

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Утверждено:  
на заседании кафедры ВМС и ОХТ  
протокол от «27» января 2021 г. № 7

Согласовано:  
Председатель УМК факультета /института

Зав. кафедрой



Кулиш Е.И.



Гарифуллина Г.Г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

дисциплина **Деструкция и стабилизация полимеров**


Вариативная часть

**программа специалитета**

Направление подготовки (специальность)  
04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия»

Направленность (профиль) подготовки  
Высокомолекулярные соединения

Квалификация  
Химик, преподаватель химии

Разработчик (составитель) <u>Доцент, к.х.н., доцент</u>	 <u>Чернова В.В.</u>
--	---

Для приема: 2021 г.

Уфа 2021 г.

Составитель / составители: Чернова В.В.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры ВМС и ОХТ протокол от «27» января 2021 г. № 7

## Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы 4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы 6
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся) 7
4. Фонд оценочных средств по дисциплине 7
  - 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания 7
  - 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций 13
  - 4.3. *Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)* 16
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины 31
  - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины 31
  - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины 32
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине 33

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Категория (группа) компетенций <sup>1</sup> (при наличии ОПК)	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
	ПК-2. Владением навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	ПК-2.1. Знать оборудование и программы предназначенные для проведения синтеза и исследование различных физико-химических свойств веществ.	Знать: оборудование и программы предназначенные для проведения синтеза и исследование различных физико-химических свойств веществ.
		ПК-2.2. Уметь проводить эксперимент на научном оборудовании, проводить обработку результатов и измерений с использованием специализированных компьютерных программ.	Уметь: проводить эксперимент на научном оборудовании, проводить обработку результатов и измерений с использованием специализированных компьютерных программ.
		ПК-2.3. Владеть основами пробоподготовки для проведения различных физико-химических анализов	Владеть: основами пробоподготовки для проведения различных физико-химических анализов
		ПК-2.4 Владеть начальными навыками работы со специализированным научным оборудованием	Владеть: начальными навыками работы со специализированным научным оборудованием
	ПК-3. Владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания	ПК-3.1. Знать основные понятия и законы химии	Знать: Основные понятия и законы химии
		ПК-3.2. Уметь применять основные законы химии	Уметь: Применять основные законы химии

<sup>1</sup> Указывается только для УК и ОПК (при наличии).

		ПК-3.3. Владеть системой фундаментальных понятий химии.	Владеть: Системой фундаментальных понятий химии.
	ПК-4. способностью применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов	ПК-4.1. Знать основные законы химии и смежных наук	Знать: основные законы химии и смежных наук
		ПК-4.2 Уметь применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов	Уметь: применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов
		ПК-4.3. Владеть основными методами анализа и обработки полученных результатов	Владеть: основными методами анализа и обработки полученных результатов

## 2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Деструкция и стабилизация полимеров» относится к *вариативной* части.

Дисциплина изучается на *5 курсе* в *9 семестре*.

Цель курса: ознакомление студентов с областями применения галоидсодержащих полимеров, особенно поливинилхлорида, хлорированных каучуков и фторсодержащих олефинов. Выяснение причин их низкой стабильности. Рассмотрение различных механизмов, связанных с потерей стабильности, что предопределяет изучение активных центров и дефектных структур в полимере, определяющих реакционную способность полимеров в процессах дегалогенирования или деструкции. Важным является рассмотрение научных основ подбора стабилизаторов в создании полимерных композиций различного назначения.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин:

