

**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 института
Ястребинский Р.Н.
« 24 » мая 2021г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)
Химическое сопротивление полимерных материалов

Направление подготовки:

18.03.01 Химическая технология

Направленность образовательной программы:

Технология и переработка полимеров

Квалификация:

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Институт: Химико-технологический

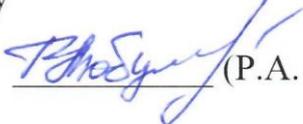
Кафедра: Теоретической и прикладной химии

Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

▪ Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования бакалавриат по направлению подготовки 18.03.01 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «17» августа 2020 г. № 1044.

▪ учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году

Составитель: к.х.н., доцент  (Р.А. Любушкин)

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» мая 2021- г., протокол № 9

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

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

«15» мая 2021 г., протокол №9

Председатель _канд.тех.наук, доцент  (Л.А. Порожнюк)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

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. (научно-исследовательский)	ПК-1.2 Организует проведение экспериментальных работ по освоению новых технологических процессов на лабораторных и пилотных установках	Знания классификации типов и возможные механизмы старения полимерных материалов в зависимости от условий их переработки, путей решения проблемы по улучшению и стабилизации свойств полимерных материалов и изделий из них. Умения: выбирать и обосновывать параметры проведения модификации оценивать эффективность модификации и действия стабилизаторов; Навыки работы на установках и оборудовании по испытаниям полимерных материалов.
Профессиональные компетенции	ПК-2 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 (технологический)	ПК-2.2 Осуществляет контроль параметров исходного сырья и готовой продукции	Знания: современных методов введения стабилизаторов в полимеры. Умения: выбирать необходимые методы исследований, верифицировать существующие и разрабатывать новые методы,. Навыки: проведения стандартных испытаний по определению свойств исходных полимеров, олигомеров и добавок к ним,

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК1,

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. (научно-исследовательский)

Стадия	Наименования дисциплины
1	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа
2	Органическая химия

3	Физическая химия
4	Теория и практика органических соединений
5	Химия мономеров
6	Химия и физика полимеров
7	Технология переработки полимеров
8	Модифицированные полимерные материалы
9	Композиционные полимерные материалы
10	Технология и переработка полимеров
11	Производственная технологическая практика
12	Производственная преддипломная практика
13	Государственная итоговая аттестация

2. Компетенция ПК2,

ПК-2 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 (технологический)

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Теория и практика органических соединений
2	Общая химическая технология
3	Процессы и аппараты химической технологии
4	Коллоидная химия полимеров
5	Модифицированные полимерные материалы
6	Методы исследования полимерных материалов
7	Механическое оборудование по производству полимеров
8	Современные технологии обработки данных
9	Технология и переработка полимеров
10	Технический анализ полимеров
11	Производственная преддипломная практика
12	Государственная итоговая аттестация

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единиц, 144 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки:

Форма промежуточной аттестации

экзамен

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 5
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	56	56
лекции	34	26
лабораторные	17	26
практические		
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	5	5
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	52	52
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание		
Индивидуальное домашнее задание		
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)		
Экзамен	36	36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным
1. Макромолекулярные реакции. ПК1					
	Специфика химических превращений в цепях полимеров. Классификация химических реакций полимеров. Разнозвенность полимеров и причины ослабления связей в макромолекулах. Критерии постоянства свойств полимеров.	4		1	4
2. Старение полимеров под действием физических факторов, термическое старение полимеров ПК2					
	Реакции деструкции основной цепи. Реакции деструкции, связанные с превращением заместителей. Принципы защиты полимеров от термического старения. Термостабилизаторы: классификация и примеры использования. Акцепторы алкильных радикалов. Акцепторы низкомолекулярных продуктов деструкции. Термостабилизаторы для поливинилхлорида. Структурная модификация полимера. Фторкаучуки. Структурная модификация терморезистивных полимеров.	4		4	5
3. Фотодеструкция полимеров ПК1					
	Электронные переходы в фотохимических процессах. Диаграмма Яблонского. Теория цветности органических соединений. Поглощение света органическими. Возбужденное состояние молекул и пути их дезактивации. Квантовый выход фотохимических реакций. Фотохромный и электрохромный эффект. Действие УФ-излучения на полимеры. Фотолиз полимеров с карбонильной группой. Фотолиз полистирола. Фотолиз полиэтилена. Фотолиз полипропилена. Фотоокисление красителей. Механизм выцветания красителей. Методы оценки светостойкости. Способы светостабилизации красителей. Принципы защиты полимеров от фотодеструкции. Добавки, отражающие свет (экранирующие добавки). УФ-абсорберы. Квенчинг (тушение возбужденных состояний). Акцепторы свободных радикалов. Акцепторы алкильных радикалов. Акцепторы пероксидных радикалов.	8		11	5

