

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор химико-технологического  
института  
д.т.н., проф. Р.Н. Ястребинский  
« 24 »  2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины**

Химия и физика полимеров

направление подготовки (специальность):

Химическая технология

Направленность программы (профиль, специализация):

Технология и переработка полимеров

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

очная


Химико-технологический институт

Кафедра теоретической и прикладной химии


Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07 августа 2020 г., № 922
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2021 году.

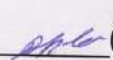
Составитель (составители): к.х.н., доцент  (Н.В. Ключникова)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой теоретической и прикладной химии

Заведующий кафедрой: д. т. н., профессор  (В.И. Павленко)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 13 » 05 2021 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой: д.т.н., профессор  (В.И. Павленко)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института ХТИ

« 15 » 05 2021 г., протокол № 9

Председатель к.т.н., доцент  (Л.А. Порожник)

# 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные компетенции	ПК 1. Способен проводить исследования сырьевых материалов, опытных партий образцов, анализировать их технологические характеристики, осуществлять поиск, обработку и анализ специализированной литературы для разработки мероприятий по совершенствованию технологических процессов и повышению качества готовых изделий.	ПК 1.2 Организует проведение экспериментальных работ по освоению новых технологических процессов на лабораторных и пилотных установках	<p><b>Знания:</b> основных понятий и определений химии и физики полимеров, номенклатуру, классификации полимеров; методов синтеза основных типов полимеров – цепных и ступенчатых реакций; химические реакции полимеров; возможности химической модификации; особенности физических свойств полимеров в стеклообразном, высокоэластическом, вязкотекучем состояниях; релаксационные свойства, растворы полимеров; прочность и стабильность полимеров к различным видам воздействий; особенности упорядоченного состояния полимеров</p> <p><b>Умения:</b> определять кинетические характеристики образования полимеров; молекулярную массу и молекулярно-массовое распределение; проводить эксперименты по заданным методикам, составлять описание проводимых работ и осуществлять анализ результатов</p> <p><b>Навыки:</b> – владения методами проведения стандартных испытаний по определению свойств исходных мономеров, олигомеров и определения основных свойств полимеров</p>
Профессиональные компетенции	ПК 2. Готов к осуществлению технологического процесса в соответствии с регламентом и использование технических, а также IT технологий для контроля основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции	ПК 2.3 Осуществляет необходимые расчеты по проведенным анализам испытаниям и исследованиям, анализирует полученные результаты и систематизирует их	<p><b>Знания:</b> современных методик синтезов, исследования и анализа свойств полимерных материалов и используемого сырья.</p> <p><b>Умения:</b> выбирать необходимые методы исследований, адаптировать существующие и разрабатывать новые методы, исходя из задач конкретного исследования, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения при проведении исследовательских</p>

			и проектных работ в области химии и технологии полимеров; <b>Навыки:</b> – владения методами математического анализа и моделирования при проведении стандартных испытаний по определению свойств полимеров; навыками аналитической обработки данных научно-технической литературы
--	--	--	---

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

- 1. Компетенция ПК1** Способен проводить исследования сырьевых материалов, опытных партий образцов, анализировать их технологические характеристики, осуществлять поиск, обработку и анализ специализированной литературы для разработки мероприятий по совершенствованию технологических процессов и повышению качества готовых изделий.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Механическое оборудование по производству полимеров
2	Современные технологии обработки данных
3	Технология и переработка полимеров
4	Технический анализ полимеров
5	Технология лвакокрасочных материалов
6	Модифицированные полимерные материалы
7	Химическое сопротивление полимерных материалов
8	Композиционные полимерные материалы
9	Основы проектирования и оборудование предприятий по переработке полимеров
10	Рециклинг полимеров
11	Вторичная переработка и утилизация отходов полимеров
12	Полимерцементы и полимербетоны
13	Технология эластомеров
	Биоразлагаемые полимеры
14	Производственная технологическая практика
15	Производственная преддипломная практика
16	Государственная итоговая аттестация

- 2. Компетенция ПК2** Готов к осуществлению технологического процесса в соответствии с регламентом и использование технических, а также IT технологий для контроля основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции  
Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Механическое оборудование по производству полимеров
2	Современные технологии обработки данных
3	Технология и переработка полимеров
4	Технический анализ полимеров
5	Технология лвакокрасочных материалов
6	Модифицированные полимерные материалы

7	Химическое сопротивление полимерных материалов
8	Композиционные полимерные материалы
9	Основы проектирования и оборудование предприятий по переработке полимеров
10	Рециклинг полимеров
11	Вторичная переработка и утилизация отходов полимеров
12	Полимерцементы и полимербетоны
13	Технология эластомеров
14	Биоразлагаемые полимеры
15	Производственная технологическая практика
16	Производственная преддипломная практика
17	Государственная итоговая аттестация

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 10 зач. единиц, 360 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки:

Форма промежуточной аттестации дифференцированный зачет, экзамен

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 6	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины, час	360	144	216
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	166	85	
лекции	70	34	36
лабораторные	70	34	36
практические	18		18
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	8	3	5
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	194	73	121
Курсовой проект			
Курсовая работа			
Расчетно-графическое задание			
Индивидуальное домашнее задание			
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	150	73	85
Форма промежуточной аттестации (зачет)			
Форма промежуточной аттестации Экзамен	36		36

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 3 Семестр 6

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	лекции	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость час		
			Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	2	3	4	5	6
1. Введение в дисциплину ПК 1					
	<p>Основные понятия химии высокомолекулярных соединений (полимеров): полимер; мономер; олигомер; полимер-гомологический ряд; средняя молекулярная масса полимера и степень полимеризации; макромолекула и мономерное (составное) звено. Классификация и номенклатура полимеров.</p>	2			18
2 Химические основы синтеза полимеров ПК 1					
	<p>Цепная и ступенчатая полимеризация. Равновесная и неравновесная поликонденсация. Химические превращения полимеров: полимераналогичные превращения; превращения олигомеров и линейных полимеров в полимеры сетчатой структуры; синтез блок- и графт-сополимеров.</p>	2		4	17
3. Цепная радикальная полимеризация ПК 1					
2	<p>Элементарные стадии цепной химической реакции. Способы инициирования радикальной полимеризации. Химические инициаторы радикальной полимеризации. Связь строения мономеров и их способности к цепной радикальной полимеризации. Параллельный рост кинетической и материальной цепи; длина кинетической цепи и степень полимеризации. Основные виды обрыва цепи при радикальном механизме процесса. Реакции передачи кинетической цепи и их значение для практики синтеза полимеров. Основы кинетики радикальной полимеризации; влияние различных факторов на ход и результаты процесса полимеризации. Особенности совместной радикальной</p>	2		6	10

