

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

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Химия и физика полимеров

направление подготовки (специальность):

Химическая технология

Направленность программы (профиль, специализация):

Технология и переработка полимеров

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

очная


Химико-технологический институт

Кафедра теоретической и прикладной химии

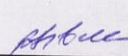
Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

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


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

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой теоретической и прикладной химии

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


Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 13 » 05 2021 г., протокол № 9

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

Рабочая программа одобрена методической комиссией института ХТИ

« 15 » 05 2021 г., протокол № 9

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

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

| Категория (группа) компетенций | Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Профессиональные компетенции | ПК 1. Способен проводить исследования сырьевых материалов, опытных партий образцов, анализировать их технологические характеристики, осуществлять поиск, обработку и анализ специализированной литературы для разработки мероприятий по совершенствованию технологических процессов и повышению качества готовых изделий. | ПК 1.2 Организует проведение экспериментальных работ по освоению новых технологических процессов на лабораторных и пилотных установках | <p>Знать: основные понятия и определения химии и физики полимеров; номенклатуру, классификацию полимеров; методы синтеза основных типов полимеров – цепные и ступенчатые реакции; химические реакции полимеров; возможности химической модификации; особенности физических свойств полимеров в стеклообразном, высокоэластическом, вязко-текучем состояниях; релаксационные свойства, растворы полимеров; прочность и стабильность полимеров к различным видам воздействий; особенности упорядоченного состояния полимеров</p> <p>Уметь: уметь определять кинетические характеристики образования полимеров; молекулярную массу и молекулярно-массовое распределение; проводить эксперименты по заданным методикам, составлять описание проводимых работ и осуществлять анализ результатов</p> <p>Владеть:</p> <p>– методами проведения стандартных испытаний по определению свойств исходных мономеров, олигомеров и определения основных свойств полимеров</p> |
| Профессиональные компетенции | ПК 2. Готов к осуществлению технологического процесса в соответствии с регламентом и использованию технических, а также ИТ технологий для контроля основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции | ПК 2.3 Осуществляет необходимые расчеты по проведенным анализам испытаниям и исследованиям, анализирует полученные результаты и систематизирует их | <p>Знать: современные методики синтезов, исследования и анализа свойств полимерных материалов и используемого сырья.</p> <p>Уметь: выбирать необходимые методы исследований, идентифицировать существующие и разрабатывать новые методы, исходя из задач конкретного исследования, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения при проведении исследовательских и проектных работ в области химии и технологии полимеров; с помощью данных отечественной и зарубежной научно-технической литературы</p> |

| | | | |
|--|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | | <p>выбирать направление поиска решения поставленной исследовательской задачи.</p> <p>Владеть:</p> <p>– методами математического анализа и моделирования, проведения стандартных испытаний по определению свойств исходных мономеров, олигомеров и определения основных свойств полимеров; навыками научно-исследовательской работы и аналитической обработки данных научно-технической литературы</p> |
|--|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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

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

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

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

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

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки:

Форма промежуточной аттестации дифференцированный зачет, экзамен

| Вид учебной работы | Всего часов | Семестр № 6 | Семестр № 7 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------|-------------|
| Общая трудоемкость дисциплины, час | 360 | 144 | 216 |
| Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.: | 166 | 85 | 81 |
| лекции | 70 | 34 | 36 |
| лабораторные | 70 | 34 | 36 |
| практические | 18 | | 18 |
| групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации | 8 | 3 | 5 |
| Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе: | 194 | 73 | 121 |
| Курсовой проект | | | |
| Курсовая работа | | | |
| Расчетно-графическое задание | | | |
| Индивидуальное домашнее задание | | | |
| Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия) | 150 | 73 | 77 |
| Форма промежуточной аттестации (зачет) | | диф.зачет (зачет с оценкой) | |
| Форма промежуточной аттестации Экзамен | 36 | | 36 |

