

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

Рециклинг 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

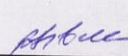
Белгород 2021

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. Порожнюк)

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>Знать: основные теории и проблемы рециклинга полимеров, основные методы анализа сырья и готовой продукции, способы переработки тех или иных полимеров;</p> <p>Уметь: анализировать и выбирать наиболее оптимальные варианты предварительной обработки и переработки полимеров;</p> <p>Владеть: навыками проведения оценки и анализа исходного сырья и готовой продукции, подбора оборудования для рециклинга полимеров.</p>
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>Знать: режимы работы технологического оборудования; факторы, определяющие параметры технологического процесса</p> <p>Уметь: применять полученные знания при выборе технологических способов вторичной переработки полимеров в конкретные изделия; прогнозировать эксплуатационные свойства изделий в конкретных условиях в зависимости от типа полимера, состава композиции и параметров переработки.</p> <p>Владеть: технологическими способами вторичной переработки полимеров и их композиций в изделия; методами определения оптимальных и рациональных параметров вторичной переработки полимеров.</p>

--	--	--	--

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
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

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

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки:

Форма промежуточной аттестации экзамен

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 8
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	76	76
лекции	36	36
лабораторные	36	36
практические		
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	4	4
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	68	68
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание		
Индивидуальное домашнее задание	9	9
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	59	59
Форма промежуточной аттестации Зачет	Диф зачет (с оценкой)	Диф зачет (с оценкой)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Содержание лекционных занятий

Наименование тем, их содержание и объем
Курс 4 Семестр 8

№ 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. Классификация вторичного сырья и методов переработки.					
	Разновидности вторичного полимерного сырья по исходному состоянию полимера, по конфигурации и габаритам изделия, по способу производства изделия от состава полимера. Общие особенности. Изменение физико-химических свойств и физико-механических свойств полимеров в процессе старения.	4	4		8
2. Источники вторичного сырья для полимерной промышленности					
	Отходы потребления. Состав полимерных отходов потребления: крупнотоннажные термопласты (полиолефины, полистирольные пластики, поливинилхлоридные материалы), малотоннажные (полиамиды, полиуретаны, полиэтилентерефталат).	4	4		8
3. Влияние старения на свойства полимерных компонентов вторичного полимерного сырья					
	Вторичное сырье с полимерным компонентом – поликарбонатом, Вторичное сырье с полимерным компонентом - полиэтиленом низкой и высокой плотности. Вторичное сырье с полимерным компонентом — поливинилхлоридом. Вторичное сырье с полимерным компонентом — полистиролом полиэтилентерефталатом, полиамидом и др. Влияние старения на свойства полимерных компонентов: реологические свойства, усадка изделий из пластмасс (термопластов, реактопластов), содержание влаги и летучих веществ.	4	4		8
4. Восстановление свойств вторичного полимерного сырья					
	Рекуперлирующие добавки к вторичному полимерному сырью: пластификаторы, стабилизаторы, смазки, антипирены, антистатика.	4	4		8
5. Технологические процессы рециклирования полимерных отходов					

	Общие положения. Технологический процесс рециклирования термопластов. Технологический процесс рециклирования реактопластов. Основные операции и методы подготовки ВПС. Проверка качества подготовленного сырья. Разработка рецептур ВПС для конкретного использования.				
6. Типовые технологии. Способы сортировки измельченного вторичного сырья. Удаление металлов					
	Типовые и специализированные технологии. Способы сортировки измельченного вторичного сырья по плотности; по температуре плавления, электропроводности, величине измельченного ВПС: сухой динамический в потоке газа; мокрый динамический в воде; всплытие — осаждение; жидкостной циклон; высоковольтное разделение; флотация и др. Способы удаления металлов: механический, выплавление термопластов из металлополимерных изделий, электростатический способ разделения отходов на полимерные и металлические фракции и др.	4	4		8
7. Функциональные добавки					
	Смешение измельченного сырья – технологических отходов, образующихся в процессе производства ВПС – свежий полимер. Экспериментальный подход с учетом требований к изделиям. Практические рекомендации. Потенциальная возможность механического рециклинга пластмасс. Задачи рециклинга, установленные законодательством. Различия между исходными и вторичными материалами. Влияние содержания добавок на качество вторичных материалов. Повышение качества вторичных пластиков. Повторная стабилизация.	4	4		9
8. Экологические аспекты вторичной переработки полимеров					
	Основные объекты загрязнения: воздушный бассейн, гидросфера. Основные технологические причины загрязнения воздушной среды при вторичной переработке пластмасс. Мероприятия по защите окружающей среды: термическое обезвреживание газовых выбросов. Беспламенное обезвреживание газовых выбросов. Обеспыливание газов. Основные способы очистки сточных вод: механический, коагуляция и флокуляция. Сорбционные методы для удаления органических веществ. Термическое сжигание. Биологическая очистка. Прикладные аспекты индикации вредных веществ.	6	6		9
	Итого	36	36		59