	<p>полимеризации различных мономеров.          Применение радикальной гомо- и сополимеризации в промышленном синтезе полимеров.</p>				
4. Цепная ионная (каталитическая) полимеризация. Ступенчатая полимеризация ПК 1					
4	<p>Анионная полимеризация: катализаторы и мономеры. Механизм полимеризации и особенности кинетики процесса. Анионно-координационная полимеризация и синтез стереорегулярных полимеров.          Катионная полимеризация непредельных соединений: катализаторы и мономеры. Механизм и кинетика процесса. Прикладное значение реакций ионной полимеризации непредельных соединений (алкенов и алкадиенов). Цепная полимеризация гетероциклических соединений: простых и сложных циклических эфиров, лактамов. Применение в промышленном органическом синтезе.          сходные вещества (мономеры) для ступенчатой полимеризации. Особенности механизма и кинетики процесса.          Применение ступенчатой полимеризации в промышленном органическом синтезе.</p>	4		8	16
5. Поликонденсация – основной способ синтеза гетероцепных полимеров ПК 1					
6	<p>Равновесная поликонденсация: исходные вещества; особенности химизма и механизма реакции; необходимые условия синтеза высокополимера. Использование уравнения Карозерса при выполнении равновесной поликонденсации. Прикладное значение процессов равновесной поликонденсации.          Неравновесная поликонденсация. Исходные вещества и условия, определяющие неравновесный характер процесса. Поликонденсация на поверхности раздела двух фаз: особенности механизма и кинетики процесса и его прикладное значение.          Низкотемпературная поликонденсация в растворе: условия проведения процесса и его прикладное значение (синтез сложных ароматических полиэфиров-полиарилатов- и ароматических полиамидов).</p>	4		10	18
6. Химические превращения полимеров как способ получения полимеров с новыми свойствами ПК 1					
7	<p>Основные виды химических превращений полимеров, применяемые для решения указанной задачи: полимераналогичные превращения; получение полимеров сетчатой структуры; синтез</p>	4		6	16

	<p>блочных и привитых сополимеров. Химизм и технология процессов, наиболее часто осуществляемых в промышленном масштабе.</p>				
<p>7 Деструкция полимеров и способы повышения стойкости полимеров к различным видам деструкции ПК 2</p>					
	<p>Подразделение процессов деструкции на два вида: процессы, происходящие под действием химических агентов (воды, спиртов, кислот, кислорода, озона и т.д.), и процессы, происходящие под влиянием физических воздействий (тепла, света, ионизирующих излучений, механических напряжений и т.д.).</p> <p>Химическая деструкция гетероцепных полимеров (гидролиз, алкоголиз, ацидолиз, аминолиз и т.д.). отрицательное влияние на технологические и технические свойства материалов на основе гетероцепных полимеров. Полезное применение процессов химической деструкции гетероцепных полимеров (гидролиз и ацидолиз целлюлозы, белков и т.д.).</p> <p>Окислительная деструкция полимеров: цепной свободнорадикальный характер окислительной деструкции; влияние различных факторов на ход и результаты процессов деструкции. Применение антиоксидантов (противостарителей) – основные химические типы и механизм действия. Озонное старение полимеров – основные факторы процессов озонолиза; применение антиозонантов различных химических типов.</p> <p>Фотохимическая деструкция (фотолиз) полимеров. Преобладающий цепной радикальный характер процессов фотолиза, активированных действием кислорода воздуха и тепла. Применение светостабилизаторов (фотостабилизаторов): их химическая природа и механизм действия.</p> <p>Радиационно-химическая деструкция (радиолиз) полимеров. Влияние природы и строения полимера на результаты радиолиза (деструкция с образованием низкомолекулярных продуктов или образование сетчатого полимера). Влияние дозы облучения на результаты радиолиза полимеров. Применение антирадов в технологии эластомеров. Химическая природа и вероятный механизм действия антирадов.</p> <p>Механическая деструкция полимеров. Образование макрорадикалов при разрыве связей в макромолекулах под действием</p>	<p>4</p>			



	механических напряжений. Утомление полимеров при работе в переменном механическом поле большой частоты. Повышение усталостной выносливости эластомеров путем применения противоутомителей. Термическая деструкция полимеров. Влияние особенностей молекулярного строения полимеров на ход и результаты термической деструкции.				
	Итого	34		34	73

### Курс 4 Семестр 7

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	лекции	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость час		
			Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	2	3	4	5	6
8. Особенности молекулярной структуры полимеров, определяющие специфику их физических свойств ПК 1					
	Особенности физических свойств полимеров, связанные с их большой молекулярной массой. Особенности физических свойств полимеров, связанные с гибкостью макромолекул (подвижностью их звеньев)..	2			18
9. Агрегатные, фазовые и физические состояния полимеров ПК 1					
	Особенности физических состояний полимеров. Краткая характеристика кристаллического, стеклообразного, высокоэластического и вязкотекучего состояния полимеров с молекулярно-кинетической точки зрения.	2		4	17
10. Надмолекулярные структуры полимеров ПК 1					
2	Надмолекулярная структура аморфных полимеров. Ориентация полимеров. Жидкокристаллическое состояние полимеров.	2		6	10
11. Механические свойства полимеров ПК 2					
4	Механические свойства полимеров в высокоэластическом, стеклообразном и кристаллическом состояниях. Механические (реологические) свойства полимеров в вязкотекучем состоянии. Специфический механизм течения полимеров. Аномалия вязкости расплавов и растворов полимеров. Взаимосвязь физических состояний полимеров с методами переработки и областями применения полимерных материалов.	4		8	16

12. Механизм разрушения, прочность и долговечность полимеров ПК 2					
6	Особенности механизма разрушения полимеров. Анизотропия механической прочности полимеров. Зависимость прочности полимеров от времени действия силы. Влияние наполнителей на прочность. Долговечность полимеров. Термофлуктуационный характер механического разрушения полимеров.	4		10	18
13. Теплофизические свойства полимеров ПК 2					
7	Краткая характеристика теплоемкости, теплопроводности и теплового расширения полимеров. Основные факторы, определяющие теплостойкость и термостойкость (термостабильность) полимеров.	4		6	16
14 Электрические свойства полимерных диэлектриков ПК 2					
	Основные понятия электрических свойств конструкционных материалов. Диэлектрические свойства полимеров. Два вида диэлектрических потерь в полимерах. Применение полимерных диэлектриков в электро- и радиотехнике. Высокочастотный нагрев полимерных материалов.	4			
15. Адгезионные свойства полимеров ПК 2					
	Влияние различных факторов на адгезионные свойства полимеров и на прочность клеевых соединений. Определение прочности клеевых соединений. Основные виды разрушений клеевых соединений. О классификации полимерных клеев и их практическом применении.	2			
	Итого	36	18	36	85

