

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 » май 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины**

Технология и переработка 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

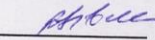
Белгород 2021

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.

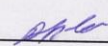
Составитель (составители): к.х.н., доцент  (Н.В. Ключникова)

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. Порожняк)

## 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 2. Готов к осуществлению технологического процесса в соответствии с регламентом и использование технических, а также ИТ технологий для контроля основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции	ПК 2.1. Осуществляет контроль качества основных и вспомогательных материалов и готовой продукции	<p><b>Знания:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– взаимосвязи между структурой полимера и его свойствами; специфических особенностей течения полимеров;</li> </ul> <p><b>Умения:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– использовать основные закономерности и особенности переработки полимерных систем при создании полимерных материалов с определенными свойствами, различного назначения, состава и структуры;</li> </ul> <p><b>Навыки:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– владения способами осуществления процессов модификации полимерных материалов в процессе их переработки;</li> </ul>
Профессиональные компетенции	ПК 3. Техническое оснащение производственных мощностей и загрузки оборудования по производству и переработке полимерных материалов	ПК 3.5. Обеспечивает проведение основных технологических операций в соответствии с требованиями технической документации на технологию производства и переработки полимерных материалов	<p><b>Знания:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>режимов работы технологического оборудования; факторов, определяющих параметры технологического процесса</li> </ul> <p><b>Умение:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>применять полученные знания при выборе технологических способов переработки полимеров в конкретные изделия; прогнозировать эксплуатационные свойства изделий в конкретных условиях в зависимости от типа полимера, состава композиции и параметров переработки.</li> </ul> <p><b>Навыки:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>владения технологическими способами переработки полимеров и их композиций в изделия;</li> <li>владения методами определения оптимальных и рациональных параметров переработки полимеров.</li> </ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. 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 лакокрасочных 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

**2. Компетенция ПК 3** Техническое оснащение производственных мощностей и загрузки оборудования по производству и переработке полимерных материалов

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Механическое оборудование по производству полимеров
	Технология и переработка полимеров
2	Технология лакокрасочных материалов
3	Модифицированные полимерные материалы
4	Композиционные полимерные материалы
5	Основы проектирования и оборудование предприятий по переработке полимеров
6	Рециклинг полимеров
7	Вторичная переработка и утилизация отходов полимеров
8	Технология эластомеров
9	Производственная педагогика
10	Инженерная педагогика
11	Производственная технологическая практика
12	Производственная преддипломная практика
13	Государственная итоговая аттестация

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зач. единиц, 252 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки:

Форма промежуточной аттестации экзамен

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины, час	252	252
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	90	90
лекции	34	34
лабораторные	51	51
практические		
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	5	5
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	162	162
Курсовой проект		
Курсовая работа	36	36
Расчетно-графическое задание		
Индивидуальное домашнее задание		
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	90	90
Экзамен	36	36

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 4 Семестр 7

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	я работа на подготовку к аудиторным
1. Основные характеристики полимеров, влияющие на их переработку и эксплуатационные свойства.					
	Основные представления о молекулярной и надмолекулярной структуре полимеров. Фазовое и физическое состояние полимеров. Факторы, определяющие возможность переработки полимеров различными методами. Эксплуатационные свойства полимерных материалов.	6			20
2. Подготовительные стадии производств.					
	Приготовление полимерных смесей. Реологические свойства смесей и методы их определения. Теории процесса смешения и диспергирования, моделирование, математическое описание процесса. Классификация методов переработки полимеров. Переработка в твердом, вязкотекучем состояниях, в растворе полимеров, водных дисперсиях, из олигомеров.	8		14	20
3. Экструзия.					
	Особенности экструзии на одношнековых, двухшнековых, дисковых экструдерах, производительность и мощность потребляемая экструдерами, рабочая точка экструдера. Экструзия пленочных изделий, листов, шлангов и труб, профильных изделий. Шприцевание эластомеров в машинах червячного типа. Формование полимерных композиций. Назначение процесса формования. Виды формования. Причины возникновения анизотропии свойств и усадки заготовок. Аппаратурное оформление, пути интенсификации. Технология изготовления изделий пневмоформованием, вакуум-формованием, механо-пневмоформованием, штамповкой.	8		14	20
4. Технология изготовления изделий литьем под давлением					

	Уравнение состояния, изменение температуры и давления в форме, особенности течения материала в форме. Процесс каландрования. Теоретическое обоснование процесса каландрования, его математическое описание. Режим каландрования. Типы каландров в зависимости от назначения. Поточные высокопроизводительные автоматические линии промазки и накладки полимерной смеси на ткань.	6		10	20
5. Влияние технологических параметров на структуру полимеров при их переработке					
	Технологические режимы формования. Влияние параметров переработки на свойства изделий. Виды брака. Прессовое оборудование. Пресс-формы. Выбор прессов и параметры процесса. Брак и его предупреждение	4		10	25
	ВСЕГО	34		51	90

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

Практических (семинарских) занятий не предусмотрено.

