (ПЗ)	0,72	19,5
Лабораторные работы (Лаб)	0,45	12
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>0,58</b>	<b>15,75</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,67	15,75
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>27</b>
<i>Продолжение таблицы</i>		
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,3
Подготовка к экзамену		26,7
<b>Вид контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	

### Аннотация рабочей программы дисциплины

#### «Инновационная экономика и технологическое предпринимательство» (Б1.В.ДВ.04.01)

**1. Цель дисциплины** – формирование комплекса теоретических знаний и практических навыков в сфере коммерциализации инновационных технологий.

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

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

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

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

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

- способностью к оценке экономической эффективности технологических процессов, оценке инновационно-технологических рисков при внедрении новых технологий (ПК-6);

- способностью оценивать эффективность новых технологий и внедрять их в производство (ПК-7).

*Знать:*

- основные понятия и категории коммерциализации инновационных технологий;

*Уметь:*

- квалифицированно использовать основные методы аналитического инструментария для продвижения сложных наукоемких технологий

*Владеть:*

- практическими навыками в области описания инновационных технологий и их представления потенциальным инвесторам.

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

*Раздел 1. Основные модели и инструменты экономической декомпозиции сложных технологий и технологических процессов*

1.1. Основные модели экономического представления технико-технологических проектных инициатив. Представление экономической сути технологии в контексте моделей черного ящика и цепочки создания ценности. Основные модели экономического представления технико-технологических проектных инициатив

1.2. Оценка экосистемы инновационного процесса и анализ рынка технологий. Основные модели экономического представления технико-технологических проектных инициатив.

*Раздел 2. Разработка стратегии вывода технологии на рынок*

2.1. Оценка возможных рисков вывода инновационной технологии на рынок. Разработка сценарной программы коммерциализации инновационной технологии. Разработка стратегии вывода технологии на рынок. Оценка возможных рисков вывода инновационной технологии на рынок.

2.2. Финансовое моделирование внедрения, использования и окупаемости технологий. Оценка окупаемости и экономической эффективности внедрения инновационной технологии.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>72</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>34</b>
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34
<i>Продолжение таблицы</i>		
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,05</b>	<b>37,8</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,05	37,8
<b>Зачет:</b>	<b>0,006</b>	<b>0,2</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,006	0,2
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>25,5</b>
Практические занятия (ПЗ)	0,94	25,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,05</b>	<b>28,35</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,05	28,35
<b>Зачет:</b>	<b>0,006</b>	<b>0,15</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,006	0,15
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет</b>	

#### Аннотация рабочей программы дисциплины

##### «Технологии виртуальной и дополнительной реальности» (Б1.В.ДВ.04.02)

**1. Цель дисциплины** – систематическое изучение основ теории и практики мультимедийных систем и систем виртуальной реальности.

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

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

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

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

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

- способностью к оценке экономической эффективности технологических процессов, оценке инновационно-технологических рисков при внедрении новых технологий (ПК-6);

- способностью оценивать эффективность новых технологий и внедрять их в производство (ПК-7).

*Знать:*

- форматы текстовых, звуковых и видео файлов;

- способы задания объектов виртуальной реальности; об основных системах, интегрированных в мультимедиа и виртуальную реальность;

- технологию сжатия видео;

- технологию сверхширокополосной связи UWB.

*Уметь:*

- проводить системный анализ базовых алгоритмов;  
- обосновывать выбор способа представления геометрических моделей и алгоритмов их визуализации;

- проводить моделирование алгоритмов и анализировать его результаты.

*Владеть:*

- приобретёнными знаниями при моделировании и разработке программных систем мультимедиа и виртуальной реальности.

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

*Раздел 1. Введение в мультимедиа и виртуальную реальность*

1.1. Текстовые файлы. Графические файлы. Звуковые файлы. Видеофайлы

1.2. Способы задания объектов виртуальной реальности. Алгоритмы рендеринга.

Интерактивные системы моделирования.

*Раздел 2. Web-базируемое моделирование форм*

2.1. Новый стандарт видео. Технология сжатия видео. H.264, MPEG-4 Part 10, AVC (*Advanced Video Coding*). Алгоритмы выделения контуров и 2D хромакеинга. Алгоритмы отслеживания движений.

2.2. Технология сверхширокополосной связи. 3D графика реального времени и виртуальные студии.