	Требования к светостабилизаторам. Синергические смеси светостабилизаторов для полимеров. Старение под действием ионизирующих излучений.				
4. Механическая деструкция полимеров (пластикация) ПК2					
	Деструкция полимеров под действием физически агрессивных сред	4		4	2
5. Деградация под действием химических агентов. ПК2					
	Окислительная деструкция полимеров. Механизм автоокисления полимеров. Особенности термоокислительного старения полимеров. Особенности окисления отдельных типов полимеров. Особенности окисления полибутадиена, окисления 1,4-полиизопрена, полиэтилена, полипропилена, полиамида., полисилоксанов, полиуретанов. Принципы защиты полимеров от окислительного старения. Общий механизм ингибирования (термо)окислительной деструкции основной цепи карбоцепных полимеров. Типы антиоксидантов. Доноры водорода. Разрушители гидропероксидов. Дезактиваторы металлов. Многофункциональные антиоксиданты. Смеси антиоксидантов. Дополнительные критерии классификации антиоксидантов. Факторы, определяющие антиокислительную активность стабилизаторов. Деструкция полимеров под действием озона. Озонное старение резин. Факторы, влияющие на скорость озонного старения. Классификация резин по озоностойкости. Фотоозонное старение. Принципы защиты полимеров от озонного старения. Классификация антиозонантов. Химически активные антиозонанты. Инертные антиозонанты. Горение полимеров. Деструкция под воздействием химически активных агентов различной природы. Гидролитическая деструкция полимеров. (реакции гидролиза). Деструкция путем обменного разложения. (реакции сольволиза). Полимераналогичные превращения. Реакции сшивания (структурирование). Принципы защиты полимеров от горения. Пути снижения горючести. Антипирены: классификация и механизм их действия. Галогенсодержащие антипирены. Фосфорсодержащие антипирены. Фосфорсодержащие антипирены, содержащие атомы галогена. Фосфорсодержащие антипирены, содержащие атомы азота. Гидроксиды металлов. Снижение горючести с помощью азотсодержащих соединений. Антипирены других классов. Химическое модифицирование полимеров. Хлорирование. Сульфохлорирование. Фосфорилирование	8		8	5
7. Биодеградация полимеров. ПК1					
	Общие понятия о ферментативном катализе и механизме биодегградации полимеров. Особенности	6		6	5

	<p>химического строения полимера, влияющие на его склонность к биодegradации. Области рационального использования биоразлагаемых полимеров. Использование природных биодegradируемых полимеров. Использование синтетических биоразлагаемых полимеров. Придание биоразлагаемости промышленным синтетическим полимерам. Виды воздействия микроорганизмов на полимерные материалы. Методы защиты материалов от биоповреждений.</p>				
	Итого	34		34	26

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Не предусмотрено учебным планом