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

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

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

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

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

Курс 4 Семестр 7

| № п/п | Наименование раздела (краткое содержание) | лекции | Виды учебной нагрузки и их трудоемкость час | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------------------------------------------|----------------------|------------------------|
| | | | Практические занятия | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1. Особенности молекулярной структуры полимеров, определяющие специфику их физических свойств | | | | | |
| | Особенности физических свойств полимеров, связанные с их большой молекулярной массой. Особенности физических свойств полимеров, связанные с гибкостью макромолекул (подвижностью их звеньев).. | 2 | | | 12 |
| 2 Агрегатные, фазовые и физические состояния полимеров | | | | | |
| | Особенности физических состояний полимеров. Краткая характеристика кристаллического, стеклообразного, высокоэластического и вязкотекучего состояния полимеров с молекулярно-кинетической точки зрения. | 2 | | 4 | 15 |
| 3. Надмолекулярные структуры полимеров | | | | | |
| 2 | Надмолекулярная структура аморфных полимеров. Ориентация полимеров. Жидкокристаллическое состояние полимеров. | 2 | | 6 | 12 |
| 4. Механические свойства полимеров | | | | | |
| 4 | Механические свойства полимеров в высокоэластическом, стеклообразном и кристаллическом состояниях. Механические (реологические) свойства полимеров в вязкотекучем состоянии. Специфический механизм течения полимеров. Аномалия вязкости расплавов и растворов полимеров. Взаимосвязь физических состояний полимеров с методами переработки и областями применения | 4 | | 8 | 12 |

| | | | | | |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|
| | полимерных материалов. | | | | |
| 5. Механизм разрушения, прочность и долговечность полимеров | | | | | |
| 6 | Особенности механизма разрушения полимеров. Анизотропия механической прочности полимеров. Зависимость прочности полимеров от времени действия силы. Влияние наполнителей на прочность. Долговечность полимеров. Термофлуктуационный характер механического разрушения полимеров. | 4 | | 10 | 12 |
| 6. Теплофизические свойства полимеров | | | | | |
| 7 | Краткая характеристика теплоемкости, теплопроводности и теплового расширения полимеров. Основные факторы, определяющие теплостойкость и термостойкость (термостабильность) полимеров. | 4 | | 6 | 14 |
| 7 Электрические свойства полимерных диэлектриков | | | | | |
| | Основные понятия электрических свойств конструкционных материалов. Диэлектрические свойства полимеров. Два вида диэлектрических потерь в полимерах. Применение полимерных диэлектриков в электро- и радиотехнике. Высокочастотный нагрев полимерных материалов. | 4 | | | |
| Адгезионные свойства полимеров | | | | | |
| | Влияние различных факторов на адгезионные свойства полимеров и на прочность клеевых соединений. Определение прочности клеевых соединений. Основные виды разрушений клеевых соединений. О классификации полимерных клеев и их практическом применении. | 2 | | | |
| | Итого | 36 | 18 | 36 | 77 |

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

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

4.3. Содержание лабораторных занятий

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Тема лабораторного занятия | К-во часов | К-во часов СРС |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| семестр № 6 | | | | |
| 1 | Поликонденсация – основной способ синтеза гетероцепных полимеров | Техника безопасности и правила работы в лаборатории. Синтезы полимеров методами, поликонденсации | 16 | 16 |
| 2 | Цепная радикальная полимеризация | Получение полиметилметакрилата радикальной полимеризацией. Определение молекулярной массы полимера вискозиметрическим методом. | 8 | 8 |
| 3 | 3.Цепная радикальная полимеризация | Катионная полимеризация полимеров. | 14 | 14 |
| Итого | | | 34 | 34 |
| Семестр 7 | | | | |
| 4 | Агрегатные, фазовые и физические состояния полимеров | Определение содержания свободной и связанной серы. Определение плотности вулканизационной сетки по данным равновесного набухания резин в м-ксилоле (толуоле) | 6 | 6 |
| | Особенности молекулярной структуры полимеров, определяющие специфику их физических свойств | Определение молекулярных масс и молекулярно-массового распределения полимеров | 6 | 6 |
| 5 | Агрегатные, фазовые и физические состояния полимеров | Стеклование. Упругость | 6 | 6 |
| 6 | Агрегатные, фазовые и физические состояния полимеров | Ползучесть полимеров | 10 | 8 |
| | Агрегатные, фазовые и физические состояния полимеров | Химические методы исследования свойств полимеров | 8 | 8 |
| ИТОГО: | | | 36 | 36 |

4.4. Содержание курсового проекта/работы

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

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Не предусмотрено учебным планом

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

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

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

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

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

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

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

5.2.1. Перечень контрольных вопросов для дифференцированного зачета

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

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.