### **4. Объем учебной дисциплины**

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>72</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>34</b>
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,05</b>	<b>37,8</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,05	37,8
<b>Зачет:</b>	<b>0,006</b>	<b>0,2</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,006	0,2
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>25,5</b>
Практические занятия (ПЗ)	0,94	25,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,05</b>	<b>28,35</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,05	28,35
<b>Зачет:</b>	<b>0,006</b>	<b>0,15</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,006	0,15
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет</b>	

### **Аннотация рабочей программы дисциплины «Инженерная экономика» (Б1.В.ДВ.04.03)**

**1. Цель дисциплины** – способность использовать экономические знания при оценке эффективности результатов инженерных решений при внедрении новых технологий.

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

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

- готовностью к защите объектов интеллектуальной собственности и коммерциализации прав на объекты интеллектуальной собственности (ОПК-5)
- способностью организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок, разрабатывать задания для исполнителей (ПК-1);
- готовностью к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи (ПК-2);
- способностью к оценке экономической эффективности технологических процессов, оценке инновационно-технологических рисков при внедрении новых технологий (ПК-6);
- способностью оценивать эффективность новых технологий и внедрять их в производство (ПК-7).

*Знать:*

- основные концепции и методы экономического обоснования нововведений и управленческих решений;
- взаимосвязи инновационной активности и конкурентоспособного развития предприятий; принципы проектного управления предприятием и сущности инженерных проектов;
- методы и технологии отбора и реализации инноваций; способы и источники финансирования инженерных проектов;
- процессы и функции управления инженерным проектом; особенности управления международными инженерными проектами.

*Уметь:*

- использовать экономические закономерности инновационной проектной деятельности и конкурентоспособности;
- учитывать макроэкономические факторы; понимать природу и структуру процесса принятия решений и правильно выбирать методы решения управленческих проблем;
- осуществлять эффективную мотивацию персонала, формировать организационную культуру; формализовать проект как объект управления.

*Владеть:*

- методологией системного подхода к организации;
- понимать функции и процессы управления проектами в их взаимосвязи;
- бизнес-планированием и инвестиционным анализом инженерного проекта;
- инструментальными средствами управления проектами.

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

#### *Раздел 1. Научно-технический прогресс и инновационные процессы*

1.1. Основные понятия управления инженерными инновационными проектами. Понятие и классификация затрат на производство. Формирование себестоимости по экономическим элементам и статьям расходов.

1.2. Основы и механизмы ценообразования. Понятие и виды цен. Ценовая политика предприятия. Функции цен. Ценовые стратегии. Методы расчета цен. Расчет цены для обеспечения безубыточности и прибыльности производства. Цена потребления. Факторы, влияющие на уровень цен. Определение цены на продукцию производственно-технического назначения

#### *Раздел 2. Методы и технологии управления инженерными инновациями*

2.1. Бизнес-планирование инженерных инновационных проектов. Инструментальные средства управления инженерными проектом.

2.2. Графические и аналитические методы определения производственного цикла сложного процесса. Организация производственного процесса при различных видах движения партий объектов производства. Экономическое значение и пути сокращения длительности производственного цикла. Интеграция исследовательских и опытно-конструкторских работ, маркетинга и производственной деятельности при создании новых видов продукции и новых технологий.

### **4. Объем учебной дисциплины**

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>72</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>34</b>

Практические занятия (ПЗ)	0,94	34
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,05</b>	<b>37,8</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,05	37,8
<b>Зачет:</b>	<b>0,006</b>	<b>0,2</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,006	0,2
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>25,5</b>
Практические занятия (ПЗ)	0,94	25,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,05</b>	<b>28,35</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,05	28,35
<b>Зачет:</b>	<b>0,006</b>	<b>0,15</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,006	0,15
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет</b>	

### Аннотация рабочей программы дисциплины

#### «Основы науки о данных для химиков-технологов» (Б1.В.ДВ.04.04)

**1. Цель дисциплины** – формирование комплекса теоретических знаний, методологических основ и практических навыков в области анализа неструктурированной информации..

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

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

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

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

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

- способностью к оценке экономической эффективности технологических процессов, оценке инновационно-технологических рисков при внедрении новых технологий (ПК-6);

- способностью оценивать эффективность новых технологий и внедрять их в производство (ПК-7).

*Знать:*

- характеристики рынка систем анализа неструктурированной информации и перспективы развития сегмента информационно-технологической отрасли «Большие данные» (Big Data);

- основные методы анализа, применяемые в «Больших данных», а также основные классы и принципы построения информационных систем, применяемых для практической реализации этих методов.

*Уметь:*

- применять для анализа неструктурированной информации эвристические алгоритмы поиска, эволюционное вычисление, генетические алгоритмы, ненаправленного обучения (Unsupervised Learning).