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во час.	
			лаб.	СРС
семестр № 6				
1	Макромолекулярные реакции	Правила работы и техника безопасности. Лабораторная работа № 1 «Определение степени набухания резины и расчет параметров сшивки».	2	0
2	Старение полимеров под действием физических факторов, термическое старение полимеров	Лабораторная работа № 2 «Определение температуры хрупкости (ASTM D746 и ИСО 974)». Лабораторная работа № 3. «Определение кислородного индекса (ASTM D2863, ИСО 4589)».	3	5
3	Старение полимеров под действием физических факторов, термическое старение полимеров	Лабораторная работа № 4 «Определение деформационнопрочностных свойств полиэтилена при растяжении и оценка энергии активации процесса разрушения»	2	5
4	Фотодеструкция полимеров	Лабораторная работа № 5 «Ускоренные климатические испытания»	4	5
5	Деградация под действием химических агентов	Лабораторная работа № 6 «Определение кислотостойкости полимерных материалов». Лабораторная работа № 7. «Определение химической стойкости различных пластмасс: водопоглощение в холодной и горячей воде; растворимость в органических растворителях, стойкость пластмасс к действию масел и жиров; стойкость пластмасс к действию агрессивных сред»	2	5
6	Биодеградация полимеров	Лабораторная работа № 7. «Наружные климатические испытания пластмасс (ASTM D1435, ИСО 877) 191 5.4». Лабораторная работа № 7. «Стойкость полимерных материалов к плесени (ASTM G21)» Лабораторная работа № 7. «Натурные испытания для исследования стойкости полимерных материалов к плесени и бактериям и их ограничения».	4	6
ИТОГО:			17	26

4.4. Содержание курсового проекта/работы

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 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. (научно-исследовательский)

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, выполнение и защита лабораторных работ, собеседование, разноуровневые задачи.

2 Компетенция ПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности

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, выполнение и защита лабораторных работ, собеседование, разноуровневые задачи.

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация в конце 6-го семестра осуществляется в форме экзамена после изучения разделов дисциплины «Химическое сопротивление полимерных материалов»

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
	Макромолекулярные реакции (ПК1)	1. Сформулируйте основные отличия в химическом поведении макромолекулярных объектов по сравнению с низкомолекулярными аналогами. 2. Специфическими для полимеров являются «конфигурационные эффекты». Что понимают под этим термином? Как они влияют на скорость и механизм протекания реакций? 3. Различают два основных типа конформационных эффектов в химических реакциях полимеров. Назовите их и поясните, как они могут влиять на скорость реакции. 4. Для полимеров характерны эффекты, связанные с электростатическим взаимодействием заряженной макромолекулы с реагирующими частицами. Как эти эффекты могут изменяться с глубиной конверсии, к каким следствиям приводят? 5. Дайте определение

		<p>надмолекулярной структуры полимеров. Приведите примеры надмолекулярных эффектов. 6. Для полимеров характерны надмолекулярные эффекты. С какими особенностями строения это связано? 7. По каким признакам можно проводить классификацию химических реакций полимеров? 8. Какие превращения полимеров называются полимераналогичными? Приведите примеры. 9. Какие реакции полимеров называют межмакромолекулярными? Приведите примеры. 10. Какие реакции полимеров называют внутримолекулярными? Приведите примеры. 11. Какие критерии постоянства свойств полимеров вы знаете, как они оцениваются? 12. Назовите основные причины, вызывающие старение полимеров. На какие группы, по определению Н. Грасси, подразделяются процессы деградации в зависимости от природы агента, воздействующего на полимер? 13. Приведите классификацию процессов старения полимеров по характеру вызывающих его причин. 14. Что понимают под термином «деструкция» полимера? Приведите принятую классификацию механизмов деструкции. 15. Что понимают под термином «структурирование» полимера? Приведите принятую классификацию механизмов структурирования. 16. Приведите примеры процессов деградации высокомолекулярного соединения, не приводящие к разрыву цепи.</p>
<p>Старение полимеров под действием физических факторов, термическое старение полимеров (ПК2)</p>		<p>При какой температуре химическая связь разрывается? Как это связано с тепловой энергией? 2. По каким количественным величинам можно судить о термостойкости полимеров? 3. Какие химические связи в макромолекуле разрушаются в первую очередь? Приведите примеры слабых связей в молекулах полимеров. 4. Назовите две группы реакций, протекающих при термической деструкции полимеров. Приведите примеры. 5. Назовите стадии процесса термодеструкции основной цепи полимера. 6. Как теплота полимеризации связана со склонностью полимера к термическому распаду по механизму деполимеризации? 7. Могут ли заместители влиять на термостабильность карбоцепного полимера? Если влияют, то как? 8. Приведите примеры реакций термодегradации, связанные с превращением заместителей. 9. Назовите причины ослабления связей, приводящие к деструкции основной цепи. 10. Полиакрилонитрил в результате термообработки при высокой температуре приобретает интенсивную окраску. С чем это связано? 11. Чем вызваны различия процессов термодеструкции ПММА и ПМА? 12. При термодеструкции полистирола и поли-α-метилстирола наблюдают разный выход мономера. Чем вызваны различия процессов термодеструкции? 13. Какие виды излучения высоких энергий вызывают химические превращения полимеров? 14. Почему при облучении появляются возможности для процессов структурирования (деструкции)? 15. Какие химические процессы в полимерах наблюдаются при действии на них ионизирующих излучений? 16. Опишите механизм радиационного старения полимеров и его отличие от старения под действием УФ-облучения. 17. Какова связь</p>