Б.1.О.15 Высокомолекулярные соединения

Б.1.В. 03 Физико-химия полимеров

Б.1.В. 09 Главы химии полимеров

## 3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

## 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

**4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**  
Код и формулировка компетенции

Код и формулировка компетенции **ПК-2**. Владением навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Незачтено»	«Зачтено»
ПК-2.1. Знать оборудование и программы предназначенные для проведения синтеза и исследование различных физико-химических свойств веществ.	Знать: оборудование и программы предназначенные для проведения синтеза и исследование различных физико-химических свойств веществ.	Затрудняется в определении и назначении компонентов прибора и программ.	Самостоятельно подключает компоненты приборов. Имеет представления о нормальном и критическом режимах их функционирования. Способен диагностировать простые ошибки приборов и программ управления
ПК-2.2. Уметь проводить эксперимент на научном оборудовании, проводить обработку результатов и измерений с использованием специализированных компьютерных программ.	Уметь: проводить эксперимент на научном оборудовании, проводить обработку результатов и измерений с использованием специализированных компьютерных программ.	Затрудняется в проведении эксперимента на научном оборудовании использовании специализированных программ	Самостоятельно осуществляет все этапы эксперимент на научном оборудовании, проводит обработку результатов и измерений с использованием специализированных компьютерных программ.
ПК-2.3. Владеть основами пробоподготовки для проведения различных физико-химических анализов	Владеть: основами пробоподготовки для проведения различных физико-химических анализов	Затрудняется в подготовке проб и объектов для последующего исследования. Затрудняется в порядке включения и выключения прибора, снятия показаний измерений	Самостоятельно способен осуществить полный цикл пробоподготовки. Способен к проведению полного цикла работ на специализированном научном оборудовании при проведении экспериментов невысокой сложности
ПК-2.4 Владеть начальными навыками работы со специализированным научным оборудованием	Владеть: начальными навыками работы со специализированным научным оборудованием	Затрудняется в подготовке проб и объектов для последующего исследования. Затрудняется в порядке включения и выключения прибора, снятия показаний измерений	Самостоятельно способен осуществить полный цикл пробоподготовки. Способен к проведению полного цикла работ на специализированном научном оборудовании при проведении экспериментов невысокой сложности

Код и формулировка компетенции **ПК-3**. Владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Незачтено»	«Зачтено»

ПК-3.1. Знать основные понятия и законы химии	Знать: Основные понятия и законы химии	Знания носят фрагментарный характер	Сформированное и систематизированное представление о химической науке
ПК-3.2. Уметь применять основные законы химии	Уметь: Применять основные законы химии	Частично освоенное умение решать стандартные задачи на применение фундаментальных химических понятий и законов	Сформированное умение решать стандартные задачи на применение фундаментальных химических понятий и законов
ПК-3.3. Владеть системой фундаментальных понятий химии.	Владеть: Системой фундаментальных понятий химии.	Фрагментарное владение системой фундаментальных химических понятий	Успешное и <b>системное</b> владение системой фундаментальных химических понятий

Код и формулировка компетенции **ПК-4.** Способностью применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Незачтено»	«Зачтено»
ПК-4.1. Знать основные законы химии и смежных наук	Знать: основные законы химии и смежных наук	Имеет представление об основных химических законах	Полные и системные знания о естественнонаучных законах и закономерностях развития химической науки
ПК-4.2 Уметь применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов	Уметь: применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов	Частично освоенное умение применять естественнонаучные законы	Сформированное умение решать типичные задачи, связанные с применением естественнонаучных законов и закономерностей развития химической науки при анализе полученных результатов
ПК-4.3. Владеть основными методами анализа и обработки полученных результатов	Владеть: основными методами анализа и обработки полученных результатов	Фрагментарное владение навыками анализа и обработки результатов	Успешное и <b>системное</b> владение навыками применения основных естественнонаучных законов и закономерностей развития химической науки при анализе полученных результатов

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (для зачета: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 25 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

от 0 до 59 баллов – «не зачтено»;

от 60 до 110 баллов – «зачтено».