*Владеть:*

- навыками использования систем анализа неструктурированной информации для решения задач сквозного поиска по источникам, выявления закономерностей на основании анализа текстовых данных, извлечения ключевых факторов из неструктурированных текстов.

### 3. Краткое содержание дисциплины

### Раздел 1. Концепция «Больших Данных».

Необходимость в аналитической работе с большими данными. Явная (выраженная) и скрытая (структурная) информация. Количественная и качественная стратегия анализа текстов. Возможности и ограничения каждого из подходов. Процедура контент-анализа. Определение круга проблем для контент-анализа.

### Раздел 2.

Неструктурированная информация Эвристические алгоритмы поиска, эволюционное вычисление, этапы генетического алгоритма: задание целевой функции (приспособленности) для особей популяции, создание начальной популяции, размножение (скрещивание), мутирование, вычисление значения целевой функции для всех особей, формирование нового поколения (селекция).

### Раздел 3.

Аппаратное и программное обеспечение «Больших Данных». Вычисления некоторых наборов распределенных задач с использованием большого количества компьютеров, образующих кластер.

### Раздел 4.

Масштабирование и многоуровневое хранение «Больших Данных» Модели развёртывания: частное облако, публичное облако, гибридное облако, общественное облако. Модели обслуживания: программное обеспечение, платформа, инфраструктура. Экономические аспекты центров обработки данных. Безопасность при хранении и пересылке данных.

### Раздел 5.

Практическое применение «Больших Данных» Практическое применение решений IBM Cognos Analytics и ресурсов платформы IBM Bluemix. Понятие шаблона, создание правил и категорий.

## 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>72</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>34</b>
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,05</b>	<b>37,8</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,05	37,8
<b>Зачет:</b>	<b>0,006</b>	<b>0,2</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,006	0,2
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>25,5</b>
Практические занятия (ПЗ)	0,94	25,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,05</b>	<b>28,35</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,05	28,35
<b>Зачет:</b>	<b>0,006</b>	<b>0,15</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,006	0,15
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет</b>	

## Аннотация рабочей программы дисциплины «Интеллектуальная собственность» (Б1.В.ДВ.04.05)

**1. Цель дисциплины** – формирование практических навыков расчёта эффективности использования изобретений, лицензий и других объектов интеллектуальной собственности, а также ознакомление с основными методами защиты объектов интеллектуальной собственности.

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

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

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

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

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

- способностью к оценке экономической эффективности технологических процессов, оценке инновационно-технологических рисков при внедрении новых технологий (ПК-6);

- способностью оценивать эффективность новых технологий и внедрять их в производство (ПК-7).

*Знать:*

- основные принципы управления интеллектуальной собственностью на предприятиях;

- особенности интеллектуальной собственности как объекта хозяйственных отношений на предприятии;

- современное состояние и тенденции развития рынка интеллектуальной собственности.

*Уметь:*

- оценивать различные объекты интеллектуальной собственности;

- управлять интеллектуальной собственностью как объектом хозяйственных отношений на предприятии.

*Владеть:*

- навыками оценки объектов интеллектуальной собственности;

- навыками управления интеллектуальной собственностью;

- навыками определения значимости интеллектуальной собственности в инновационных системах.

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

*Раздел 1. Интеллектуальная собственность: общие положения*

1.1. Авторское право. Патентное право. Принцип патентной охраны. Связь авторского и промышленного права. Субъекты патентной охраны изобретений. Объекты изобретений. Неохраняемые объекты. Условия патентной охраны изобретений. Системы патентования. Патентное право на изобретения. Служебные изобретения. Секретные изобретения. Срок действия патента на изобретение. Зарубежное патентование.

1.2. Охрана полезных моделей. Охрана промышленных образцов. Охрана топологий интегральных микросхем. Охрана селекционных достижений. Патентный поиск. Патентное исследование. Патентная чистота. Охрана маркетинговых обозначений. Передача прав на интеллектуальную собственность. Оценка интеллектуальной собственности.

*Раздел 2. Управление интеллектуальной собственностью на предприятии*

2.1. Особенности внедрения высокотехнологичных инноваций. Управление интеллектуальной собственностью на предприятии. Стратегии корпоративного управления объектами интеллектуальной собственности.

2.2. Защита интеллектуальных прав. Защита личных неимущественных прав. Защита исключительных прав.