		<p>между поведением полимера под действием излучения и его строением? 18. Что понимают под радиационно-химическим выходом деструкции? Приведите примеры полимеров, преимущественно деструктурирующих или преимущественно сшивающихся под действием ионизирующего излучения. 19. Что называют долей гелеобразования, от каких параметров она зависит?</p>
	<p>Фотодеструкция полимеров (ПК1)</p>	<p>Что понимают под термином «фотодеструкция» макромолекул? Что ее вызывает? 2. В чем заключается основной закон фотохимии (закон Гротгуса-Дрейпера)? 3. Какие фотофизические и фотохимические процессы протекают в полимерах под воздействием света? 4. В чем заключается физический смысл закона Эйнштейна? 5. Что такое квантовый выход фотодеструкции полимеров? 6. Что понимают под термином «сенсibilизированные реакции» в полимерах? 7. Опишите структуру электронно-возбужденного состояния и процессы, протекающие в этих состояниях. Приведите примеры. 8. Укажите пути практического использования фотохимических реакций полимеров. 9. Как влияет на глубину и механизм фотодеструкции характер распределения хромофорных групп вдоль цепи?</p> <p>10. Назовите известные Вам типы светостабилизаторов и кратко охарактеризуйте принцип их действия. Приведите примеры. 11. В чём заключается принцип действия УФ-адсорберов? Соединения каких классов выступают в роли УФ-адсорберов? Приведите пример. 12. В чём заключается принцип действия экранирующих добавок?. Соединения каких классов выступают в роли экранирующих добавок? Приведите пример. 13. В чём заключается принцип светостабилизирующего действия триацетонамина? Напишите схему действия. 14. В чём заключается принцип светостабилизирующего действия 2-(2'-гидроксифенил)-бензтиазола? Напишите схему действия. 15. Какими двумя главными факторами может быть объяснена высокая эффективность стабилизирующего действия HALS?</p>
	<p>Дегградация под действием химических агентов (ПК2)</p>	<p>1. Приведите классификацию процессов окисления полимеров по характеру зависимости поглощения кислорода от времени окисления. 2. Поясните, как изменение температуры влияет на индукцион-ный период окисления и скорость окисления полимера? 3. Процесс окисления полимеров рассматривается как радикальный цепной процесс с вырожденным разветвлением. Каковы его основные признаки? 4. Напишите схемы элементарных реакций, протекающих при автоокислении полимеров. 5. Гидропероксиды, образующиеся на первых стадиях окисления полимера, делают процесс окисления вырожденно-разветвленным. Напишите реакции, доказывающие это положение. 6. Механизм термоокислительного старения твердых полимеров описывается такой же последовательностью элементарных реакций, как жидкофазное окисление низкомолекулярных органических соединений, однако специфика твердофазного состояния обуславливает определенные кинетические особенности этих</p>