#### 4.3. Содержание лабораторных занятий

Первое занятие - вводное, инструктаж по технике безопасности, ознакомление с правилами работы, с приборами и оборудованием. На остальных занятиях каждый студент выполняет индивидуально лабораторные работы из приведенного ниже перечня по графику, составляемому ежегодно.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
1	2	3	4	5
семестр № 7				
1	Основные характеристики полимеров, влияющие на их переработку и эксплуатационные свойства	Техника безопасности и правила работы в лаборатории. Переработка полимеров через расплавы. Получение пленок из дисперсий полимеров	10	10
2	Подготовительные стадии производств	Изучение процесса пропитывания волокнистых основ полимерными композициями	10	10
3	Экструзия.	Получение монолитных пленок из ПВХ-пластизолей	10	10
4	Технология изготовления изделий литьем под давлением	Определение эксплуатационных характеристик образцов, обработка данных экспериментов, получение математической модели процесса	10	10
5,6	Влияние технологических параметров на структуру полимеров при их переработке	Определение реологических свойств полимеров и их растворов	11	11
ИТОГО:			51	51

#### 4.4. Содержание курсового проекта/работы

##### Типовые темы курсовых работ:

1. Общая характеристика и классификация полимеров. Природные, искусственные, синтетические: структура, свойства, особенности.



2. Виды и способы переработки полимеров. Обзор способов переработки, сравнение, применение.
3. Технологические особенности переработки полимерных материалов экструзией: основное оборудование, технологические стадии, влияние параметров переработки на свойства. Виды брака.
4. Технологические особенности переработки полимерных материалов литьем под давлением: основное оборудование, технологические стадии, влияние параметров переработки на свойства. Виды брака.
5. Технологические особенности переработки полимерных материалов прессованием: основное оборудование, технологические стадии, влияние параметров переработки на свойства. Виды брака.
6. Влияние технологических параметров на структуру полимеров.  
Объем курсовой работы – 25-30 листов.

В процессе выполнения курсовой работы осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся в аудитория и/или посредством электронной информационно-образовательной среды университета.

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

Расчетно-графические задания и индивидуальные домашние задания учебным планом не предусмотрены

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

#### 5.1. Реализация компетенций

**1 Компетенция** 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

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК 2.1. Осуществляет контроль качества основных и вспомогательных материалов и готовой продукции	Экзамен, защита лабораторных работ, собеседование, разно-уровневые задачи, выполнение и защита курсовой работы

**2 Компетенция** ПК 3. Техническое оснащение производственных мощностей и загрузки оборудования по производству и переработке полимерных материалов

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК 3.5. Обеспечивает проведение основных технологических операций в соответствии с требованиями технической документации на технологию производства и переработки полимерных материалов	Экзамен, защита лабораторных работ, собеседование, разно-уровневые задачи, выполнение и защита курсовой работы

#### 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

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

**Промежуточная аттестация** в конце 7-го семестра осуществляется в форме экзамена после изучения разделов дисциплины «Технология и переработка 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 Компетенции	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Основные характеристики полимеров, влияющие на их переработку и эксплуатационные свойства (ПК 2)	1. Укажите классификацию полимерных материалов: по химической структуре, по технологическим свойствам, по областям применения, по совокупности параметров эксплуатации, по объему производства, по стоимости. 2. Опишите особые свойства и состав полимерных материалов. Методы обработки пластмасс. 3. Укажите промышленные методы синтеза полимеров и особенности радикальной, ионной полимеризации