### **4. Объем учебной дисциплины**

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>72</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>34</b>
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,05</b>	<b>37,8</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—

Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,05	37,8
<b>Зачет:</b>	<b>0,006</b>	<b>0,2</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,006	0,2
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторские занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>25,5</b>
Практические занятия (ПЗ)	0,94	25,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,05</b>	<b>28,35</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,05	28,35
<b>Зачет:</b>	<b>0,006</b>	<b>0,15</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,006	0,15
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет</b>	

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Деловые коммуникации» (Б1.В.ДВ.04.06)

**1. Цель дисциплины** – приобретение знаний и освоение технологий социальной адаптации к профессиональной коммуникации в условиях межличностного общения.

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

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

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

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

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

- способностью к оценке экономической эффективности технологических процессов, оценке инновационно-технологических рисков при внедрении новых технологий (ПК-6);

- способностью оценивать эффективность новых технологий и внедрять их в производство (ПК-7).

*Знать:*

- теоретические основы этики делового общения;

- основные принципы, способы и средства делового общения;

- нравственные основы делового общения, этику и этикет делового общения.

*Уметь:*

- применять полученные теоретические знания в практической работе;

- использовать механизмы внутригруппового регулирования конфликтных ситуаций;

- организовать и провести деловые переговоры и деловые встречи.

*Владеть:*

- методами диагностики стилей руководства и механизмами их оптимизации;

- методами организации работы коллектива и принятия управленческих решений в условиях различных мнений;

- социальной и этической ответственностью за принятые решения.

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

*Раздел 1. Теоретические основы дисциплины «Деловые коммуникации»*

Тема 1. Предмет, методы и функции дисциплины «Деловые коммуникации». Предмет дисциплины и ее прикладной характер. Связь делового общения и специальных дисциплин: экономических, правовых, политических, организационных, профессионального управления.

Деловые коммуникации в обществе. Деловые коммуникации и этика поведения. Особенности делового общения и его отличие от других типов общения. Виды и формы делового общения. Основные методы науки «Деловые коммуникации»: экспериментальный метод, моделирование, тестирование. Гносеологическая, прогностическая и аксиологическая функции делового общения.

Тема 2. Личность в деловом общении. Понятие «личность». Основные характеристики личности. Установки и способы поведения в обществе. Модели поведения К. Роджерса и А. Маслоу. Концепция самоактуализации личности. Иерархия потребностей личности А. Маслоу. Закон конгруэнтности К. Роджерса, Э. Фромма. Влияние экономических и культурных факторов на становление социального характера. Концепции Л. Выготского и А. Леонтьева. Макро- и микросреда личности, структура и роль в детерминации поведения. Социальные стереотипы, их особенности, связь с манипулированием личностью. Роль и статус личности. Теория стадий развития личности Э. Эриксона, особенности этапов становления и развития личности.

Тема 3. Процесс делового общения

Структура делового общения. Коммуникации в деловом общении. Вербальная и невербальная коммуникации. Интерактивное Деловые коммуникации. Взаимодействие партнеров. Закон конгруэнтности К. Роджерса. Трансактный анализ делового общения Э. Берна. Манипулятивные приемы в межличностном деловом общении, защита от манипуляций. Стрессы в деловом общении. Тактика стрессоустойчивого поведения.

*Раздел 2. Деловые коммуникации в обществе*

Тема 4. Индивидуальный стиль общения. Понятие об индивидуальном стиле деятельности и общения. Природные и социальные детерминанты формирования индивидуального стиля коммуникативной деятельности. Виды индивидуальных стилей и способы их развития. Умения самоанализа стилевых особенностей общения. Индивидуальные стратегии и тактики в общении. Этапы делового общения. Современные технологии делового общения. Стили лидерства.

Тема 5. Деловые коммуникации в рабочей группе. Рабочая группа как особый тип социальной группы. Типология рабочих групп. Межличностные отношения в рабочей группе. Конформизм и неконформизм. Структура рабочей группы. Референтная группа и ее влияние на общественное мнение. Механизмы регулирования коллективной деятельности рабочей группы. Лидерство в рабочей группе. Типы и стиль лидерства. Адаптивных и неадаптивных способы коммуникации.

Тема 6. Деловые переговоры. Общая характеристика переговоров, цели и задачи сторон. Стратегия ведения переговоров, ее виды: позиционный торг и партнерский подход на основе взаимного учета интересов. Динамика ведения переговоров и ее стадии. Процесс ведения переговоров. Правила поведения и типичные ошибки в ходе переговоров. Анализ результатов переговоров и выполнение достигнутых договоренностей.

*Раздел 3. Этика делового общения*

Тема 7. Конфликты в деловом общении. Конфликт в деловом общении, его особенности. Социальные предпосылки возникновения конфликта в деловом общении. Стадии и структура конфликта. Типология конфликтов в деловом общении. Картография конфликта. Стили поведения деловых партнеров в конфликтной ситуации. Механизмы влияния на делового партнера в конфликтной ситуации. Моделирование разрешения конфликтов в деловом общении.