#### 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	К-во часов	К-во часов СРС
<b>Семестр № 7</b>				
1	Агрегатные, фазовые и физические состояния полимеров (раздел 9)	Особенности физических состояний полимеров.	4	4
3	Надмолекулярные структуры полимеров (раздел 10)	Ориентация полимеров. Жидкокристаллическое состояние полимеров	4	4
5	Механические свойства полимеров (раздел 11)	Взаимосвязь физических состояний полимеров с методами переработки и областями применения полимерных материалов.	4	4
6	Механизм разрушения, прочность и долговечность полимеров (раздел 12)	Долговечность полимеров. Термофлуктуационный характер механического разрушения полимеров.	2	2
7	Теплофизические свойства полимеров (раздел 13)	Основные факторы, определяющие теплостойкость и термостойкость (термостабильность) полимеров.	2	2
8.	Электрические свойства полимерных диэлектриков (раздел 14)	Применение полимерных диэлектриков в электро- и радиотехнике. Высокочастотный нагрев полимерных материалов.	2	2
Итого			18	18

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
1	2	3	4	5
<b>семестр № 6</b>				
1	Поликонденсация – основной способ синтеза гетероцепных полимеров (раздел 5)	Техника безопасности и правила работы в лаборатории. Получение линейных полиэфиров методом поликонденсации	16	16
2	Цепная радикальная полимеризация (раздел 4)	Получение полиметилметакрилата радикальной полимеризацией. Определение молекулярной массы полимера вискозиметрическим методом.	8	8
3	3.Цепная радикальная полимеризация (раздел 3)	Сополимеризация стирола с метакриловой кислотой и анализ состава сополимера Изучение кинетики радикальной полимеризации стирола	14	14
Итого			34	34
<b>Семестр 7</b>				
4	Агрегатные, фазовые и физические состояния полимеров	Определение содержания свободной и связанной серы. Определение плотности вулканизационной сетки по данным равновесного набухания резин в м-ксилоле (толуоле)	6	6
	Особенности молекулярной структуры полимеров, определяющие специфику их физических свойств (раздел 8)	Определение молекулярных масс и молекулярно-массового распределения полимеров	6	6
5	Механические свойства полимеров (раздел 11)	Стеклование полимеров. Упругость полимеров	6	6
6	Механические свойства полимеров (раздел 11)	Ползучесть полимеров	10	10

	Механизм разрушения, прочность и долговечность полимеров (раздел 12)	Определение деформационно-прочностных свойств полиэтилена при растяжении и оценка энергии активации процесса разрушения	8	8
ИТОГО:			36	36

#### 4.4. Содержание курсового проекта/работы

Выполнение курсового проекта/работы по дисциплине «Химия и физика полимеров» не предусмотрено учебным планом.

#### 4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Не предусмотрено учебным планом

### 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

#### 5.1. Реализация компетенций

- 1. Компетенция ПК1** Способен проводить исследования сырьевых материалов, опытных партий образцов, анализировать их технологические характеристики, осуществлять поиск, обработку и анализ специализированной литературы для разработки мероприятий по совершенствованию технологических процессов и повышению качества готовых изделий.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК 1.2 Организует проведение экспериментальных работ по освоению новых технологических процессов на лабораторных и пилотных установках	Экзамен, дифференцированный зачет, выполнение и защита лабораторных работ, разно-уровневые задачи, собеседование.

- 2. Компетенция ПК2** Готов к осуществлению технологического процесса в соответствии с регламентом и использованием технических, а также IT технологий для контроля основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК 2.3 Осуществляет необходимые расчеты по проведенным анализам испытаниям и исследованиям, анализирует полученные результаты и систематизирует их	Экзамен, дифференцированный зачет, выполнение и защита лабораторных работ, разно-уровневые задачи, собеседование.

## 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена / дифференцированного зачета / зачета

#### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов для дифференцированного зачета

Промежуточная аттестация в конце 6-го семестра осуществляется в форме дифференцированного зачета после изучения разделов дисциплины «Химия и физика полимеров», охватывающих первую часть дисциплины – классификация и методы полимеризации полимеров.

Дифференцированный зачёт является значимым оценочным средством и решающим в итоговой отметке учебных достижений студента.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Введение в дисциплину (ПК 1)	1. Понятие о макромолекулах. Основные представители полимеров. 2. Архитектура макромолекул, линейные и разветвленные макромолекулы
2	Химические основы синтеза полимеров (ПК 1)	1. Основные стадии синтеза полимеров 2. понятие о молекулярной массе полимера 4. влияние молекулярно-массового распределения на свойства полимеров 5. обрыв цепи при полимеризации
3	Цепная радикальная полимеризация (ПК 1)	1. Охарактеризуйте элементарные стадии радикальной полимеризации. 2. Назовите основные способы инициирования радикальной полимеризации и наиболее распространенные инициаторы, приведите схемы их распада. 3. Объясните, как влияют концентрации мономера и инициатора и температура на скорость радикальной полимеризации и молекулярную массу полимера. 4. Какова роль в радикальной полимеризации ингибиторов, замедлителей и регуляторов? 5. Написать схемы реакций всех элементарных стадий процесса полимеризации стирола, иницируемого персульфатом аммония. 6. Каковы достоинства и недостатки основных способов проведения полимеризации.
4	Цепная ионная (каталитическая) полимеризация. Ступенчатая полимеризация (ПК 1)	1. Чем похожи и чем различаются реакции полимеризации, протекающие по анионному, катионному и ионно-координационному механизмам? Назовите типичные иницирующие системы для каждой из этих реакций. 2. Приведите схему реакции образования стереорегулярных полимеров в процессе ионно-координационной полимеризации. 3. Напишите структурные формулы атактического, синдиотактического и изотактического полипропилена. Объясните, как влияет стереорегулярность структур на