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	К-во часов	К-во часов СРС для подготовки к практ. занятиям
1	2	3	4	5
семестр № 8				
1	Классификация вторичного сырья и методов переработки	Общие особенности. Изменение физико- химических свойств и физико-механических свойств полимеров в процессе старения.	4	4
2	Источники вторичного сырья для полимерной промышленности	.Состав полимерных отходов потребления: крупнотоннажные и малотоннажные	4	4
3	Влияние старения на свойства полимерных компонентов вторичного полимерного сырья	Влияние старения на свойства полимерных компонентов: реологические свойства, усадка изделий из пластмасс (термопластов, реактопластов), содержание влаги и летучих веществ.	4	4
4	Технологические процессы рециклирования полимерных отходов	Технологический процесс рециклирования термопластов. Технологический процесс рециклирования реактопластов. Основные операции и методы подготовки ВПС. Проверка качества подготовленного сырья. Разработка рецептур ВПС для конкретного использования.	4	4
5	Типовые технологии. Способы сортировки измельченного вторичного сырья. Удаление металлов	Типовые и специализированные технологии.	6	6
6	Функциональные добавки в рециклинге полимеров	Экспериментальный подход с учетом требований к изделиям. Практические рекомендации.	8	8
7	Экологические аспекты вторичной переработки полимеров	Основные технологические причины загрязнения воздушной среды при вторичной переработке пластмасс. Мероприятия по защите окружающей среды: термическое обезвреживание газовых выбросов.	6	6

		Беспламенное обезвреживание газовых выбросов. Обеспыливание газов. Основные способы очистки сточных вод: механический, коагуляция и флокуляция. Сорбционные методы для удаления органических веществ. Термическое сжигание. Биологическая очистка. Прикладные аспекты индикации вредных веществ.		
ИТОГО:			36	36

4.3. Содержание лабораторных занятий

Лабораторные занятия не предусмотрены учебным планом

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Курсовой проект/работа не предусмотрены учебным планом

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 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

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

Перечень типовых индивидуальных заданий

№ п/п	Тема ИДЗ	Цель ИДЗ	Кол-во часов
1	Технологические особенности вторичной переработки полимерных материалов	Изучить методы вторичной переработки полимерных отходов	3
2	Влияние технологических параметров на структуру полимеров.	изучение технологических режимов при вторичной переработке полимеров	3
3	Влияние содержания добавок на качество вторичных материалов	Изучение влияния добавок на качество полимерных материалов при вторичной переработке	3

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
Осуществляет контроль качества основных и вспомогательных материалов и готовой продукции	Дифференцированный зачет, собеседование, выполнение и защита индивидуального домашнего задания

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

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
Обеспечивает проведение основных технологических операций в соответствии с требованиями технической документации на технологию производства и переработки полимерных материалов	Дифференцированный зачет, собеседование, выполнение и защита индивидуального домашнего задания

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация в конце 8-го семестра осуществляется в форме **дифференцированного зачета** после изучения разделов дисциплины «Рециклинг полимеров».

При проведении дифференцированного зачета зачетный билет, содержащий три теоретических вопроса и задача, выбирают сами студенты в случайном порядке. Билеты ежегодно утверждаются на заседании кафедры. Для подготовки студенту отводится время в пределах 45-60 мин.

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

Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для дифференцированного зачета