Тема 8. Этика делового общения. Этика как наука о моральных нормах и принципах общения. Влияние рыночных отношений на этику делового общения.

Универсальные этические принципы и особенности их проявления в практике делового общения. основополагающие принципы делового общения. Этика делового общения в организации. Способы повышения нравственного уровня делового общения в организации. Деловой этикет. Имидж и технология его формирования в деловом этикете. Тема 9. Деловая игра. Эффективное лидерство – Успешный руководитель. В результате обучаемые смогут: систематизировать свои представления о содержании задач, решаемых лидером; лучше понять основы эффективного взаимодействия между руководителем и подчиненными; проанализировать эффективность управленческих подходов к взаимодействию руководителя с подчиненными; развить навыки анализа эффективной работы руководителя и сложившейся практики управления работой подчиненных; разработать план развития лидерских качеств.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>72</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>34</b>
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34
<i>Продолжение таблицы</i>		
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,05</b>	<b>37,8</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,05	37,8
<b>Зачет:</b>	<b>0,006</b>	<b>0,2</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,006	0,2
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>25,5</b>
Практические занятия (ПЗ)	0,94	25,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,05</b>	<b>28,35</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,05	28,35
<b>Зачет:</b>	<b>0,006</b>	<b>0,15</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,006	0,15
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет</b>	

#### 4.5. Практики

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

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

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

*Обладать* следующими общекультурными (ОК) и профессиональными (ПК) компетенциями:

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

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

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

общепрофессиональных:

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

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

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

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

производственно-технологическая деятельность:

- 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);

- способностью к оценке экономической эффективности технологических процессов, оценке инновационно-технологических рисков при внедрении новых технологий (ПК-6);

- способностью оценивать эффективность новых технологий и внедрять их в производство (ПК-7).

*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 учебной практики: практики по получению первичных профессиональных умений и навыков**

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 учебной практики: практики по получению первичных профессиональных умений и навыков**

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость практики по учебному плану</b>	<b>6</b>	<b>216</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,83</b>	<b>102</b>
Практические занятия (ПЗ)	2,83	102
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3,15</b>	<b>113,6</b>
Контактная самостоятельная работа	-	-
Виды самостоятельной работы	3,15	113,6
<b>Зачет с оценкой:</b>	<b>0,011</b>	<b>0,4</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,011	0,4
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость практики по учебному плану</b>	<b>6</b>	<b>162</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,83</b>	<b>76,5</b>
Практические занятия (ПЗ)	2,83	76,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3,15</b>	<b>85,2</b>
Контактная самостоятельная работа	-	-
Виды самостоятельной работы	3,15	85,2
<b>Зачет с оценкой:</b>	<b>0,011</b>	<b>0,3</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,011	0,3
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

#### **Производственная практика: НИР (Б2.В.02(Н))**

**1 Цель производственной практики: НИР** – формирование необходимых компетенций для осуществления научно-исследовательской деятельности по направлению подготовки 18.04.01 «Химическая технология» магистерской программы «Современная технология полимеров, композитов и покрытий (Advanced Polymers and Composites Science and Technology)», получение профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности путём самостоятельного творческого выполнения задач, поставленных программой практики.

**2 В результате выполнения производственной практики: НИР обучающийся по программе магистратуры должен:**

*Обладать* следующими общекультурными (ОК), общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями:

- способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
- готовностью действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения (ОК-2);
- готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3);
- способностью совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, получать знания в области современных проблем науки, техники и технологии, гуманитарных, социальных и экономических наук (ОК-4);
- способностью к профессиональному росту, к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности (ОК-5);

- способностью на практике использовать умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом (ОК-7);
  - способностью находить творческие решения социальных и профессиональных задач, готовностью к принятию нестандартных решений (ОК-8);
  - готовностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-1);
  - готовностью руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОПК-2);
  - способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с направлением и профилем подготовки (ОПК-3);
  - готовностью к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез (ОПК-4);
  - готовностью к защите объектов интеллектуальной собственности и коммерциализации прав на объекты интеллектуальной собственности (ОПК-5);
  - способностью организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок, разрабатывать задания для исполнителей (ПК-1);
  - готовностью к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи (ПК-2);
  - способностью использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты (ПК-3);
- производственно-технологическая деятельность:**
- 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);
  - способностью к оценке экономической эффективности технологических процессов, оценке инновационно-технологических рисков при внедрении новых технологий (ПК-6);
  - способностью оценивать эффективность новых технологий и внедрять их в производство (ПК-7).