		<p>4. Полиэтилен (или любой термопласт: дайте объяснения особенности процессов и свойств полиэтилена, технологические параметры.</p> <p>5. Опишите особенности, температурные характеристики и физико-механические свойства полиэтилена высокой давления. Требования к сырью и технологическому оформлению.</p> <p style="text-align: right;"><math>\frac{\Delta P l r^4}{q \ell \eta}</math></p> <p>6. Пользуясь законом Пуазейля <math>m = \frac{\Delta P l r^4}{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> <p>Подсчитать, во сколько раз понизилась вязкость при течении? Какова причина этого явления?</p>
2	<p>Подготовительные стадии производств. (ПК 2)</p>	<p>1. С какой целью проводят аппретирование? Зависит ли выбор аппрета от химической природы полимера матрицы? Пример.</p> <p>2. Что происходит с полимером при срыве струи?</p> <p>3. В чем состоит суть явления высокоэластической турбулентности? Какова цель калибрования труб? Перечислите способы калибрования.</p> <p>4. Что такое степень сжатия червяка? Каким образом создается заданная степень сжатия?</p> <p>5. В каком экструдере выше производительность: работающем в насосном или дроссельном режиме?</p> <p>6. Сравните способы калибрования труб сжатым воздухом и вакуумом.</p> <p>7. Расскажите о зонах червяка?</p> <p>8. Приведите уравнение производительности зоны дозирования (алгебраическую и геометрическую формы).</p>
3	<p>Экструзия. (ПК 3)</p>	<p>Назовите изделия, получаемые экструзией.</p> <p>2. Каковы причины движения материала в зоне дозирования со скоростью <math>v_e</math>?</p> <p>3. Дайте определение рабочей точки экструдера.</p> <p>4. Каково влияние технологических параметров на качество труб (скорость выхода расплава, скорость вытяжки)?</p> <p>5. Перечислите основные параметры червяка.</p> <p>6. Каковы причины движения материала в зоне дозирования со скоростью <math>v_z</math>?</p> <p>7. Каковы у современных экструдеров отношение <math>L/D</math> и степень сжатия?</p> <p>8. Каковы причины движения материала в зоне дозирования со скоростью <math>U_{\text{течки}}</math>?</p>

4	Технология изготовления изделий литьем под давлением (ПК 3)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Опишите сущность процесса литья под давлением.</li> <li>2. Какие отливки изготавливают литьем под давлением?</li> <li>3. Назовите основные недостатки процесса литья под давлением.</li> <li>4. В чем заключается принцип литья под низким давлением?</li> <li>5. Для переработки какого класса полимеров используют литье под давлением?</li> <li>6. Опишите особенности, преимущества и недостатки переработки полимеров литьем под давлением.</li> <li>7. Что предпринимают для выравнивания давления и улучшения условий заполнения формы?</li> <li>8. Какие эксплуатационные параметры литьевых машин важны и почему?</li> </ol>
5	Влияние технологических параметров на структуру полимеров при их переработке (ПК 2)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Каковы причины движения материалов в зоне загрузки?</li> <li>2. Перечислите режимы работы экструдеров.</li> <li>3. Как происходят ориентация и охлаждение пленки в процессе получения пленок раздувом рукава?</li> <li>4. Каковы причины движения материалов в зоне плавления?</li> <li>5. Каковы признаки начала зоны дозирования?</li> <li>6. Каковы коэффициенты вытяжки и раздува в процессе получения пленок раздувом рукава?</li> <li>7. Каковы причины движения материалов в зоне дозирования?</li> <li>8. Рассчитать массовую скорость <math>m</math>, г / мин истечения расплавленного поликапроамида при линейной скорости формования <math>v=700</math> м/ мин капроновой нити метрического номера <math>N=10,7</math> , если плотность капрона <math>\rho=1,14</math> г/ см<sup>3</sup>. Рассчитав эффективное сечение нити <math>S</math>, мкм<sup>2</sup> по соотношению <math>S=10^6 / N\rho</math> , определите условный радиус нити <math>r</math>.</li> </ol> <p><i>Решение:</i>  Толщина нити в текстах <math>T=1000/N=93,4</math> г/1000м</p> $\frac{10^3 T}{\rho} = \frac{10^6}{N\rho} = \frac{10^3 \cdot 93,4}{1,14} \approx 82000 \text{ мкм}^2 = 8,2 \cdot 10^4 \text{ см}^2.$ <p>Объемная скорость <math>V</math> истечения расплава  <math>V=v \cdot S=7 \cdot 10^4 \text{ см/мин} \cdot 8,2 \cdot 10^4 \text{ см}^2=57,4 \text{ см}^3/\text{мин}</math>  Массовая скорость истечения расплава  <math>m=V \cdot \rho=57,4 \text{ см}^3/\text{мин} \cdot 1,14 \text{ г/см}^3=65,4 \text{ г/мин}=1,09 \cdot 10^{-3} \text{ кг/с}</math>  <math>S=\pi r^2</math>; <math>r=\sqrt{S/\pi}=\sqrt{82000/3,14}=160 \text{ мкм}</math></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>9. Каково влияние технологических параметров на качество труб (температура расплава)?</li> </ol>