		<p>реакций. Назовите их. 7. Полиуретаны, не содержащие в цепи простой эфирной связи, более стойки к окислению. Объясните это явление. 8. Силоксановые каучуки более стойки к термоокислению, чем карбоцепные полимеры. Объясните это явление. 9. Процессы окисления быстро развиваются в условиях фотодеструкции полимеров. Процесс фотоокисления имеет свои особенности. Назовите их. 10. Полиамиды отличаются высокой радиационной, термической и термоокислительной стойкостью. Наиболее значительные изменения в свойствах полиамидов происходят под действием света. Объясните это явление. 11. Дайте определение понятия «озонное старение полимеров». 12. Укажите процессы, ответственные за образование озонных трещин в эластомерах при деформационных воздействиях. 13. Приведите классификацию полимеров по их сопротивляемости озонному растрескиванию. 14. Каков химизм взаимодействия озона с непредельными соединениями? 15. Дайте определение понятия горения. 16. Приведите основные реакции, протекающие при горении полимерных материалов. 17. Укажите физические аспекты механизма горения полимеров. 18. При пиролизе органические полимеры по отношению к тепловому воздействию могут быть подразделены на две группы. Назовите их, приведите примеры. 19. Проанализируйте понятие «кислородный индекс» как оценку горючести полимеров.</p>
	<p>Биодеградация полимеров (ПК1)</p>	<p>1. Что понимают под термином «биологический фактор», воздействие которого на объекты техники нарушает их работоспособное состояние? 2. Что следует понимать под термином «биодеградация» полимеров? 3. Назовите наиболее агрессивные по отношению к полимерным материалам микроорганизмы. 4. Назовите характерные черты биодеструкторов. 5. В чем различие между первичной и полной биодеградацией полимеров? 6. Перечислите этапы процесса развития микробиологического повреждения. 7. Опишите механизм действия ферментов. 8. Назовите характерные признаки биодеструкции полимеров. 9. Чем обусловлена устойчивость полимерных материалов к биодеструкции? 10. Назовите факторы, влияющие на биостойкость полимеров. 11. Укажите пути решения проблемы «полимерного мусора». 12. Назовите способы придания биоразлагаемости традиционным синтетическим пластикам. 13. Приведите примеры рационального использования процесса биодеградации.</p>

Перечень типовых тестовых заданий

Раздел дисциплины	Вопросы	Ответы
Макромолекулярные реакции (ПК1)	<p>К какой стадии радикально цепного окислительного процесса относится реакция: $RH + O_2 \rightarrow R^{\cdot} + HO_2^{\cdot}$</p>	<p>А) Стадия зарождения цепи; Б) Стадия продолжения цепи; В) Стадия разветвления цепи; Г) Стадия обрыва</p>