*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:*

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

### **3 Краткое содержание производственной практики: НИР**

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 производственной практики: научно-исследовательской работы**

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость практики по учебному плану</b>	<b>42</b>	<b>1512</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>19,36</b>	<b>697</b>
Практические занятия (ПЗ)	19,36	697
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>21,6</b>	<b>777,8</b>
Контактная самостоятельная работа		-
Виды самостоятельной работы	21,6	777,8
<b>Зачет с оценкой</b>	<b>0,033</b>	<b>1,2</b>
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4
Подготовка к экзамену		35,6
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой Экзамен</b>	
<b>В том числе</b>		

<b>1 семестр</b>		
<b>Общая трудоемкость практики по учебному плану</b>	<b>10</b>	<b>360</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>4,72</b>	<b>170</b>
Практические занятия (ПЗ)	4,72	170
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>5,27</b>	<b>189,6</b>
Контактная самостоятельная работа	-	-
<i>Продолжение таблицы</i>		
Виды самостоятельной работы	5,27	189,6
<b>Зачет с оценкой</b>	<b>0,011</b>	<b>0,4</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,011	0,4
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	
<b>2 семестр</b>		
<b>Общая трудоемкость практики по учебному плану</b>	<b>7</b>	<b>252</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,83</b>	<b>102</b>
Практические занятия (ПЗ)	2,83	102
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>4,15</b>	<b>149,6</b>
Контактная самостоятельная работа	-	-
Виды самостоятельной работы	4,15	149,6
<b>Зачет с оценкой</b>	<b>0,011</b>	<b>0,4</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,011	0,4
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	
<b>3 семестр</b>		
<b>Общая трудоемкость практики по учебному плану</b>	<b>11</b>	<b>396</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>4,72</b>	<b>170</b>
Практические занятия (ПЗ)	4,72	170
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>6,27</b>	<b>225,6</b>
Контактная самостоятельная работа	-	-
Виды самостоятельной работы	6,27	225,6
<b>Зачет с оценкой</b>	<b>0,011</b>	<b>0,4</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,011	0,4
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	
<b>4 семестр</b>		
<b>Общая трудоемкость практики по учебному плану</b>	<b>14</b>	<b>504</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>7,08</b>	<b>255</b>
Практические занятия (ПЗ)	7,08	255
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>5,92</b>	<b>213</b>
Контактная самостоятельная работа	-	-
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР	5,92	213
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4
Подготовка к экзамену	1	35,6
<b>Вид контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость практики по учебному плану</b>	<b>42</b>	<b>1134</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>19,36</b>	<b>522,75</b>
Практические занятия (ПЗ)	19,36	522,75
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>22,43</b>	<b>583,35</b>
Контактная самостоятельная работа	-	-
Виды самостоятельной работы	22,43	583,35

<b>Зачет с оценкой</b>	<b>0,033</b>	<b>0,9</b>
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,3
Подготовка к экзамену		26,7
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой Экзамен</b>	
<i>Продолжение таблицы</i>		
<b>В том числе</b>		
<b>1 семестр</b>		
<b>Общая трудоемкость практики по учебному плану</b>	<b>10</b>	<b>270</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>4,72</b>	<b>127,5</b>
Практические занятия (ПЗ)	4,72	127,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>5,27</b>	<b>142,2</b>
Контактная самостоятельная работа	-	-
Виды самостоятельной работы	5,27	142,2
<b>Зачет с оценкой</b>	<b>0,011</b>	<b>0,3</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,011	0,3
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	
<b>2 семестр</b>		
<b>Общая трудоемкость практики по учебному плану</b>	<b>7</b>	<b>189</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>2,83</b>	<b>76,5</b>
Практические занятия (ПЗ)	2,83	76,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>4,15</b>	<b>112,2</b>
Контактная самостоятельная работа	-	-
Виды самостоятельной работы	4,15	112,2
<b>Зачет с оценкой</b>	<b>0,011</b>	<b>0,3</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,011	0,3
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	
<b>3 семестр</b>		
<b>Общая трудоемкость практики по учебному плану</b>	<b>11</b>	<b>297</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>4,72</b>	<b>127,5</b>
Практические занятия (ПЗ)	4,72	127,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>6,27</b>	<b>169,2</b>
Контактная самостоятельная работа	-	-
Виды самостоятельной работы	6,27	169,2
<b>Зачет с оценкой</b>	<b>0,011</b>	<b>0,3</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,011	0,3
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	
<b>4 семестр</b>		
<b>Общая трудоемкость практики по учебному плану</b>	<b>14</b>	<b>378</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>7,08</b>	<b>191,25</b>
Практические занятия (ПЗ)	7,08	191,25
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>5,92</b>	<b>159,75</b>
Контактная самостоятельная работа	-	-
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР	5,92	159,75
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,3
Подготовка к экзамену		26,7
<b>Вид контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	