### 5.2.2. Перечень типовых контрольных материалов для защиты курсовой работы

№ п/п	Компетенция	Содержание вопросов
1	ПК-3	Применение в производстве новейших технологических приемов и методов повышения продуктивности, устойчивости и экономической эффективности получения и переработки полимеров
2	ПК-2	Процессы в расплаве и твердой фазе, очистка готового продукта и его характеристика
3	ПК-2	Факторы, определяющие образование той или иной структуры полимера при его переработке
4	ПК-2	Факторы, определяющие свойства полимера при его переработке
5	ПК-3	Выбор технологических способов переработки полимеров в конкретные изделия
6	ПК-3	Выбор и оптимизация рецептурно-технологических параметров получения полимерных материалов с заданными свойствами
7	ПК-2	Прогнозирование эксплуатационных свойств изделий в конкретных условиях в зависимости от типа полимера
8	ПК-3	Исследование физико-химических основ процессов, происходящих в материалах на стадии изготовления изделий, а также их последующей обработки, в процессе эксплуатации (деструкции, старения)
9	ПК-3	Технологические методы повышения эффективности производства полимеров и материалов на их основе, улучшения качества продукции, повышения устойчивости производства к экологическим стрессам

### 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, выполнение и защита курсовой работы, решение разно-уровневых задач. Собеседование предполагает специальную беседу с обучающимся и позволяет оценить объем его **знаний и умений** по определенному разделу дисциплины «Технология и переработка полимеров».

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины Компетенции	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	2	3
1	Основные характеристики полимеров, влияющие на их переработку и эксплуатационные свойства. (ПК 2)	Общее понятие о фазовом состоянии вещества. Особенности фазового состояния полимеров. Факторы, определяющие возможность различного фазового состояния полимеров. Конкретные примеры, характеризующие различное фазовое состояние полимеров. Факторы, определяющие гибкость макромолекул. Конкретные примеры, характеризующие влияние гибкости макромолекул на свойства полимеров.

		<p>Что понимают под расплавом полимера?</p> <p>Какие виды деформации развиваются при течении расплавов полимеров?</p> <p>Чем расплавы полимеров отличаются от расплавов низкомолекулярных жидкостей?</p> <p>От каких параметров и как зависит вязкость расплавов полимеров?</p> <p>Что такое термопласты и реактопласты?</p> <p>Как определяется область температур переработки полимеров из расплавов?</p> <p>Какие факторы влияют на технологические свойства расплавов полимеров?</p> <p>В чем сущность процесса получения пленок из расплавов полимеров?</p> <p>С чем связано ограничение скоростей деформирования при переработке расплавов полимеров?</p>
2	Подготовительные стадии производств (ПК 2)	<p>Деформация стеклообразных полимеров. Факторы, обуславливающие возможность деформации полимеров, находящихся в стеклообразном состоянии. Кривые «нагрузка-удлинение», характерные для стеклообразных полимеров.</p> <p>Прочность полимерных материалов при статических нагрузках. Характеристики полимеров, влияющие на их прочность.</p> <p>В чем заключаются отличия растворов полимеров от растворов низкомолекулярных веществ?</p> <p>Какие растворители для полимеров называются «хорошими», а какие «плохими»?</p> <p>Для чего при переработке растворов полимеров используется осадитель?</p> <p>Через какие основные стадии происходит получение материалов из растворов полимеров?</p> <p>Приведите общий вид диаграммы фазового равновесия системы аморфный полимер – растворитель?</p> <p>В чем заключаются основные реологические закономерности растворов полимеров?</p> <p>Что такое бинадаль и спинодаль?</p> <p>Какими способами может осуществляться фиксация формы изделия, полученного из раствора полимера?</p> <p>Как влияет скорость удаления растворителя на качество получаемых материалов из растворов полимеров?</p> <p>Как вязкость раствора зависит от молекулярной массы полимера и температуры?</p>
3	Экструзия (ПК 3)	<p>Изменение структуры аморфных полимеров при переработке: Примеры влияния данного фактора на свойства готовых изделий.</p> <p>Опишите технологическую схему производства рукавных пленок, листов, труб, профилей.</p>