Дифференцированный зачет **Теоретические вопросы**

1. Понятие о макромолекулах. Основные представители полимеров.
2. Архитектура макромолекул, линейные и разветвленные макромолекулы. 3. Молекулярная масса полимеров.
3. Конфигурация, уровни конфигурации, характеристика конфигурации. Какие изомерные формы характерны для конфигурации звена макромолекулы?
4. Получение полимеров методами цепной полимеризации. Исходные мономеры, условия, разновидности и закономерности цепной полимеризации.
5. Основные понятия и определения в химии и физике полимеров (ВМС, полимер (гомо-, сополимер), олигомер, составное звено, структурное звено (составное повторяющееся звено), степень полимеризации).
6. Поликонденсация (ПК), её виды и отличия от цепной полимеризации. Мономеры для ПК. Факторы, влияющие на молекулярную массу при поликонденсации.
7. Классификация полимеров по хим.природе, по отношению к нагреванию, по полярности, по жесткости, по происхождению.
8. Радикальная полимеризация (РП)–как вид цепной полимеризации. Мономеры, инициаторы для РП, условия, стадии процесса, достоинства РП. Влияние факторов на скорость и молекулярную массу при РП.
9. Аморфные полимеры. Физические состояния аморфных полимеров.
10. Агрегатные и фазовые состояния полимеров. Надмолекулярная структура аморфных и кристаллических полимеров.
11. Ионная (катионная и анионная) и ионно-координационная полимеризация (мономеры, катализаторы, условия, стадии, достоинства каждой из них).
12. Окислительная деструкция полимеров. Слабые связи в полимерах, механизм разрушения и способы защиты полимеров от окислительной деструкции.
13. Основные понятия и определения в химии и физике полимеров (мономер с примерами, мономерное звено, полимеризация, сополимеризация, поликонденсация, степень полимеризации, молекулярная масса, макромолекула, полимераналоги и др.).
14. Особенности молекулярной массы полимеров. Методы фракционирования и методы определения молекулярной массы полимеров. Оценка неоднородности полимеров по молекулярной массе.
15. Конформация звеньев, отрезков и целых цепей макромолекул.

- Термодинамическая и кинетическая гибкость, способы её оценки и факторы, влияющие на гибкость.
16. . Классификация полимеров по химической природе. Виды органических полимеров и влияние их структуры на эксплуатационные свойства.
 17. .Химические реакции полимеров. Термическая деструкция. Возможные продукты деструкции. Способы защиты от термолиза.
 18. Номенклатура полимеров. Различия между термопластами и реактопластами, пластиками и полимерными композиционными материалами. 39.Защита полимеров от разных видов деструкции. Стабилизаторы,
 19. антиоксиданты, «энергетические губки», УФ-абсорберы. Ингибиторы. Примеры и механизм их действия.
 20. Конфигурация полимеров на уровне звеньев,отрезков макромолекул и целых цепей макромолекул. Количественная оценка конфигурации линейных, разветвленных и сетчатых полимеров.
 21. .Химические реакции полимеров. Фотолиз, радиолиз и механодеструкция. Возможные продукты деструкции. Способы защиты.
 22. .Отличительные особенности полимеров. Природные и искусственные полимеры. Способ получения искусственных полимеров, в том числе на основе целлюлозы.
 23. .Закономерности цепной полимеризации (термодинамические и кинетические условия, мономеры, механизм, стадии.)
 24. .Агрегатные и фазовые состояния низкомолекулярных соединений и полимеров.
 25. .Классификация полимеров по отношению к нагреванию, по химической природе, по способу получения.
 26. .Наиболее распространенные виды кристаллических структур. Фибриллы.

Пример практического вопроса

Определите молярную массу поливинил ацетата 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

Типовой вариант зачетного билета в 6-ом семестре

БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. Шухова
Кафедра теоретической и прикладной химии

Дисциплина: Физическая химия

Направление: 18.03.01 – Химическая технология

Профиль: 18.03.01-03

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № _____

1. Конформация звеньев, отрезков и целых цепей макромолекул. Термодинамическая и кинетическая гибкость, способы её оценки и факторы, влияющие на гибкость.
2. Что такое деструкция полимеров?
3. Какие различия между деструкцией и деполимеризацией?
4. Как протекает процесс термоокислительной деструкции? Какие соединения при этом образуются?