1. Разновидности вторичного полимерного сырья по исходному состоянию полимера, по конфигурации и габаритам изделия, по способу производства изделия от состава пластмассы. Общие особенности.
2. Изменение физико-химических свойств и физико-механических свойств пластмасс в процессе старения.
3. Отходы потребления. Состав полимерных отходов потребления: крупнотоннажные термопласты (полиолефины, полистирольные пластики, поливинилхлоридные материалы,), малотоннажные (полиамиды, полиуретаны, полиэтилентерефталат).
4. Влияние старения на свойства полимерных компонентов: реологические свойства, усадка изделий из пластмасс (термопластов, реактопластов). содержание влаги и летучих веществ.
5. Вторичное сырье с различными полимерными компонентами. Основные операции и методы подготовки вторичного полимерного сырья
6. Восстановление свойств вторичного полимерного сырья (ВПС). Рекуперированные добавки к вторичному полимерному сырью: пластификаторы, стабилизаторы, смазки, антипирены, антистатик.
7. Технологический процесс рециклирования термопластов. Технологический процесс рециклирования реактопластов.
8. Типовые технологии. Способы сортировки измельченного вторичного сырья.
9. Добавки к вторичному полимерному сырью: пластификаторы, стабилизаторы, смазки, антипирены, антистатик.
10. Вторичное сырье с полистиролом, полиэтилентерефталатом, полиамидом
- 11 Смешение измельченного сырья — технологических отходов, образующихся в процессе производства изделий из пластмасс. Кратность переработки. Смешение измельченного сырья после длительной эксплуатации. Соотношение ВПС – свежий полимер.
- 12 Влияние содержания добавок на качество вторичных материалов. Повышение качества вторичных пластиков. Повторная стабилизация.
- 13 Экологические аспекты вторичной переработки пластмасс
- 14 Основные объекты загрязнения: воздушный бассейн, гидросфера.
- 15 Разновидности вторичного полимерного сырья по исходному состоянию полимера, по конфигурации и габаритам изделия, по способу производства изделия от состава пластмассы. Общие особенности.

Типовой вариант зачетного билета в 8-ом семестре

билет для дифференцированного зачета содержит 3 теоретических вопроса и один практический

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г.Шухова
Кафедра теоретической и прикладной химии
Дисциплина "Технология и переработка полимеров"
Образовательная программа 18.03.01-03

БИЛЕТ № ____

1. Влияние старения на свойства полимерных компонентов
2. Добавки к вторичному полимерному сырью: пластификаторы, стабилизаторы, смазки, антипирены, антистатика.
3. Литье под давлением вторичных термопластов: расчет процесса, усадка, цикл формования, остаточные напряжения
4. Какие факторы вы будете учитывать при утилизации отходов изполивинилацетата

Одобрено на заседании кафедры _____ 20__ г. протокол № ____

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	2	3
1	<p>Основные характеристики полимеров, влияющие на их вторичную переработку и эксплуатационные свойства.</p>	<p>Общее понятие о фазовом состоянии вещества. Особенности фазового состояния полимеров. Факторы, определяющие возможность различного фазового состояния полимеров.</p> <p>Конкретные примеры, характеризующие различное фазовое состояние полимеров.</p> <p>Факторы, определяющие гибкость макромолекул. Конкретные примеры, характеризующие влияние гибкости макромолекул на свойства полимеров.</p> <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	<p>Подготовительные стадии производств при вторичной переработке</p>	<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 бинодаль 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	<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	<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	<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.</p> <p>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 $T=30-35^{\circ}\text{C}$?</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>

		Что такое «букет пластификаторов»?
--	--	------------------------------------

Примеры задач для самостоятельной работы

1. Определите молярную массу поливинилацетата как среднюю величину, используя экспериментальные данные, полученные для его растворов в хлороформе, бензоле и ацетоне.

Концентрация раствора C , кг/м ³	Вязкость раствора поливинилацетата η , мПа*с		
	в хлороформе	в бензоле	в ацетоне
0	0,570	0,649	0,325
1	0,745	0,804	0,397
2	0,960	0,988	0,484
3	1,204	1,190	0,578
5	1,813	1,674	0,804
7	2,585	2,262	1,069

Константа K в уравнении Марка-Хаувинка-Куна для поливинилацетата в хлороформе составляет $8,77 \cdot 10^{-3}$, в бензоле $7,18 \cdot 10^{-3}$, в ацетоне $6,92 \cdot 10^{-3}$, а константа a соответственно равна 0,71; 0,70; 0,70.

Вычислите константы Хаггинса и концентрации кроссовера полимера в каждом растворителе, сделайте вывод о качестве растворителей.

2. Определите молекулярную массу полимера и второй вириальный коэффициент последующим данным измерений осмотического давления полимеров:

Полимер-растворитель	Т, К	Осмотическое давление π (Па) при концентрации C раствора, кг/м ³					
		1	2	3	4	5	7
Полистирол-толуол	293	7,2	18,3	33,5	52,2	74,5	133,7
Нитроцеллюлоза-ацетон	298	21,7	45,6	72,1	100,4	131,6	268,8

3. При исследовании рассеяния свет а растворами каучука в толуоле получены следующие данные:

Конц. раствора, кг/м ³	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
-----------------------------------	-----	-----	-----	-----	-----

Мутность, $\tau \cdot 10^8, \text{ м}^{-1}$	1,44	1,85	2,15	2,43	3,60
---	------	------	------	------	------