		<p>химические и физико-химические свойства полимера.</p> <p>4.Охарактеризуйте элементарные стадии ионной полимеризации.</p> <p>5.Расскажите об образовании «живых» полимерных цепей. Приведите примеры использования эффекта «живых» цепей в полимераналогичных превращениях</p>
5	<p>Поликонденсация – основной способ синтеза гетероцепных полимеров (ПК 1)</p>	<p>Чем отличается реакция поликонденсации от реакции полимеризации?</p> <p>2.Как зависит структура образующихся продуктов от природы исходных мономеров?</p> <p>3.Охарактеризуйте равновесную и неравновесную поликонденсацию.</p> <p>4.Как влияют концентрация мономера и температура на процесс поликонденсации?</p> <p>5.Какие факторы влияют на молекулярную массу поликонденсационных полимеров?</p> <p>6.Почему молекулярная масса поликонденсационных полимеров значительно меньше, чем полимеризационных?</p> <p>7.Какие побочные реакции протекают в процессе поликонденсации?</p> <p>8.Охарактеризуйте основные способы проведения поликонденсации.</p>
6	<p>Химические превращения полимеров как способ получения полимеров с новыми свойствами (ПК 2)</p>	<p>1.Расскажите об основных типах реакций химических превращений полимеров.</p> <p>2.Чем обусловлено различие в реакционной способности функциональных групп полимера и его низкомолекулярного аналога?</p> <p>3.Как влияют на химические превращения макромолекул электростатический, конфигурационный, конформационный и надмолекулярный эффекты?</p> <p>4.Приведите примеры реакций полимераналогичных и внутримолекулярных превращений полимеров</p>

7	Деструкция полимеров и способы повышения стойкости полимеров к различным видам деструкции (ПК 2)	<p>1.Какие реакции могут приводить к сшиванию макромолекул?</p> <p>2.В чем заключаются реакции деструкции полимеров?</p> <p>3.Охарактеризуйте реакции химической и физической деструкции полимеров.</p> <p>4. Какие физические и химические факторы вызывают деструкцию полимера в процессе эксплуатации? Перечислите их, и дайте краткую характеристику каждому из них.</p> <p>5. Как изменяется термостабильность в ряду: поли-<math>\alpha</math>-метилстирол, полистирол, полиэтилен? С чем это связано? Напишите уравнение полимеризации <math>\alpha</math>-метилстирола <math>C_6H_5-C(CH_3)=CH_2</math> и деполимеризации поли-<math>\alpha</math>-метилстирола.</p> <p>6.Назовите вещества, ускоряющие окислительную деструкцию полимеров, и вещества, ее ингибирующие. Какие вещества называются фотостабилизаторами? Приведите примеры.</p>
---	--	--

### 5.2.2. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для проведения экзамена

**Промежуточная аттестация** в конце 7-го семестра осуществляется в форме экзамена после изучения разделов дисциплины «Химия и физика полимеров».

При проведении экзамена экзаменационный билет, содержащий два теоретических вопроса и один практический, выбирают сами студенты в случайном порядке. Билеты ежегодно утверждаются на заседании кафедры. Для подготовки студенту отводится время в пределах одного часа.

Экзамен является значимым оценочным средством и решающим в итоговой отметке учебных достижений студента.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Особенности молекулярной структуры полимеров, определяющие специфику их физических свойств (ПК 1)	<p>1.Объясните, что такое конфигурация и конформация молекулы органического соединения. Что является причиной их существования?</p> <p>2.Обоснуйте происхождение гибкости макромолекулы (полимерной цепи). Почему реальная полимерная цепь не является предельно гибкой (свободно-сочлененной)?</p> <p>3.Какова форма макромолекулы в разбавленных растворах полимеров и почему именно такую форму принимают полимерные цепи?</p> <p>4.Поясните, почему изменяются конформации макромолекул при тепловом движении.</p> <p>5.Сколько конформаций может дать полимерная цепь?</p> <p>6.Что является мерой гибкости реальных цепей? Обоснуйте понятия равновесной (термодинамической) и кинетической гибкости</p>
2	Агрегатные, фазовые и физические состояния полимеров	<p>1.Фазовые, физические и агрегатные состояния полимеров. Аналогии и различия с низкомолекулярными веществами.</p> <p>2.Необходимые и достаточные условия кристаллизации</p>



	(ПК 1)	<p>полимеров.</p> <p>3. Структура кристаллических полимеров.</p> <p>4. Структура аморфных полимеров.</p> <p>5. Структура ориентированных полимеров.</p> <p>6. Гомогенное зародышеобразование первичного зародыша.</p> <p>7. Гетерогенное зародышеобразование. Условие, при котором гетерогенное зародышеобразование предпочтительнее гомогенного.</p> <p>8. Факторы, влияющие на процесс кристаллизации (предыстория, температура и пр.).</p> <p>9. Методы определения степени кристалличности полимеров.</p>
3	Надмолекулярные структуры полимеров (ПК 1)	<p>1. Что понимают под надмолекулярной структурой полимеров?</p> <p>2. Охарактеризуйте основные типы кристаллических структур полимеров.</p> <p>3. Каковы современные представления о надмолекулярной структуре аморфных полимеров?</p> <p>4. Назовите основные методы исследования структуры полимеров.</p> <p>5. Назовите физические состояния аморфных линейных полимеров.</p> <p>6. Дайте характеристику стеклообразного состояния полимеров.</p> <p>7. Дайте определение температуре стеклования полимера и объясните ее зависимость от полярности и гибкости макромолекул.</p> <p>8. Охарактеризуйте особенности высокоэластического состояния полимеров.</p> <p>9. Охарактеризуйте особенности вязкотекучего состояния полимеров.</p> <p>10. Дайте определение температуре текучести полимера и объясните ее зависимость от полярности, молекулярной массы и полидисперсности макромолекул</p> <p>11. Дайте определение температурам кристаллизации и плавления кристаллического</p>
4	Механические свойства полимеров (ПК 2)	<p>1. Какие показатели характеризуют механические свойства полимеров?</p> <p>2. Какие показатели характеризуют деформационные свойства полимеров?</p> <p>3. Назовите составляющие общей деформации полимеров.</p> <p>4. Какие процессы протекают в полимере при растяжении?</p> <p>5. В чем различие упругой и высокоэластической деформации?</p> <p>6. Что характеризует модуль упругости полимера и как он определяется?</p> <p>7. Как влияет температура и скорость деформирования на деформационные свойства полимеров?</p> <p>8. Охарактеризуйте релаксационные свойства полимеров.</p> <p>9. Что характеризуют температуры стеклования и хрупкости полимеров и какими методами они определяются</p>
5	Механизм разрушения,	1. Охарактеризуйте усталостную прочность полимеров и

	прочность и долговечность полимеров (ПК 2)	методы определения 2. Механизмы разрушения полимерных материалов 3. Усталостная прочность полимеров и методы определения.
6	Теплофизические свойства полимеров (ПК 2)	1. Охарактеризуйте теплопроводность полимерных материалов, методы определения. 2. Как определяют Теплоемкость полимерных материалов. 3. Как определяют температуропроводность полимерных материалов и коэффициент теплового расширения
7	Электрические свойства полимерных материалов (ПК 2)	1. Дайте общую характеристику диэлектриков, полупроводников и электропроводящих полимерных материалов. 2. Какие показатели характеризуют диэлектрические свойства полимеров? 3. Охарактеризуйте понятия диэлектрической проницаемости и диэлектрических потерь полимерных диэлектриков. 4. Перечислите требования, предъявляемые к полимерам для электрической изоляции

### **5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы**

Выполнение курсового проекта/работы по дисциплине «Химия и физика полимеров» не предусмотрено учебным планом.