		<p>Опишите процессы, происходящие при калибровке труб, листов.</p> <p>Какие материалы перерабатываются методом экструзии?</p> <p>Перечислите ассортимент изделий, получаемых методом экструзии</p> <p>Проанализируйте причины брака при производстве листов, пленок и труб.</p> <p>В чем состоит сущность процесса экструзии полимеров?</p> <p>Перечислите основные процессы, происходящие при экструзии.</p>
4	Технология изготовления изделий литьем под давлением (ПК 3)	<p>Опишите сущность процесса литья под давлением</p> <p>Какие отливки изготавливают литьем под давлением?</p> <p>Назовите основные недостатки процесса литья под давлением.</p> <p>В чем заключается принцип литья под низким давлением?</p> <p>Какие полимеры можно перерабатывать литьем под давлением</p>
5	Влияние технологических параметров на структуру полимеров при их переработке (ПК 2)	<p>Что такое деструкция полимеров? Перечислите известные Вам виды деструкций. Какие различия между деструкцией и деполимеризацией? Как влияет структура полимера на механизм реакции?</p> <p>Остаточные напряжения при повышении температуры. Какое влияние на степень ориентации и ее однородность по толщине изделия оказывает температура формы. Какие параметры влияют на анизотропию свойств?</p> <p>Какие существуют основные виды пластификации?</p> <p>В чем состоит технологический процесс получения пленок из ПВХ-пластизолов?</p> <p>Почему приготовление ПВХ-пластизоля проводят при <math>T=30-35^{\circ}\text{C}</math>?</p> <p>В чем состоит принцип действия прибора «Клин»?</p> <p>По какому показателю судят о механизме и эффективности пластифицирующего действия?</p> <p>Каким образом оценивают совместимость полимера с пластификатором?</p> <p>Что такое «букет пластификаторов»?</p>

## Тесты и кейсы для проверки текущих знаний

### Перечень типовых тестовых заданий:

Раздел Дисциплины Компетенция	Вопросы	Ответы
Основные характеристики полимеров, влияющие на их переработку и эксплуатационные свойства.	По способам получения полимеры делятся только на:	а) синтетические и искусственные б) натуральные и химические в) искусственные и химические г) иное
	Способ модификации дисперсий	а) использование

(ПК2)	эластомеров, повышающий качество полимерной пленки:	водорастворимых олигомерных добавок (фенолформальдегидные, кремнийорганические) б) применение полимерных добавок в) применение серной кислоты г) применение соляной кислоты
	Волокна – полимеры, которые	а) располагаются с высокой упорядоченностью б) аморфные и разветвленные в) не могут вытягиваться г) иное
	Способ модификации дисперсий эластомеров, повышающий качество полимерной пленки:	а) использование водорастворимых олигомерных добавок (фенолформальдегидные, кремнийорганические) б) применение полимерных добавок в) применение серной кислоты г) применение соляной кислоты
Подготовительные стадии производств (ПК 2)	Завод «Технопласт» работает по переработке пластмасс методом экструзии, первый в России начавший применять уникальную технологию bottle-to-bottle. Какое сырье используется на данном производстве?	а) все полимеры б) преимущественно термопласты в) реактопласты г) иное
	Что необходимо добавить при производстве пластиковых окон для увеличения срока их эксплуатации	а) светостабилизаторы б) антифоги и светостабилизаторы в) светостабилизаторы и антиоксиданты г) антиоксиданты
	Проанализируйте способность представленного полимерного материала (с расчетом коэффициента растекания) смачиваться водой, если $\sigma_{\text{воды}} = 73 \text{ мН/м}$ , $\sigma_{\text{скрит мат}} = 25 \text{ мН/м}$ :	а) поверхность гидрофобная 134 б) поверхность гидрофильная в) поверхность парафинная г) поверхность полярная
Экструзия (ПК 3)	Способ усовершенствования экструдера для переработки полимерной пленки	а) сделать загрузочный бункер с вращающим валом б) увеличить скорость подачи пленки в экструдер в) увеличить температуру в рубашке экструдера г) заменить шланги
	Технологические схемы получения	а) схемы прямые, схемы



	полимеров делятся на два типа	обратные б) схемы одинарные, схемы двойные в) схемы циклические, схемы прямые г) схемы с открытой цепью, схемы проточные д) схемы с открытой цепью, схемы циклические.
	Технологической причиной аварийной ситуации (загрязнения воздушной среды при производстве полимера) не является:	а) неполная конверсия мономера б) недостаточная герметичность оборудования в) испарение летучих продуктов из различных резервуаров и хранилищ а) экструзии б) каландрирования в) прессования г) иное
	Посредством чего возможна переработка термореактивов?	а) экструзии б) каландрирования в) прессования г) иное
	Что такое экструзия?	а) метод получения изделий из полимерных материалов путем продавливания расплава материала через формующее отверстие в экструдере б) метод получения изделий из полимерных материалов путем продувки материала через фильеру в) метод получения изделий из полимерных материалов путем горячего прессования г) метод получения изделий из полимерных материалов в виде таблеток
Влияние технологических параметров на структуру полимеров при их переработке (ПК 2)	Какие факторы можно не учитывать при производстве литьевых форм для получения изделий из полимеров?	а) техническое обслуживание б) термостатирование в) усадку г) иное