Аннотация рабочей программы Преддипломной практики (Б2.В.03(Пд))

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

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

*Обладать* следующими общекультурными (ОК), общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

*производственно-технологическая деятельность:*

- 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);

- способностью к оценке экономической эффективности технологических процессов, оценке инновационно-технологических рисков при внедрении новых технологий (ПК-6);

- способностью оценивать эффективность новых технологий и внедрять их в производство (ПК-7).

*Знать:*

- методы организации научной деятельности и осуществления эксперимента.

- анализа сырья, продукта и отходов производства;

- современные экспериментальные методы исследования состава и свойств полимерных материалов;

- лабораторную базу для проведения исследований по тематике выпускной работы;

- основы технологии по профилю выпускной квалификационной работы;

- экономические показатели технологии;

- комплекс мероприятий по технике безопасности, охране окружающей среды, охране труда.

*Уметь:*

- проводить сбор, обработку, анализ и систематизацию научной и технической информации;

- проводить экспериментальные исследования по тематике научно-исследовательской работы;

- осуществлять контроль самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы;

- выполнять подготовку научно-технической документации для проведения научных исследований и технических разработок;
- выполнять расчеты, связанные как с разработкой заданий для отдельных исполнителей, так и с составлением планов и программ проведения научных исследований и технических разработок в целом.

*Владеть:*

- методами химических расчетов и решения задач производственного и научно-исследовательского содержания;
- методами анализа научно-технической информации;
- системой планирования и организации научно-исследовательских и проектных работ в рамках изучаемой программы магистратуры;
- основными должностными функциями руководящего персонала (руководителя научной группы, проекта, программы) в рамках изучаемой программы магистратуры.

### **3 Краткое содержание преддипломной практики**

Основу преддипломной практики составляет подготовка материалов для выполнения выпускной квалификационной работы: освоение методов, приемов, технологий организации и приобретение практических навыков управления отдельными этапами и программами проведения научных исследований и технических разработок; обобщение и систематизация данных для выполнения выпускной квалификационной работы. Программа преддипломной практики включает также выполнение индивидуального задания, которое разрабатывается руководителем практики или руководителем выпускной квалификационной работы обучающегося с учетом специфики научно-исследовательской работы кафедры.

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

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

*Раздел 2.* Знакомство с организацией научно-исследовательской и производственной деятельности. Принципы, технологии, формы и методы организации и управления отдельными этапами и программами проведения научных исследований и технических разработок на примере организации научной работы кафедры (проблемной лаборатории, научной группы). Экономика и организация производства, охрана труда, охрана окружающей среды, меры техники безопасности.

*Раздел 3.* Выполнение индивидуального задания. Подготовка исходных данных для выполнения выпускной квалификационной работы. Оформление отчета. Личное участие обучающегося в выполнении научно-исследовательских работ кафедры.

### **4 Объем преддипломной практики**

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость практики по учебному плану</b>	<b>6</b>	<b>216</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>5,989</b>	<b>215,6</b>
Контактная самостоятельная работа	-	-
Виды самостоятельной работы	5,989	215,6
<b>Зачет с оценкой:</b>	<b>0,011</b>	<b>0,4</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,011	0,4
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астр. часах
<b>Общая трудоемкость практики по учебному плану</b>	<b>6</b>	<b>162</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>5,989</b>	<b>161,7</b>
Контактная самостоятельная работа	-	-
Виды самостоятельной работы	5,989	161,7

<b>Зачет с оценкой:</b>	<b>0,011</b>	<b>0,3</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,011	0,3
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

#### **4.6 Государственная итоговая аттестация: защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты (БЗ.Б.01)**

**1 Цель государственной итоговой аттестации: защиты выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты** – защиты выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты – 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 «Современная технология полимеров, композитов и покрытий (Advanced Polymers and Composites Science and Technology)».