### **5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре**

**Текущий контроль** осуществляется в течение семестра в форме защиты лабораторных работ, выполнения заданий для самоподготовки, решение разно-уровневых задач на практическом занятии. Перед выполнением преподаватель проверяет оформление лабораторных работ; преподаватель проводит собеседование студентов по освоению теоретического материала

Собеседование предполагает специальную беседу с обучающимся и позволяет оценить объем его **знаний и умений** по определенному разделу дисциплины «Химия и физика полимеров».

Текущий контроль изучения теоретического материала возможен с применением тестирования. Контрольные задания построены по принципу от простого к сложному.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	2	3
<b>семестр № 6</b>		
1	Химические основы синтеза полимеров ПК 1	Принципиальные особенности строения их основные отличия от низкомолекулярных веществ Общие принципы и подходы к получению высокомолекулярных соединений Классификация высокомолекулярных соединений 1. Расскажите об основных типах реакций химических превращений полимеров. 2. Чем обусловлено различие в реакционной способности функциональных групп полимера и его низкомолекулярного аналога?
2	Цепная радикальная полимеризация ПК 1	1. Общие особенности реакций полимеризации. Радикальная полимеризация. 2. Механизмы и основные стадии полимеризации (инициирование, рост, обрыв и передача цепи). 3. Ингибирование и регулирование радикальной полимеризации. 4. Кинетика радикальной полимеризации. Влияние строения мономера на процесс полимеризации. 5. Радикальная сополимеризация, её механизм и основные закономерности.
3	Поликонденсация – основной способ синтеза гетероцепных полимеров ПК 1	Чем отличается реакция поликонденсации от реакции полимеризации? Как зависит структура образующихся продуктов от природы исходных мономеров? Охарактеризуйте равновесную и неравновесную поликонденсацию. Как влияют концентрация мономера и температура на процесс поликонденсации? Какие факторы влияют на молекулярную массу поликонденсационных полимеров?
4	Химические превращения полимеров как способ получения полимеров с новыми свойствами ПК 2	3. Как влияют на химические превращения макромолекул электростатический, конфигурационный, конформационный и надмолекулярный эффекты? 4. Приведите примеры реакций полимераналогичных и внутримолекулярных превращений полимеров.
	Цепная ионная (каталитическая) полимеризация. Ступенчатая полимеризация ПК 1	1. Чем похожи и чем различаются реакции полимеризации, протекающие по анионному, катионному и ионно-координационному механизмам? Назовите типичные иницирующие системы для каждой из этих реакций. 2. Приведите схему реакции образования стереорегулярных полимеров в процессе ионно-координационной полимеризации.

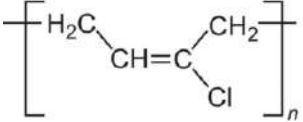

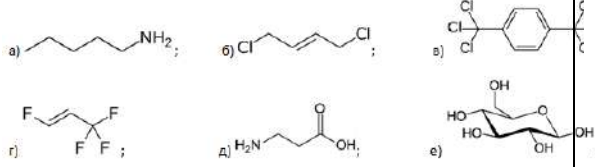
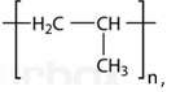
		<p>3. Напишите структурные формулы атактического, синдио- и изотактического полипропилена.</p> <p>4. Объясните, как влияет стереорегулярность структур на химические и физико-механические свойства полимера.</p> <p>5. Охарактеризуйте элементарные стадии ионной полимеризации.</p> <p>6. Расскажите об образовании "живых" полимерных цепей. Приведите примеры использования эффекта "живых" цепей в полимераналогичных превращениях.</p> <p>7. Влияние реакционной среды на катионную полимеризацию.</p>
<b>семестр № 7</b>		
3	Агрегатные, фазовые и физические состояния полимеров ПК 1	<p>1. Как влияет время вулканизации на структурные и физико-механические характеристики вулканизированных эластомеров.</p> <p>2. Определите оптимальное время вулканизации</p> <p>3. Увеличивается или уменьшается при увеличении количества межмолекулярных химических связей:</p> <p>а) модуль материала б) прочностные свойства в) степень набухания.</p> <p>4. Найти напряжение <math>\sigma</math>, при котором вязкость расплава поликапроамида составляет <math>\eta=9</math> Па·с при скорости деформирования <math>\dot{\gamma}=0,3</math> мин<sup>-1</sup>, если показатель степени в обобщённом законе течения <math>\sigma=\eta\dot{\gamma}^m</math> <math>m=0,92</math>.</p>
	Особенности молекулярной структуры полимеров, определяющие специфику их физических свойств ПК 1	<p>1. Дайте определения: молекулярная масса, молекулярно-массовое распределение, степень полимеризации.</p> <p>2. Уравнение Марка-Хаувинка-Куна.</p> <p>3. Методы определения молекулярной массы полимера.</p> <p>4. Особенности молекулярной массы полимеров. Методы фракционирования и методы определения молекулярной массы полимеров.</p> <p>5. Оценка неоднородности полимеров по молекулярной массе.</p> <p>6. Вычислить среднюю массу <math>M_{\text{междуузловых}}</math> цепей в сетчатом полимере, если модуль упругости при растяжении <math>E_p=109</math> Па. Расчёт проводить по соотношению <math>PM_c=3RT\rho E_p</math>, где <math>T=393</math> К, <math>\rho=1200</math> кг/м<sup>3</sup>, <math>R=8,31</math> Дж/моль·К. Каково соотношение между модулями упругости при растяжении и межслоевом сдвиге?</p>
4	Надмолекулярные структуры полимеров ПК 1	<p>1. Что такое кинетическая и термодинамическая гибкость?</p> <p>2. Какие факторы оказывают влияние на гибкость?</p> <p>3. Какие конформационные состояния характерны для макромолекул?</p> <p>4. Какие физические состояния характерны для</p>