	Как понизить температуру стеклования полимера?	а) осуществить прививку с высокомолекулярным полимером б) невозможно в) смешать два полярных полимера г) взять полимер с заместителем небольшого размера
	Что не происходит при старении изделий из полистирола?	а) уменьшение прозрачности б) не меняется химическое строение в) повышение хрупкости г) изменение цвета
	Технологически совместимость материалов в полимерных смесях достигается путем:	а) снижения температуры стеклования обоих полимеров б) подбора полимеров с разной молекулярной массой в) введением в систему компатибилизаторов г) путем использования современного оборудования

### Перечень типовых кейсов (ПКЗ)

Суть метода заключается в том, что студентам предлагается готовая ситуация, которая в той или иной степени имитирует реальную, жизненную. Чаще всего она излагается письменно в виде готовой «истории», причем финал остается «открытым».

#### Кейс 1

**Кейс 2.** Вы с командой разработали инновационную идею по переработке полипропилена и теперь ищите средства для реализации стартапа. Вы определили круг потенциальных инвесторов, узнали о них общедоступную информацию: ФИО, сферу интересов Совершенно случайно вы встретили одного из интересующих вас инвесторов. На текущий момент у вас ещё нет красивой презентации, чтобы заинтересовать инвестора у вас есть 3-5 минут, в противном случае, охрана выведет вас из зала. В итоге, под рукой у вас есть только салфетка и крайне малый отрезок времени.

Задание: 1. Предварительный этап (15-20 минут) — в общих чертах сформулируйте инновационную идею. Обязательное условие – идея должна быть оригинальной и хотя бы теоретически достижимой, т.е. никаких телепортов, магии и т. п. 2. Презентовать свою бизнес-идею с помощью себя и одного листа А4 (заменитель салфетки). С листом можно (и нужно) делать всё, что угодно. Использование его в качестве банального аналога слайда презентации не приветствуется.

#### Кейс 2

У вас крупное производственное предприятие. Продукция – полимерные товары конечного потребления. В цеху есть целый конвейерный участок. Оборудование вполне современное. Освещение, шумоизоляция и вентиляция – также на приемлемом уровне. Режим работы шадящий. Операции, выполняемые на конвейере, несложные, но удручают рабочих своим однообразием и монотонностью. Люди идут на работу как зомби, оканчивают смену с удовольствием. Это является одной из причин постоянной и избыточной текучести кадров.

Задание: Предложите оптимальное решение этой проблемы

### Кейс 3

Рассматриваемое предприятие – крупный завод. На выходе получается продукция конечного потребления. Производство современное, все производственные процессы отлажены. Кадровый состав полностью соответствует поставленным задачам. Комплекс производственных помещений оснащён всей необходимой инфраструктурой и техникой и ограждён высоким забором с видеонаблюдением. Сам комплекс включает в себя: три больших здания, несколько площадок и сооружений, гаражи, склады, столовую и медпункт, дворницкую, котельную, ремонтные мастерские и лаборатории. Продукция реализуется через сеть дистрибьюторов, также есть один собственный магазин. В головном офисе расположены следующие подразделения: бухгалтерия, планово-финансовый отдел, отдел маркетинга и рекламы, отдел кадров, отдел логистики, информационно-техническое управление. Сейчас все вспомогательные и обслуживающие функции завод выполняет своими силами (кадрами).  
Задание:

1. Предложите оптимальные варианты аутсорсинга.
2. Расставьте их по порядку согласно степени риска.