Одобрено на заседании кафедры « _____ » _____ 20__ г. Протокол № _____

Зав. кафедрой _____ В.И. Павленко

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

1. Архитектура макромолекул, линейные и разветвленные макромолекулы.
2. Молекулярная масса полимеров.
3. Основные принципы, определяющие физические свойства макромолекул.
4. Термодинамика идеальной цепи.
5. Конфигурация, уровни конфигурации, характеристика конфигурации. Какие изомерные формы характерны для конфигурации звена макромолекулы?
6. Явление высокоэластичности. Сущность высокоэластичности с позиций статистических теорий
7. Релаксационные состояния полимеров: стекла, эластомеры, полимерные
8. жидкости
9. Молекулярные причины высокой вязкости полимерной цепи.
10. Вязкость разбавленных растворов полимеров. Характеристическая вязкость.
11. Анализ молекулярных характеристик полимеров с помощью характеристической вязкости.
12. Техника измерения вязкости и мутности растворов полимеров.
13. Полимерные сетки игели.
14. Конфигурации изотактическая и синдиотактическая. Мера стереорегулярности полимера. Чем определяется конфигурация цепи?
15. Практическое применение растворов полимеров- технический аспект.
16. Практическое применение растворов полимеров - биомедицинский аспект.
17. Образовательные и профессиональные траектории, связанные с полимерами.
18. Получение полимеров методами цепной полимеризации. Исходные мономеры, условия, разновидности и закономерности цепной полимеризации.
19. Сущность термодинамической и кинетической гибкости цепи полимера.
20. Растворы полимеров. Механизм растворения, виды набухания, особенности и применение разбавленных растворов полимеров. Пластификация полимеров.
21. Аморфные полимеры. Физические состояния аморфных полимеров.

22. Агрегатные и фазовые состояния полимеров. Надмолекулярная структура аморфных и кристаллических полимеров.
23. Особенности молекулярной массы полимеров. Методы фракционирования и методы определения молекулярной массы полимеров. Оценка неоднородности полимеров по молекулярной массе.
24. Конформация звеньев, отрезков и целых цепей макромолекул. Термодинамическая и кинетическая гибкость, способы её оценки и факторы, влияющие на гибкость.
25. Межмолекулярное взаимодействие (ММВз) в полимерах, его виды, интенсивность и факторы, влияющие на ММВз. Когезия и адгезия.
26. Конфигурация полимеров на уровне звеньев, отрезков макромолекул и целых цепей макромолекул. Количественная оценка конфигурации линейных, разветвленных и сетчатых полимеров.
27. Различия надмолекулярной структуры аморфных и кристаллических полимеров. Влияние её на свойства полимеров.
28. Агрегатные и фазовые состояния низкомолекулярных соединений и полимеров.
29. Классификация полимеров по отношению к нагреванию, по химической природе, по способу получения.
30. Связь между равновесной упругой силой и удлинением.
31. Релаксационные явления в полимерах.
32. Вынужденная эластичность и изотермы растяжения.
33. Пластификация полимеров. Правила объемных и молярных долей. Механические модели аморфных полимеров.

Промежуточная аттестация в конце 7-го семестра осуществляется в форме экзамена после изучения разделов дисциплины «Химия и физика полимеров», охватывающих вторую часть – физика полимеров.

При проведении экзамена экзаменационный билет, содержащий три 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.

Типовой экзаменационный билет

Экзаменационный билет содержит три теоретических вопроса и один практический.

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

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № ____

1. Классификация полимеров по хим. природе, по отношению к нагреванию, по полярности, по жесткости, по происхождению.
2. Методы фракционирования и методы определения молекулярной массы полимеров. Оценка неоднородности полимеров по молекулярной массе.
3. Различия надмолекулярной структуры аморфных и кристаллических

полимеров. Влияние её на свойства полимеров.

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

Зав. кафедрой _____

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

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

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

Текущий контроль осуществляется в течение семестров в форме защиты лабораторных работ, Текущий контроль изучения теоретического материала возможен с использованием тестирования. Выполнение контрольных работ по дисциплине «Химия и физика полимеров» не предусмотрено учебным планом.