		<p>аморфных полимеров? Чем они различаются?</p> <p>5. Как экспериментально можно определить температуру стеклования</p> <p>6. Объясните взаимосвязь между свободным объемом и температурой стеклования полимеров</p> <p>7. Объясните взаимосвязь между температурой стеклования и гибкостью</p> <p>8. С какой целью к полимерам добавляют пластификатор</p> <p>9. Что такое правило мольных и объемных долей.</p> <p>10. Какие факторы влияют на температуру стеклования.</p>
5	Механические свойства полимеров ПК 2	<p>1. Дайте определение понятию релаксационных процессов и времени релаксации</p> <p>2. Почему для полимеров характерен широкий диапазон времен релаксации.</p> <p>3. Охарактеризуйте три физических состояния аморфных полимеров с точки зрения релаксационных процессов</p> <p>4. От чего зависит комплекс механических свойств полимера</p> <p>5. Что представляет собой явление вынужденной эластичности</p> <p>6. Что такое температура хрупкости</p> <p>7. Как изменяется предел вынужденной эластичности с уменьшением температуры и увеличением частоты прилагаемой нагрузки</p> <p>8. Пользуясь законом Пуазейля <math>m = \Delta P \pi r^4 \rho q \ell \eta</math>, определить поправку <math>q</math>, характеризующую отклонение реального полимера от ньютоновской жидкости. Принять : <math>m = 65,4</math> г/мин <math>= 1,09 \cdot 10^{-3}</math> кг/с. <math>\Delta P = 10</math> кгс/см<sup>2</sup> <math>= 1,02 \cdot 10^6</math> Па; <math>r = 160</math> мкм; <math>\rho = 1,14</math> г/см<sup>3</sup>; <math>\ell = 1</math> см ; <math>\eta = 8</math> Па·с</p>
6	Механизм разрушения, прочность и долговечность полимеров ПК 2	<p>1. В чем сущность метода Кендаля?</p> <p>2. Для чего используют и в чем сущность меркуриметрического титрования?</p> <p>3. Охарактеризуйте метод гидролитического оксимирования</p> <p>4. Для чего используют и как осуществляют бромид-броматный метод</p>
	Теплофизические свойства полимеров ПК 2	<p>1. Теплопроводность полимеров и методы определения</p> <p>2. Температуропроводность полимеров и методы определения</p> <p>3. Теплоемкость полимеров и методы определения</p> <p>4. Найти показатель степени <math>m</math> в обобщенном законе течения жидкостей <math>\sigma = \eta \cdot \gamma^m</math>, если при увеличении напряжения <math>\sigma</math> в 2 раза скорость деформирования <math>\gamma</math> увеличилась в 12 раз, а вязкость <math>\eta</math> жидкого полимера понизилась в 5 раз. О каких структурных изменениях в полимере свидетельствует полученное значение <math>m</math>?</p>

	Электрические свойства полимерных диэлектриков ПК 2	<p>1. Дайте общую характеристику диэлектриков, полупроводников электропроводящих полимерных материалов.</p> <p>2. Какие показатели характеризуют диэлектрические свойства полимеров?</p> <p>3. Охарактеризуйте понятия диэлектрической проницаемости и диэлектрических потерь полимерных диэлектриков.</p> <p>4. Перечислите требования, предъявляемые к полимерам для электрической изоляции</p>
	Адгезионные свойства полимеров ПК 2	<p>1. Какие факторы влияют на адгезионные свойства полимеров и на прочность клеевых соединений?</p> <p>2. Методы определения прочности клеевых соединений.</p> <p>3. Основные виды разрушений клеевых соединений.</p> <p>4. Классификации полимерных клеев и их практическом применении.</p>

### Перечень типовых тестовых заданий (ПК 2):

Раздел дисциплины	Вопросы	Ответы
<b>семестр № 6</b>		
Химические основы синтеза полимеров ПК 1	Структурное звено – это	<p>а) исходное вещество для получения полимеров</p> <p>б) многократно повторяющиеся в макромолекуле группы атомов</p> <p>в) степень полимеризации</p>
	В реакцию полимеризации вступают:	<p>а) насыщенные углеводороды</p> <p>б) ароматические углеводороды</p> <p>в) ненасыщенные углеводороды</p>
	По происхождению полимеры делятся на:	<p>а) природные и химические</p> <p>б) натуральные и синтетические</p> <p>в) природные и синтетические</p>
	В реакции полимеризации в качестве мономера НЕЛЬЗЯ использовать	<p>а) изопрен</p> <p>б) дивинил</p> <p>в) винилацетат</p> <p>г) изобутан</p>
Цепная радикальная полимеризация	Укажите утверждение, верно характеризующее ВМС, формула	а) получают из мономера, формула которого

<p>ПК1</p>	<p>которого представлена на рисунке</p> 	 <p>б) получают по реакции поликонденсации в) имеет название цис-полиизопрен</p>
<p>В реакциях полимеризации мономерами могут быть:</p> 	<p>а) а, б б) б, г в) б, г, е г) а, в, д д) б, д, е</p>	
<p>Мономером полигексадиена может быть:</p>	<p>а) <math>\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3</math> б) <math>\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3</math> в) <math>\text{CH}_2 = \text{C}(\text{CH}_3) - \text{C}(\text{CH}_3) = \text{CH}_2</math> г) <math>\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3</math> д) <math>\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3</math></p>	
<p>Полимер, формула которого, образован</p>  <p>образован мономером</p>	<p>а) пропилен б) пропин в) дивинил г) этен</p>	
<p>Эффективность инициирования – это</p>	<p>а) Процесс распада инициатора с образованием активных центров. б) Отношение количества радикалов, участвующих в инициировании, к общему количеству образовавшихся радикалов. в) Отношение общего числа радикал-молекул к числу Авогадро. г) Константа скорости реакции инициирования. д) Эффект, при котором количество исчезнувших радикалов равно количеству образовавшихся.</p>	

Поликонденсация – основной способ синтеза гетероцепных полимеров ПК 1	Продуктами реакций поликонденсации являются:	а) анилин и тринитроцеллюлоза б) лавсан и капрон в) поливинилхлорид и полибутадиен
	Процесс образования полимера из низкомолекулярного соединения, содержащего две или несколько функциональных групп с выделением простого вещества, называется	а) поликонденсация б) полимеризация в) олигомеризация г) димеризация
	В основе получения каких веществ лежит реакция полимеризации, а не поликонденсации?	а) лавсан, кевлар, капрон б) вискоза, тринитроцеллюлоза, триацетилцеллюлоза в) нейлон, полипептиды, фенолформальдегидные смолы г) плексиглас, полистирол, тефлон
Цепная ионная (каталитическая) полимеризация. Ступенчатая полимеризация ПК 1	Процесс образования высокомолекулярного вещества путем соединения друг с другом исходных низкомолекулярных веществ:	а) полимеризация в) алкилирование б) диспропорционирование г) галогенирование
	Укажите среднюю молярную массу полиэтилентерефталата, если его степень полимеризации составляет 3400	а) 480000 г/моль б) 652800 г/моль в) 340000 г/моль г) 580000 г/моль
	Полимеризация олефинов в зависимости от механизма может быть двух видов	а) радикальная и сополимерная б) радикальная и каталитическая в) изомерная и каталитическая г) сополимерная и изомерная
Деструкция полимеров и способы повышения стойкости полимеров к различным видам деструкции ПК 2	При повышенных температурах полимеры подвергаются следующему виду деструкции:	а) химической б) окислительной в) фотолитической г) термической