		цепи
	<p>К какой стадии радикально цепного окислительного процесса относится реакция:</p> $ROO\cdot + RH \rightarrow ROOH + R\cdot$	<p>А) Стадия зарождения цепи; Б) Стадия продолжения цепи; В) Стадия разветвления цепи; Г) Стадия обрыва цепи</p>
	<p>К какой стадии радикально цепного окислительного процесса относится реакция:</p> $ROOH \rightarrow RO\cdot + HO\cdot$	<p>А) Стадия зарождения цепи; Б) Стадия продолжения цепи; В) Стадия разветвления цепи; Г) Стадия обрыва цепи</p>
<p>Старение полимеров под действием физических факторов, термическое старение полимеров ((ПК2)</p>	<p>Процессы деструкции (условно при $T < 500\text{ }^\circ\text{C}$) и пиролиза ($T > 500\text{ }^\circ\text{C}$) в инертных средах используются для в контролируемых процессах получения:</p> <p>1) материалов керамической (SiC, Si_3N_4), углеродной структуры (пироуглерод, графитизирующиеся и неграфитизирующиеся формы углерода, например, стеклоуглерод); 2) углеродных графитизированных высокопрочных высокомолекулярных волокон, SiC, Si_3N_4-волокон, в том числе пиролизом полимеров – поликарбосилагнов, полисилазанов; 3) пиролизованных композиционных материалов (C/C, SiC/C, C/SiC, SiC/SiC и т.п.).</p> <p>4). Фторкаучуки</p>	<p>А) 1,2,3,4 Б)1,4 В)1,2,3 Г)13,4</p>
	<p>Эпоксифиры применяются также для стабилизации полимеров 1. содержащих хлор</p> <p>2. Не содержащих хлор</p> <p>3. Не применяются для термостабилизации</p>	<p>А) 3 Б)1, 2 В) 2 Г) 1</p>
	<p>Считается, что основное действие термостабилизаторов ПВХ заключается в следующем: а)нейтрализации HCl; б)замещении лабильных хлоридов ПВХ более стабильными лигандами; в)·присоединении по двойным связям; г) предотвращении окисления; комплексообразования с промоторами деструкции; дезактивации свободных радикалов.</p>	<p>1) а, в, г 2) б 3) б, в 4) а, б, в, г</p>
<p>Фотодеструкция полимеров (ПК1)</p>	<p>На какую стадию радикально цепного окислительного процесса влияют УФ-абсорберы</p>	<p>А) Стадию зарождения цепи Б) Стадию продолжения цепи В) Стадию разветвления цепи Г) Стадию обрыва цепи</p>
	<p>Наиболее активное воздействие на</p>	<p>1. А</p>

	<p>полимеры оказывают УФ-лучи</p> <p>А) 200–400 нм</p> <p>Б) 280-315 нм В) 100-280 нм</p>	<p>2. Б</p> <p>3. В</p> <p>4. Б,В</p>
	<p>Фотодеструкция часто затрагивает как основные, так и боковые группы, способные поглощать свет (хромофорные группы) какие из перечисленных не являются хромоформными</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. азогруппу —N=N—, 2. нитрогруппу —NO₂, 3. нитрозогруппу —N=O, 4. карбонильную группу >C=O, 5. сопряжённые системы двойных связей, 6. хиноидные группировки 7. сульфогруппа 	<p>А 1,2.3.4.5.6,7</p> <p>Б 1,,7</p> <p>В 4,5</p> <p>Г 7</p>
<p>Деградация под действием химических агентов (ПК2)</p>	<p>На какую стадию радикально цепного окислительного процесса влияют ловушки пероксидных радикалов</p>	<p>А) Стадию зарождения цепи Б) Стадию продолжения цепи В) Стадию разветвления цепи Г) Стадию обрыва цепи</p>
	<p>На какую стадию радикально цепного окислительного процесса влияют ловушки алкильных радикалов</p>	<p>А) Стадию зарождения цепи Б) Стадию продолжения цепи В) Стадию разветвления цепи Г) Стадию обрыва цепи</p>
	<p>На какую стадию радикально цепного окислительного процесса влияют безрадикальные разрушители гидропероксидов</p>	<p>А) Стадию зарождения цепи Б) Стадию продолжения цепи В) Стадию разветвления цепи Г) Стадию обрыва цепи</p>
	<p>На какую стадию радикально цепного окислительного процесса влияют стабилизаторы - источники стабильных радикалов</p>	<p>А) Стадию зарождения цепи Б) Стадию продолжения цепи В) Стадию разветвления цепи Г) Стадию обрыва цепи</p>
	<p>Для стабилизации каких полимеров применяют антиозонанты</p>	<p>А) Полиолефинов Б) Изопреновых каучуков и резин В) Поливинилхлорида Г) Полиамидов.</p>
	<p>На какие стадии радикально цепного окислительного процесса влияют комплексоны (пассиваторы ионов металлов переменной валентности)</p>	<p>А) Стадию зарождения цепи Б) Стадию продолжения цепи В) Стадию разветвления цепи Г) Стадию обрыва цепи</p>
	<p>Для стабилизации каких полимеров</p>	<p>А) Хлорбутилкаучуков Б)</p>