Для защиты лабораторных работ необходимо:

1. Отчет лабораторной работы включает представление оформленного протокола лабораторной работы и устный ответ по контрольным вопросам методических указаний к выполнению соответствующей лабораторной работы.
2. При проведении лабораторной работы в протоколе отражаются экспериментальные результаты.
3. Неудачно проведенная работа включается в отчет с указанием вероятной причины неудачи.
4. Устный опрос по изучаемой теме.

Вопросы для защиты лабораторных работ (пример 1)

4. Чем похожи и чем различаются реакции полимеризации, протекающие по анионному, катионному и ионно-координационному механизмам? Назовите типичные иницирующие системы для каждой из этих реакций.

5. Приведите схему реакции образования стереорегулярных полимеров в процессе ионно-координационной полимеризации.

3. Напишите структурные формулы атактического, синдио- и изотактического полипропилена. Объясните, как влияет стереорегулярность структур на химические и физико-механические свойства полимера.

4. Охарактеризуйте элементарные стадии ионной полимеризации.

5. Расскажите об образовании "живых" полимерных цепей. Приведите примеры использования эффекта "живых" цепей в полимераналогичных превращениях.

6. Влияние реакционной среды на катионную и анионную полимеризацию.

Вопросы для защиты лабораторных работ (пример 1)

1. Чем отличается реакция поликонденсации от реакции полимеризации?
2. Как зависит структура образующихся продуктов от природы исходных мономеров?
3. Охарактеризуйте равновесную и неравновесную поликонденсацию.
4. Как влияют концентрация мономера и температура на процесс поликонденсации?
5. Какие факторы влияют на молекулярную массу поликонденсационных полимеров?

Вопросы для защиты лабораторных работ (пример 2)

1. Почему молекулярная масса поликонденсационных полимеров значительно меньше, чем полимеризационных?
2. Какие побочные реакции протекают в процессе поликонденсации?
3. Охарактеризуйте основные способы проведения поликонденсации.
4. Сырье для получения полиарилатов.
5. Приведите схемы реакций получения полиарилатов на основе диана, фенолфталеина и других бисфенолов.
6. Сравните свойства полиарилатов, полученных разными способами поликонденсации.

Вопросы для защиты лабораторных работ (пример 3)

1. Расскажите об основных типах реакций химических превращений полимеров.
2. Чем обусловлено различие в реакционной способности функциональных групп полимера и его низкомолекулярного аналога?
3. Как влияют на химические превращения макромолекул электростатический, конфигурационный, конформационный и надмолекулярный эффекты?
4. Приведите примеры реакций полимераналогичных и внутримолекулярных превращений полимеров. Охарактеризуйте основные способы получения блок-сополимеров.
5. Какие реакции могут приводить к сшиванию макромолекул?
6. В чем заключаются реакции деструкции полимеров?
7. Охарактеризуйте реакции химической и физической деструкции полимеров.

Вопросы для защиты лабораторных работ (пример 4)

1. Сырье для производства новолачных и резольных смол.
2. Закономерности поликонденсации фенолов с альдегидами.
3. Производство новолачных смол.
4. Свойства новолачных смол.
5. Производство резольных смол.
6. Свойства резольных смол.
7. Отвержение новолачных и резольных смол.
8. Типы прессматериалов на основе фенолоальдегидных смол.
9. Другие материалы на основе фенолоформальдегидных смол.

Вопросы для защиты лабораторных работ (пример 5)

1. Дайте определения: молекулярная масса, молекулярно-массовое распределение, степень полимеризации.
2. Уравнение Марка-Хаувинка-Куна.
 3. Методы определения молекулярной массы полимера.
 4. Особенности молекулярной массы полимеров. Методы фракционирования и методы определения молекулярной массы полимеров.
 5. Оценка неоднородности полимеров по молекулярной массе.

Вопросы для защиты лабораторных работ (пример 6)

1. Конформация звеньев, отрезков и целых цепей макромолекул. Термодинамическая и кинетическая гибкость, способы её оценки и факторы, влияющие на гибкость.
2. Что такое деструкция полимеров?
3. Какие различия между деструкцией и деполимеризацией?
4. Как протекает процесс термоокислительной деструкции? Какие соединения при этом образуются?