Агрегатные, фазовые и физические состояния полимеров ПК 2	Какое из агрегатных состояний нехарактерно для полимеров:	а) Кристаллическое б) Жидкое в) Газообразное г) Твердое е) Аморфное.
	Какое из трех физических состояний характерно только для полимеров?	а) Стеклообразное б) Высокоэластичное с) Вязкотекучее д) Твердое е) Жидкое
	Как отличить кристаллический полимер от аморфного?	а) визуально б) по шероховатости поверхности в) взаимодействие с водой г) отличить невозможно
	В каком физическом состоянии находится полистирол при комнатной температуре?	а) в высокоэластичном б) в стеклообразном в) вязкотекучем г г) в ином
Механические свойства полимеров ПК 2	Как понизить температуру стеклования полимера?	а) осуществить прививку с высокомолекулярным полимером б) невозможно в) смешать два полярных полимера г) взять полимер с заместителем небольшого размер
	В чем суть термомеханического метода исследования полимеров:	а) Установление зависимости структурных свойств от механических. б) Установление взаимосвязи «механические свойства - температура». в) Влияние температуры на структуру полимера. г) Связь эластичности полимера и температуры. д) Установление зависимости «деформация – напряжение».

#### 5.4. Критерии оценивания достижений в соответствии с компетенцией

При промежуточной аттестации в форме экзамена и дифференцированного зачета используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

### 5.4.1. Критериями оценивания достижений в соответствии с компетенцией

ПК 1 Способен проводить исследования сырьевых материалов, опытных партий образцов, анализировать их технологические характеристики, осуществлять поиск, обработку и анализ специализированной литературы для разработки мероприятий по совершенствованию технологических процессов и повышению качества готовых изделий.

Критериями оценивания достижений показателю ПК 1 являются:

Показатель оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знания основных понятий и определений химии и физики полимеров; номенклатуры, классификации полимеров
	Знания основных методов синтеза основных типов полимеров
	Знания особенности физических свойств полимеров в стеклообразном, высокоэластическом, вязко-текучем состоянии
	Знания прочности и стабильности полимеров к различным видам воздействий; особенности упорядоченного состояния полимеров
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Умение определять кинетические характеристики образования полимеров; молекулярную массу и молекулярно-массовое распределение
	Умение проводить эксперименты по заданным методикам, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности,
	Умение составлять описание проводимых работ и осуществлять анализ результатов с применением метода математического моделирования
Навыки	Навыки владения методами проведения стандартных испытаний по определению свойств исходных мономеров, олигомеров и определения основных свойств полимеров

Оценка преподавателем выставляется интегрально по всем показателям и критериям оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знания основных понятий и определений химии и физики полимеров, номенклатуры, классификации полимеров	Не знает термины и определения химии и физики полимеров, номенклатуры, классификации полимеров	Знает не все термины и определения химии и физики полимеров, номенклатуры, классификации полимеров но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения химии и физики полимеров, номенклатуры, классификации полимеров но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения химии и физики полимеров, номенклатуры, классификации; может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание основных методов синтеза полимеров	Не знает основные методы синтеза полимеров	знает основные методы синтеза полимеров но	знает основные методы синтеза полимеров , умеет применять в	Твердо знает основные методы синтеза полимеров умеет применять

		допускает неточности в формулировках и объяснении	решении практических задач, допуская некоторые неточности	в решении практических задач
Знания особенности физических свойств полимеров в стеклообразном, высокоэластическом, вязко-текучем состоянии	Не знает особенности физических свойств полимеров в стеклообразном, высокоэластическом, вязко-текучем состоянии	Знает не все особенности физических свойств полимеров в стеклообразном, высокоэластическом, вязко-текучем состоянии	Знает особенности физических свойств полимеров в стеклообразном, высокоэластическом, вязко-текучем состоянии, допуская некоторые неточности	Знает в полном объеме особенности физических свойств полимеров в стеклообразном, высокоэластическом, вязко-текучем состоянии
Знания прочности и стабильности полимеров к различным видам воздействий; особенности упорядоченного состояния полимеров	Не обладает знаниями о прочности и стабильности полимеров к различным видам воздействий; особенности упорядоченного состояния полимеров	Обладает слабыми знаниями о прочности и стабильности полимеров к различным видам воздействий; особенности упорядоченного состояния полимеров	Обладает знаниями о прочности и стабильности полимеров к различным видам воздействий; особенности упорядоченного состояния полимеров, но допускает незначительные ошибки	Обладает знаниями о прочности и стабильности полимеров к различным видам воздействий; особенности упорядоченного состояния полимеров
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности и, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими примерами	Приводит поясняющие примеры, но с ошибками	Приводит поясняющие примеры корректно и понятно	Применяет знания к решению различных проблем в смежных областях химии и химической технологии, раскрывая полностью усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, самостоятельно и в полном объеме выполняет анализ и оценку полученных знаний

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение	Не умеет	Умеет частично	Умеет определять	Умеет определять

определять кинетические характеристики образования полимеров; молекулярную массу и молекулярно-массовое распределение	определять химические и физические свойства полимеров	определять химические и физические свойства полимеров	химические и физические свойства полимеров, но допускает неточности	химические и физические свойства полимеров для решения теоретических и прикладных задач
Умение проводить эксперименты по заданным методикам, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности	Не умеет проводить эксперименты по заданным методикам, не умеет проводить обработку их результатов и оценивать погрешности	Умеет проводить эксперименты по заданным методикам, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, но допускает значительные неточности	Умеет проводить эксперименты по заданным методикам, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, но допускает незначительные неточности	Умеет самостоятельно проводить эксперименты по заданным методикам, не умеет проводить обработку их результатов и оценивать погрешности
Умение составлять описание проводимых работ и осуществлять анализ результатов с применением методом математического моделирования	Не умеет составлять описание проводимых работ и осуществлять анализ результатов с применением методом математического моделирования	Умеет составлять описание проводимых работ и осуществлять анализ результатов с применением методом математического моделирования, но допускает значительные ошибки в расчетах	Умеет составлять описание проводимых работ и осуществлять анализ результатов с применением методом математического моделирования, но допускает незначительные ошибки в расчетах	Умеет составлять описание проводимых работ и осуществлять анализ результатов с применением методом математического моделирования