Используя уравнение Дебая, определите молекулярную массу полимера и значение второго вириального коэффициента, если постоянная $H = 2,8 \cdot 10^{-11} \text{ м}^2 \text{ моль/кг}^2$.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

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

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
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Умения использовать основные закономерности и особенности вторичной переработки полимерных систем
	Умения при выборе технологических способов вторичной переработки полимеров в конкретные изделия; Умения прогнозировать эксплуатационные свойства изделий в конкретных условиях в зависимости от типа полимера, состава композиции и параметров вторичной переработки.
Навыки	Владеет способами осуществления процессов модификации полимерных материалов в процессе их вторичной переработки; технологическими способами переработки полимеров и их композиций в изделия; методами определения оптимальных и рациональных параметров вторичной 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 вторичной переработки полимеров	Не знает основные методы вторичной переработки полимеров	знает не все основные методы вторичной переработки полимеров	знает все основные методы вторичной переработки полимеров, но допускает небольшие неточности	знает все основные методы вторичной переработки полимеров и их сущность
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 вторичной переработки полимерных систем	Не умеет использовать основные закономерности и особенности вторичной переработки полимерных систем	умеет использовать основные закономерности и особенности вторичной переработки полимерных систем, но допускает значительные ошибки	умеет использовать основные закономерности и особенности вторичной переработки полимерных систем, но допускает незначительные ошибки	умеет безошибочно использовать основные закономерности и особенности вторичной переработки полимерных систем
Умения прогнозировать эксплуатационные свойства изделий в конкретных условиях в зависимости от типа полимера, состава композиции и параметров вторичной переработки.	Не умеет прогнозировать эксплуатационные свойства изделий в конкретных условиях в зависимости от типа полимера, состава композиции и параметров вторичной переработки.	умеет прогнозировать эксплуатационные свойства изделий в конкретных условиях в зависимости от типа полимера, состава композиции и параметров вторичной переработки, но допускает значительные ошибки	умеет прогнозировать эксплуатационные свойства изделий в конкретных условиях в зависимости от типа полимера, состава композиции и параметров вторичной переработки, но допускает незначительные ошибки	Умеет грамотно прогнозировать эксплуатационные свойства изделий в конкретных условиях в зависимости от типа полимера, состава композиции и параметров вторичной переработки
Оценка сформированности компетенций по показателю владения:				

<p>Владение способами осуществления процессов модификации полимерных материалов в процессе их вторичной переработки; технологическим и способами рециклинга полимеров и их композиций в изделия; методами определения оптимальных и рациональных параметров переработки полимеров.</p>	<p>Не владеет способами осуществления процессов модификации полимерных материалов в процессе их вторичной переработки; технологическим и способами рециклинга полимеров и их композиций в изделия; не владеет методами определения оптимальных и рациональных параметров переработки полимеров.</p>	<p>владеет способами осуществления процессов модификации полимерных материалов в процессе их вторичной переработки; технологическим и способами рециклинга полимеров и их композиций в изделия; не владеет методами определения оптимальных и рациональных параметров переработки полимеров.</p>	<p>владеет способами осуществления процессов модификации полимерных материалов в процессе их вторичной переработки; технологическим и способами рециклинга полимеров и их композиций в изделия; владеет методами определения оптимальных и рациональных параметров переработки полимеров, но допускает незначительные ошибки при их подборе.</p>	<p>владеет способами осуществления процессов модификации полимерных материалов в процессе их вторичной переработки; технологическим и способами рециклинга полимеров и их композиций в изделия; владеет методами определения оптимальных и рациональных параметров переработки полимеров и способен выбрать оптимальные</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
	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
	Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работы	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук
	Методический кабинет	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук
	учебные химические лаборатории 413,301	лабораторные столы, вытяжные шкафы, сушильным шкафом, термостатами, магнитными мешалками, центрифугами, аналитическими весами, электролизером, электрическими плитками, фотоколориметрами, рН-метрами, вискозиметром, эструдером, копером

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	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»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 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

1.3. 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>

Перечень дополнительной литературы

1. 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>
2. 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>
3. 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>
4. 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. <http://www.knigafund.ru/>
2. <http://ntb.bstu.ru/resoursts/el/>
3. <http://e.lanbook.com/>

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 20____ /20____ учебный год
без изменений / с изменениями, дополнениями

Протокол № _____ заседания кафедры от « ____ » _____ 20____ г.

Заведующий кафедрой _____
подпись, ФИО

Директор института _____
подпись, ФИО