**2 В результате прохождения государственной итоговой аттестации: защиты выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты 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 общекультурными (ОК), общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями:

- способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
- готовностью действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения (ОК-2);
- готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3);
- способностью совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, получать знания в области современных проблем науки, техники и технологии, гуманитарных, социальных и экономических наук (ОК-4);
- способностью к профессиональному росту, к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности (ОК-5);
- способностью в устной и письменной речи свободно пользоваться русским и иностранным языками как средством делового общения (ОК-6);
- способностью на практике использовать умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом (ОК-7);
- способностью находить творческие решения социальных и профессиональных задач, готовностью к принятию нестандартных решений (ОК-8);
- способностью с помощью информационных технологий к самостоятельному приобретению и использованию в практической деятельности новых знаний и умений, в том числе в областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ОК-9);
- готовностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-1);
- готовностью руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОПК-2);
- способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с направлением и профилем подготовки (ОПК-3);
- готовностью к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез (ОПК-4);
- готовностью к защите объектов интеллектуальной собственности и коммерциализации прав на объекты интеллектуальной собственности (ОПК-5);

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

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

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

производственно-технологическая деятельность:

- 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);

- способностью к оценке экономической эффективности технологических процессов, оценке инновационно-технологических рисков при внедрении новых технологий (ПК-6);

- способностью оценивать эффективность новых технологий и внедрять их в производство (ПК-7).

*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 «Современная технология полимеров, композитов и покрытий (Advanced Polymers and Composites Science and Technology)» 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» (Б3.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
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>6</b>	<b>216</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	—	—
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>5,98</b>	<b>215,33</b>
Выполнение, написание и оформление ВКР	5,98	215,33
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,019	0,67
<b>Вид контроля:</b>	<b>Защита ВКР</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>6</b>	<b>162</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	—	—
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>5,98</b>	<b>161,5</b>
Выполнение, написание и оформление ВКР	5,98	161,5
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,019	0,5
<b>Вид контроля:</b>	<b>Защита ВКР</b>	

#### **4.7 Факультативы**

##### **Аннотация рабочей программы дисциплины «Профессионально-ориентированный перевод» (ФТД.В.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 общекультурными (ОК), общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями:

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

*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
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>72</b>

<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>34</b>
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34
<i>Продолжение таблицы</i>		
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,05</b>	<b>37,8</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,05	37,8
<b>Зачет:</b>	<b>0,006</b>	<b>0,2</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,006	0,2
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>25,5</b>
Практические занятия (ПЗ)	0,94	25,5
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,05</b>	<b>28,35</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,05	28,35
<b>Зачет:</b>	<b>0,006</b>	<b>0,15</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,006	0,15
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет</b>	

### Аннотация рабочей программы дисциплины

#### «Социология и психология профессиональной деятельности» (ФТД.В.02)

**1. Цель дисциплины** – формирование социально ответственной личности, способной осуществлять критический анализ проблемных ситуаций, вырабатывать конструктивную стратегию действий, организовывать и руководить работой коллектива, в том числе в процессе межкультурного взаимодействия, рефлексировать свое поведение, выстраивать и реализовывать стратегию профессионального развития.

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

*Обладать* следующими общекультурными (ОК) и профессиональными (ПК) компетенциями:

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

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

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

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, вырабатывать стратегию действий, использовать методы диагностики коллектива и самодиагностики, самопознания, саморегуляции и самовоспитания;
- устанавливать с коллегами отношения, характеризующиеся конструктивным уровнем общения;
- вырабатывать командную стратегию для достижения поставленной цели в решении профессиональных задач.

*Владеть:*

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

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

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

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 Managment 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
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>72</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>34</b>
Лекции (Лек)	0,47	17
Практические занятия (ПЗ)	0,47	17
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>0,55</b>	<b>37,8</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,55	37,8
<b>Зачет:</b>	<b>0,006</b>	<b>0,2</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,006	0,2
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>25,38</b>
Лекции (Лек)	0,47	12,69
	0,47	12,69
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>0,55</b>	<b>14,85</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,55	14,85
<b>Зачет:</b>	<b>0,006</b>	<b>0,15</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,006	0,15
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет</b>	

#### 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 общекультурными (ОК), общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями:

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

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

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

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

*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 импортирование 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
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>72</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>34</b>
Лабораторные работы (Лаб)	0,94	34
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,05</b>	<b>37,8</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,05	37,8
<b>Зачет:</b>	<b>0,006</b>	<b>0,2</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,006	0,2
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет</b>	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>25,38</b>
Лабораторные работы (Лаб)	0,94	25,38
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1,05</b>	<b>14,85</b>
Контактная самостоятельная работа	—	—
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,05	14,85
<b>Зачет:</b>	<b>0,006</b>	<b>0,15</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,006	0,15
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет</b>	