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Навыки планирования и проведения физических и химических экспериментов по определению свойств исходных мономеров, олигомеров и определения основных свойств полимеров	Не владеет навыками планирования и проведения физических и химических экспериментов по определению свойств исходных мономеров, олигомеров и полимеров, определения основных свойств полимеров	Владеет навыками планирования и проведения физических и химических экспериментов по определению свойств исходных мономеров, олигомеров и полимеров, определения основных свойств полимеров, но допускает значительные ошибки	Владеет навыками планирования и проведения физических и химических экспериментов по определению свойств исходных мономеров, олигомеров и полимеров, определения основных свойств полимеров, но допускает неточности при планировании экспериментов	Владеет навыками планирования и проведения физических и химических экспериментов по определению свойств исходных мономеров, олигомеров и полимеров, определения основных свойств полимеров

## 5.4.2. Критериями оценивания достижений в соответствие с компетенцией

**ПК 2** Готов к осуществлению технологического процесса в соответствии с регламентом и использование технических, а также IT технологий для контроля основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции

Критериями оценивания достижений показателю ПК 2 являются:

Показатель оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знания современных методик синтезов, исследования и анализа свойств полимерных материалов и используемого сырья
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Умение выбирать необходимые методы исследований, адаптировать существующие и разрабатывать новые методы, исходя из задач конкретного исследования
	Умение выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения при проведении исследовательских и проектных работ в области химии и технологии полимеров
Навыки	Навыки владения методами математического анализа и моделирования при проведении стандартных испытаний по определению свойств полимеров
	Навыки владения аналитической обработки данных научно-технической литературы

**Оценка преподавателем выставляется интегрально по всем показателям и критериям оценивания.**

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знания современных методик синтезов, исследования и анализа свойств полимерных материалов и используемого сырья	Не знает современные методики синтезов, исследования и анализа свойств полимерных материалов и используемого сырья	Знает не все современные методики синтезов, исследования и анализа свойств полимерных материалов и используемого сырья	Знает современные методики синтезов, исследования и анализа свойств полимерных материалов и используемого сырья, но допускает незначительные ошибки	Знает современные методики синтезов, исследования и анализа свойств полимерных материалов и используемого сырья
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими примерами	Приводит поясняющие примеры, но с ошибками	Приводит поясняющие примеры корректно и	Применяет знания к решению различных проблем в смежных

			понятно	областях химии и химической технологии, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, самостоятельно и в полном объеме выполняет анализ и оценку полученных знаний

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение выбирать необходимые методы исследований, адаптировать существующие и разрабатывать новые методы, исходя из задач конкретного исследования	Не умеет выбирать необходимые методы исследований, адаптировать существующие и разрабатывать новые методы, исходя из задач конкретного исследования	Умеет частично выбирать необходимые методы исследований, адаптировать существующие и разрабатывать новые методы, исходя из задач конкретного исследования	Умеет выбирать необходимые методы исследований, адаптировать существующие и разрабатывать новые методы, исходя из задач конкретного исследования, но допускает незначительные ошибки	Умеет выбирать необходимые методы исследований, адаптировать существующие и разрабатывать новые методы, исходя из задач конкретного исследования
Умение выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения при проведении исследовательских и проектных работ в области химии и технологии полимеров	Не умеет выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения при проведении исследовательских и проектных работ в области химии и технологии полимеров	Умеет выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения при проведении исследовательских и проектных работ в области химии и технологии полимеров, но допускает значительные ошибки	Умеет выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения при проведении исследовательских и проектных работ в области химии и технологии полимеров, но допускает незначительные ошибки	Умеет выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения при проведении исследовательских и проектных работ в области химии и технологии полимеров

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Навыки владения методами математического анализа и моделирования при проведении стандартных испытаний по определению	Не владеет навыками математического анализа и моделирования при проведении стандартных испытаний по определению свойств полимеров	Владеет навыками математического анализа и моделирования при проведении стандартных испытаний по определению свойств полимеров, но	Владеет навыками математического анализа и моделирования при проведении стандартных испытаний по определению свойств полимеров, но	Владеет навыками математического анализа и моделирования при проведении стандартных испытаний по определению свойств полимеров

свойств полимеров		допускает значительные ошибки	допускает неточности	
Навыки владения аналитической обработкой данных научно-технической литературы	Не владеет навыками аналитической обработки данных научно-технической литературы	Владеет навыками аналитической обработки данных научно-технической литературы не в полном объеме	Владеет навыками аналитической обработки данных научно-технической литературы, но допускает неточности	Владеет навыками аналитической обработки данных научно-технической литературы в полном объеме

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
2	Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работы	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук
3	Методический кабинет	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук
4	Учебные химические лаборатории	Специализированная мебель, вытяжные шкафы, сушильные шкафы, термостаты, магнитными мешалки, центрифуги, аналитические весы, электролизер, электрические плитки, фотоколориметры, рН-метры, вискозиметры, эсрудер, копер, прибор для определения температур размягчения и текучести

### 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
		по 31.10.2023
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2023г.
4	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

### 6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Кулезнев, В.Н. Химия и физика полимеров : учебник / В.Н.Кулезнев, В.А.Шершнеv - М. : Химия, 2007. - 367 с.

2. Синтез высокомолекулярных соединений и органических красителей [Электронный ресурс] : учеб.-практ. пособие по УНИРС направление подгот. 18.03.01 - 03 "Хим. технология" профиль подгот. "Технология и переработка полимеров" / Н. В. Дробницкая, Н. В. Ключникова. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2016. – 52 с. Режим доступа:

<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2016062014261162100000654548>

3. Химия и физика полимеров : лабораторный практикум : учебное пособие для студентов направления подготовки 18.03.01-Химическая технология профиля "Технология и переработка полимеров" / Н. В. Ключникова, Н. В. Дробницкая. - Белгород : Издательство БГТУ им. В. Г. Шухова, 2017. - 175 с.

### 6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. Электронная библиотечная система изд-ва Лань: <http://e.lanbook.com>

2. Электронная библиотека БГТУ им. В.Г. Шухова: <https://elib.bstu.ru/>

3. Электронно-библиотечная система «IPRSMART» <http://www.iprbookshop.ru/>

4. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»

<http://biblioclub.ru/>

5. Электронно-библиотечная система IPRBooks: <http://www.iprbookshop.ru/>

6. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/>

7. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: <http://elibrary.ru/>

8. Национальная электронная библиотека: <http://xn--90ax2c.xn--p1ai/>

9. Электронная библиотечная система «Юрайт»: <https://biblio-online.ru/>

10. Электронная библиотека НИУ БелГУ: <http://library-mp.bsu.edu.ru/MegaPro/Web>