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена, дифференцированного зачета, 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 | Знание терминов, определений, понятий |
| | Знание основных законов физической химии |
| | Объем освоенного материала |
| | Полнота ответов на вопросы |
| | Четкость изложения и интерпретации знаний |
| Умения | Умение определять кинетические характеристики образования полимеров; молекулярную массу и молекулярно-массовое распределение |
| | Умение проводить эксперименты по заданным методикам, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, |
| | Умение составлять описание проводимых работ и осуществлять анализ результатов с применением методом математического моделирования |
| Навыки | Навыки планирования и проведения физических и химических экспериментов по определению свойств исходных мономеров, олигомеров и определения основных свойств полимеров |
| | Навыки выбора необходимых методов исследований, модифицировать существующие |
| | 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.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

| Критерий | Уровень освоения и оценка | | | |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Знание терминов, определений, понятий | Не знает терминов и определений | Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок | Знает термины и определения | Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно |
| Знание основных методов синтеза полимеров | Не знает основные методы синтеза полимеров | знает основные методы синтеза полимеров но допускает неточности в формулировках и объяснении | знает основные методы синтеза полимеров , умеет применять в решении практических задач, допуская некоторые неточности | Твердо знает основные методы синтеза полимеров умеет применять в решении практических задач |
| 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 определять кинетические характеристики образования полимеров; молекулярную массу и молекулярно-массовое распределение; | Не умеет определять химические и физические свойства полимеров | Умеет частично определять химические и физические свойства полимеров | Умеет определять химические и физические свойства полимеров, но допускает неточности | Умеет определять химические и физические свойства полимеров для решения теоретических и прикладных задач |
| Умение проводить эксперименты по заданным методикам, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, | Не умеет проводить эксперименты по заданным методикам, не умеет проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, | Умеет проводить эксперименты по заданным методикам, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, но допускает значительные неточности | Умеет проводить эксперименты по заданным методикам, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, но допускает незначительные неточности | Умеет самостоятельно проводить эксперименты по заданным методикам, не умеет проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, |
| Умение составлять описание проводимых работ и осуществлять анализ результатов с применением метода математического моделирования | Не умеет составлять описание проводимых работ и осуществлять анализ результатов с применением метода математического моделирования | Умеет составлять описание проводимых работ и осуществлять анализ результатов с применением метода математического моделирования, но допускает значительные ошибки в расчетах | Умеет составлять описание проводимых работ и осуществлять анализ результатов с применением метода математического моделирования, но допускает незначительные ошибки в расчетах | Умеет составлять описание проводимых работ и осуществлять анализ результатов с применением метода математического моделирования |

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

| Критерий | Уровень освоения и оценка | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Владеть навыками планирования и проведения физических и химических экспериментов по определению | Не владеет навыками планирования и проведения физических и химических экспериментов по определению | Владеет навыками планирования и проведения физических и химических экспериментов по определению | Владеет навыками планирования и проведения физических и химических экспериментов по определению | Владеет навыками планирования и проведения физических и химических экспериментов по определению |

| | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| свойств исходных мономеров, олигомеров и определения основных свойств полимеров | свойств исходных мономеров, олигомеров и определения основных свойств полимеров | свойств исходных мономеров, олигомеров и определения основных свойств полимеров, но допускает значительные ошибки | свойств исходных мономеров, олигомеров и определения основных свойств полимеров, но допускает неточности При планировании экспериментов | свойств исходных мономеров, олигомеров и определения основных свойств полимеров |
| Владеть методами обработки результатов, приемами поиска необходимых данных с использованием библиотечных и Интернет-ресурсов | Не владеет методами обработки результатов, приемами поиска необходимых данных с использованием библиотечных и Интернет-ресурсов | Владеет методами обработки результатов, приемами поиска необходимых данных с использованием библиотечных и Интернет-ресурсов не в полном объеме | Владеет методами обработки результатов, приемами поиска необходимых данных с использованием библиотечных и Интернет-ресурсов, но допускает неточности | Владеет методами обработки результатов, приемами поиска необходимых данных с использованием библиотечных и Интернет-ресурсов в полном объеме |

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

| № | Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | 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) KasperskyEndpointSecurity от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г. |
| | GoogleChrome | Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения |
| | MozillaFirefox | Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения |

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

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

2. Синтез высокомолекулярных соединений и органических красителей [Электронный ресурс] : учеб.-практ. пособие по УНИРС направление подгот. 18.03.01 - 02 "Хим. технология" профиль подгот. "Технология и переработка полимеров" / Н. В. Дробницкая, Н. В. Ключникова. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2016. – 52 с. Режим доступа:

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

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