	применяют акцепторы хлористого водорода	Изопреновых каучуков и резин В) Поливинилхлорида Г) Термостойких полимеров.
Биодеградация полимеров (ПК1)	Биоповреждение это- - любое изменение (нарушение) структурных и функциональных характеристик объекта, вызываемое биологическим фактором. А - образование колоний на поверхности полимера Б	А Б
	Скорость протекания ферментативного процесса подчиняется 1- кинетике гомогенных реакций 2-гетерогенных 3- Уравнению Михаэлис-Ментен	1 2 3

**5.2.2. Перечень контрольных материалов
для защиты курсового проекта/ курсовой работы**
Не предусмотрено учебным планом.

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

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

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

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

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Показатель оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	классификации типов и возможные механизмы старения полимерных материалов в зависимости от условий их переработки,
	путей решения проблемы по улучшению и стабилизации свойств полимерных материалов и изделий из них.
	современных методов введения стабилизаторов в полимеры.
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	выбирать и обосновывать параметры проведения модификации оценивать эффективность модификации и действия стабилизаторов;
	выбирать необходимые методы исследований, верифицировать существующие и разрабатывать новые методы
Навыки	работы на установках и оборудовании по испытаниям полимерных материалов
	проведения стандартных испытаний по определению свойств исходных полимеров, олигомеров и добавок к ним,
	Навыки по разработке новых методов, исходя из задач конкретного исследования, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения

Оценка преподавателем выставляется интегрально по всем показателям и критериям оценивания.

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. (научно-исследовательский)

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знания классификации и типов и возможные механизмы старения	Не знает классификацию типов и возможные механизмы старения	Знает классификацию типов и возможные механизмы старения	Знает классификацию типов и возможные механизмы старения	Знает классификацию типов и возможные механизмы старения полимерных

полимерных материалов в зависимости от условий их переработки,	полимерных материалов в зависимости от условий их переработки	полимерных материалов в зависимости от условий их переработки, но допускает серьезные неточности	полимерных материалов в зависимости от условий их переработки, неточности формулировок	материалов в зависимости от условий их переработки
Знание путей решения проблемы по улучшению и стабилизации свойств полимерных материалов и изделий из них.	Не знает путей решения проблемы по улучшению и стабилизации свойств полимерных материалов и изделий из них.	знает основные механизмы пути решения проблемы по улучшению и стабилизации свойств полимерных материалов и изделий из них., но допускает неточности в формулировках и объяснении	знает пути решения проблемы по улучшению и стабилизации свойств полимерных материалов и изделий из них., допуская некоторые неточности	Твердо знает основные пути решения проблемы по улучшению и стабилизации свойств полимерных материалов и изделий из них.
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 твердыми 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
Четкость изложения и интерпретации и 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 понятно	Применяет знания к решению различных проблем в смежных 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 и обосновывать параметры проведения модификации оценивать эффективность модификации и действия стабилизаторов;	Не умеет выбирать и обосновывать параметры проведения модификации оценивать эффективность модификации и действия стабилизаторов	Умеет частично выбирать и обосновывать параметры проведения модификации оценивать эффективность модификации и действия стабилизаторов	Умеет выбирать и обосновывать параметры проведения модификации оценивать эффективность модификации и действия стабилизаторов, но допускает неточности	Умеет выбирать и обосновывать параметры проведения модификации оценивать эффективность модификации и действия стабилизаторов
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
Владеет навыками работы на установках и оборудовании по испытаниям полимерных материалов.	Не владеет навыками работы на установках и оборудовании по испытаниям полимерных материалов.	Владеет навыками работы на установках и оборудовании по испытаниям полимерных материалов, но допускает значительные ошибки	Владеет навыками работы на установках и оборудовании по испытаниям полимерных материалов, но допускает неточности	Владеет навыками работы на установках и оборудовании по испытаниям полимерных материалов

ПК-2 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 (технологический).