#### 5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена, при защите курсовой работы используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

**Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.**

#### **Критерии оценивания достижений в соответствии 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

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знания терминов, определений, понятий
	Знание основных методов переработки полимеров
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
Умения	Умения использовать основные закономерности и особенности переработки полимерных систем
	Умения при выборе технологических способов переработки полимеров в конкретные изделия; Умения прогнозировать эксплуатационные свойства изделий в конкретных условиях в зависимости от типа полимера, состава композиции и параметров переработки.
Навыки	Владеет навыками осуществления процессов модификации полимерных материалов в процессе их переработки; технологическими способами переработки полимеров и их композиций в

	изделия; методами определения оптимальных и рациональных параметров переработки полимеров.
--	---

**Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.**

Оценка сформированности компетенций по показателю знания:

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знания терминов, определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, но допускает неточности	Знает термины и определения	Знает термины и определения и может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание основных методов переработки полимеров	Не знает основные методы переработки полимеров	знает не все основные методы переработки полимеров	знает все основные методы переработки полимеров, но допускает небольшие неточности	знает все основные методы переработки полимеров и их суть
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы

Оценка сформированности компетенций по показателю умения:

Умения использовать основные закономерности и особенности переработки полимерных систем	Не умеет использовать основные закономерности и особенности переработки полимерных систем	умеет использовать основные закономерности и особенности переработки полимерных систем, но допускает значительные ошибки	умеет использовать основные закономерности и особенности переработки полимерных систем, но допускает незначительные ошибки	умеет безошибочно использовать основные закономерности и особенности переработки полимерных систем
Умения прогнозировать эксплуатационные свойства изделий в конкретных условиях в	Не умеет прогнозировать эксплуатационные свойства изделий в конкретных условиях в	умеет прогнозировать эксплуатационные свойства изделий в конкретных условиях в	умеет прогнозировать эксплуатационные свойства изделий в конкретных условиях в	Умеет грамотно прогнозировать эксплуатационные свойства изделий в конкретных условиях в зависимости от типа полимера, состава

зависимости от типа полимера, состава композиции и параметров переработки.	зависимости от типа полимера, состава композиции и параметров переработки.	зависимости от типа полимера, состава композиции и параметров переработки., но допускает значительные ошибки	зависимости от типа полимера, состава композиции и параметров переработки., но допускает незначительные ошибки	композиции и параметров переработки
Оценка сформированности компетенций по показателю навыки:				
Владение навыками осуществления процессов модификации полимерных материалов в процессе их переработки; технологически ми способами переработки полимеров и их композиций в изделия; методами определения оптимальных и рациональных параметров переработки полимеров.	Не владеет навыками осуществления процессов модификации полимерных материалов в процессе их переработки; технологически ми способами переработки полимеров и их композиций в изделия; не владеет методами определения оптимальных и рациональных параметров переработки полимеров.	владеет навыками осуществления процессов модификации полимерных материалов в процессе их переработки; технологически ми способами переработки полимеров и их композиций в изделия; не владеет методами определения оптимальных и рациональных параметров переработки полимеров.	владеет навыками осуществления процессов модификации полимерных материалов в процессе их переработки; технологически ми способами переработки полимеров и их композиций в изделия; владеет методами определения оптимальных и рациональных параметров переработки полимеров, но допускает незначительные ошибки при их подборе.	владеет навыками осуществления процессов модификации полимерных материалов в процессе их переработки; технологическими способами переработки полимеров и их композиций в изделия; владеет методами определения оптимальных и рациональных параметров переработки полимеров и способен выбрать оптимальные

### Критерии оценивания достижений в соответствии с компетенцией

**ПК 3.** Техническое оснащение производственных мощностей и загрузки оборудования по производству и переработке полимерных материалов

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знания терминов, определений, понятий
	Знание основных методов переработки полимеров
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы

	Знания режимов работы технологического оборудования и факторов, определяющих параметры технологического процесса
Умения	Применять полученные знания при выборе технологических способов переработки полимеров в конкретные изделия
	Прогнозировать эксплуатационные свойства изделий в конкретных условиях в зависимости от типа полимера, состава композиции и параметров переработки.
	Прогнозировать эксплуатационные свойства изделий в конкретных условиях в зависимости от типа полимера, состава композиции и параметров переработки.
Навыки	Навыки владения технологическими способами переработки полимеров и их композиций в изделия
	Навыки владения методами определения оптимальных и рациональных параметров переработки полимеров.

**Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.**

Оценка сформированности компетенций по показателю знания:

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знания терминов, определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, но допускает неточности	Знает термины и определения	Знает термины и определения и может корректно сформулировать их самостоятельно
Знания режимов работы технологического оборудования и факторов, определяющих параметры технологического процесса	Не знает режимы работы технологического оборудования и факторы, определяющие параметры технологического процесса	Знает не все режимы работы технологического оборудования и факторы, определяющие параметры технологического процесса	Знает все режимы работы технологического оборудования и факторы, определяющие параметры технологического процесса, но допускает небольшие неточности	Знает все режимы работы технологического оборудования и факторы, определяющие параметры технологического процесса
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Оценка сформированности компетенций по показателю умения:				

<p>Применять полученные знания при выборе технологических способов переработки полимеров в конкретные изделия</p>	<p>Не умеет применять полученные знания при выборе технологических способов переработки полимеров в конкретные изделия</p>	<p>Умеет применять полученные знания при выборе технологических способов переработки полимеров в конкретные изделия, но допускает значительные ошибки</p>	<p>Умеет применять полученные знания при выборе технологических способов переработки полимеров в конкретные изделия, но допускает незначительные ошибки</p>	<p>Умеет применять полученные знания при выборе технологических способов переработки полимеров в конкретные изделия</p>
<p>Умения прогнозировать эксплуатационные свойства изделий в конкретных условиях в зависимости от типа полимера, состава композиции и параметров переработки.</p>	<p>Не умеет прогнозировать эксплуатационные свойства изделий в конкретных условиях в зависимости от типа полимера, состава композиции и параметров переработки.</p>	<p>Умеет прогнозировать эксплуатационные свойства изделий в конкретных условиях в зависимости от типа полимера, состава композиции и параметров переработки., но допускает значительные ошибки</p>	<p>Умеет прогнозировать эксплуатационные свойства изделий в конкретных условиях в зависимости от типа полимера, состава композиции и параметров переработки., но допускает незначительные ошибки</p>	<p>Умеет грамотно прогнозировать эксплуатационные свойства изделий в конкретных условиях в зависимости от типа полимера, состава композиции и параметров переработки</p>
<p>Оценка сформированности компетенций по показателю навыки:</p>				
<p>Навыки владения технологическим и способами переработки полимеров и их композиций в изделия</p>	<p>Отсутствуют навыки владения технологическими способами переработки полимеров и их композиций в изделия</p>	<p>Есть навыки владения технологическими способами переработки полимеров и их композиций в изделия, но при этом допускает существенные ошибки</p>	<p>Есть навыки владения технологическими способами переработки полимеров и их композиций в изделия, но при этом допускает несущественные ошибки</p>	<p>Есть навыки владения технологическим и способами переработки полимеров и их композиций в изделия</p>
<p>Навыки владения методами определения оптимальных и рациональных параметров переработки полимеров.</p>	<p>Отсутствуют навыки владения методами определения оптимальных и рациональных параметров переработки полимеров</p>	<p>Есть навыки владения методами определения оптимальных и рациональных параметров переработки полимеров, но при этом допускает существенные ошибки</p>	<p>Есть навыки владения методами определения оптимальных и рациональных параметров переработки полимеров, но при этом допускает несущественные ошибки</p>	<p>Есть навыки владения методами определения оптимальных и рациональных параметров переработки полимеров</p>

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

### 6.1. Материально-техническое 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 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. Ключникова Н.В. Основы переработки полимерных материалов / Н.В. Ключникова, Л.Н. Наумова – Белгород: Изд-во БГТУ, 2017. – 136 с. — Режим доступа:

2. Методика написания курсовой работы по дисциплине "Технология и переработка полимеров", правила оформления и порядок защиты [Электронный ресурс]: методические указания для студентов направления бакалавриата 18.03.01-Химическая технология, образовательной программы "Технология и переработка полимеров" / Н. В. Ключникова. - Белгород : Издательство БГТУ им. В. Г. Шухова, 2017. – 42с. Режим доступа:

<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2017070411220884200000651855>

6. Сутягин, В. М. Общая химическая технология полимеров : учебное пособие / В. М. Сутягин, А. А. Ляпков. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 208 с. Текст : электронный // Лань : Электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/130193>

4. Нечаев, И.В. Технология получения и переработки полимерных композиционных материалов : лабораторный практикум / И. В. Нечаев, И. Н. Ягрушкина, М. В. Дюльдина, А. В. Гречухин. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2021. — 49 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : — URL: <https://www.iprbookshop.ru/111781.html>

5. Барсукова, Л. Г. Физико-химия и технология полимеров, полимерных композитов: учебное пособие / Л. Г. Барсукова, Г. Ю. Вострикова, С. С. Глазков. — Москва : Ай Пи Ар Медиа. 2021. — 144 с. — ISBN 978-5-4497-1124-3. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : — URL: <https://www.iprbookshop.ru/108353.html>

6. Назаров, В. Г. Поверхностная модификация полимеров / В. Г. Назаров. – М.: ГУП, 2008. – 474 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>