Оценка сформированности компетенций по показателю знания:

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знания современных	Не знает современных	Знает современные	Знает современные методы введения	Знает современные методы введения

методов введения стабилизаторов в полимеры.	методов введения стабилизаторов в полимеры.	методы введения стабилизаторов в полимеры, но допускает значительные ошибки	стабилизаторов в полимеры, но допускает не значительные ошибки	стабилизаторов в полимеры, но допускает
---	---	---	--	---

Оценка сформированности компетенций по показателю умения:

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умения выбирать необходимые методы исследований, верифицировать существующие и разрабатывать новые методы	Не умеет выбирать необходимые методы исследований, верифицировать существующие и разрабатывать новые методы	умеет выбирать необходимые методы исследований, верифицировать существующие и разрабатывать новые методы, но допускает значительные ошибки	умеет выбирать необходимые методы исследований, верифицировать существующие и разрабатывать новые методы, но допускает не значительные ошибки	умеет выбирать необходимые методы исследований, верифицировать существующие и разрабатывать новые методы

Оценка сформированности компетенций по показателю навыки:

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Навыки проведения стандартных испытаний по определению свойств исходных полимеров, олигомеров и добавок к ним	Не владеет навыками проведения стандартных испытаний по определению свойств исходных полимеров, олигомеров и добавок к ним	владеет навыками проведения стандартных испытаний по определению свойств исходных полимеров, олигомеров и добавок к ним, но допускает значительные ошибки	владеет навыками проведения стандартных испытаний по определению свойств исходных полимеров, олигомеров и добавок к ним, но допускает не значительные ошибки	владеет навыками проведения стандартных испытаний по определению свойств исходных полимеров, олигомеров и добавок к ним

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
	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
	Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работы	мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук
	Методический кабинет	мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук
	учебные химические лаборатории	лабораторные столы, вытяжные шкафы, сушильным шкафом, термостатами, магнитными мешалками, центрифугами, аналитическими весами, электролизером, электрическими плитками, фотоколориметрами, рН-метрами, вискозиметром, эструдером, копером, оприбр 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
	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
	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
	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 19.08.2022г.
	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

6.3.1. Перечень основной литературы

1. Мухачева В.Д. Химическое сопротивление полимерных материалов: учеб, пособие/ В.Д. Мухачева, В.А. Полуэктова. - Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2017. -200с. 2. Мухачева В.Д. Химическое сопротивление полимерных: метод, указания к выполнению лабораторных работ/ В.Д. Мухачева. Н.В. Ключникова. -Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2017. -51с. 3. Мухачева В.Д. Химическое сопротивление полимерных материалов [Электронный ресурс]: метод, указания к выполнению лабораторных работ/ В.Д. Мухачева, Н.В. Ключникова. - Электрон, текстовые данные - Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2017. -76с. - Режим доступа 4. Шевченко А.А. Химическое сопротивление неметаллических материалов и защита от коррозии. - Изд-во КолосС, 2006. -248с. 5. Семенова И.В., Флорианович Г.М., Хорошилов А.В. Коррозия и защита от коррозии / Под ред. И.В. Семеновой. - М.: Физматлит, 2002. - 336 с. - ISBN 5-9221-0246-Х.
6. Неверов А. С. Коррозия и защита материалов / А.С. Неверов, Д.А. Родченко, М.И. Цырлин. -М .: ФОРУМ:ИНФРА-М,2013. - 224 с. 7. Мухачева В.Д. Химическое сопротивление полимерных материалов [Электронный ресурс]: учеб, пособие/ В.Д. Мухачева, В.А. Полуэктова. - Электрон, текстовые данные - Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2017.-200с. - Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2017110910155059800000656026>

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>