**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>	<b>Результаты обучения по дисциплине</b>	<b>Оценочные средства</b>
ПК-2.1. Знать оборудование и программы предназначенные для проведения синтеза и исследование различных физико-химических свойств веществ.	Знать: оборудование и программы предназначенные для проведения синтеза и исследование различных физико-химических свойств веществ.	<i>Индивидуальный, групповой опрос, отчет по ЛР, тест, письменная работа</i>
ПК-2.2. Уметь проводить эксперимент на научном оборудовании, проводить обработку результатов и измерений с использованием специализированных компьютерных программ.	Уметь: проводить эксперимент на научном оборудовании, проводить обработку результатов и измерений с использованием специализированных компьютерных программ.	<i>Индивидуальный, групповой опрос, отчет по ЛР, тест, письменная работа</i>
ПК-2.3. Владеть основами пробоподготовки для проведения различных физико-химических анализов	Владеть: основами пробоподготовки для проведения различных физико-химических анализов	<i>Индивидуальный, групповой опрос, отчет по ЛР, тест, письменная работа</i>
ПК-2.4 Владеть начальными навыками работы со специализированным научным оборудованием	Владеть: начальными навыками работы со специализированным научным оборудованием	<i>Индивидуальный, групповой опрос, отчет по ЛР, тест, письменная работа</i>
ПК-3.1. Знать основные понятия и законы химии	Знать: Основные понятия и законы химии	<i>Индивидуальный, групповой опрос, отчет по ЛР, тест, письменная работа</i>
ПК-3.2. Уметь применять основные законы химии	Уметь: Применять основные законы химии	<i>Индивидуальный, групповой опрос, отчет по ЛР, тест, письменная работа</i>
ПК-3.3. Владеть системой фундаментальных понятий химии.	Владеть: Системой фундаментальных понятий химии.	<i>Индивидуальный, групповой опрос, отчет по ЛР, тест, письменная работа</i>

ПК-4.1. Знать основные законы химии и смежных наук	Знать: основные законы химии и смежных наук	<i>Индивидуальный, групповой опрос, отчет по ЛР, тест, письменная работа</i>
ПК-4.2 Уметь применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов	Уметь: применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов	<i>Индивидуальный, групповой опрос, отчет по ЛР, тест, письменная работа</i>
ПК-4.3. Владеть основными методами анализа и обработки полученных результатов	Владеть: основными методами анализа и обработки полученных результатов	<i>Индивидуальный, групповой опрос, отчет по ЛР, тест, письменная работа</i>

#### **4.3. Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)**

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 2.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И ОБЩЕЙ ХИМИЧЕСКОЙ  
ТЕХНОЛОГИИ

#### **Комплект тестов (тестовых заданий) по дисциплине Деструкция и стабилизация полимеров**

##### **Вариант 1.**

1. В чем заключается принцип Флори:

- а) Реакционная способность функциональной группы в составе макромолекулы зависит от длины полимерной цепи
- б) Реакционная способность функциональной группы в составе макромолекулы не зависит от длины полимерной цепи
- в) Реакционная способность функциональной группы определяется гибкостью полимерной цепи
- г) Принцип Флори не связан с химическими превращениями в цепях полимера.

2. Основные отличия в химическом поведении макромолекул по сравнению с низкомолекулярными аналогами:

- а) реакции у низкомолекулярных аналогов не сопровождаются конфигурационными эффектами;
- б) у низкомолекулярных аналогов отсутствуют конформационные эффекты.
- в) у низкомолекулярных аналогов отсутствуют надмолекулярные эффекты.
- г) верно все выше перечисленное

3. Превращения полимеров называются полимераналогичными, если;

- а) происходит только изменение химического состава и природы функциональных групп в полимере без изменения исходной длины макромолекулы;
- б) изменяется длина исходной макромолекулы (как правило, в сторону уменьшения) или в цепи появляются циклические структуры, но сами макромолекулы остаются химически несвязанными друг с другом;
- в) исходные макромолекулы соединяются друг с другом химическими связями в результате реакции функциональных групп макромолекул или взаимодействия полифункциональных низкомолекулярных реагентов;
- г) все варианты неверны.

4. Старение полимеров – это:

а. Процесс, связанный соединением отдельных полимерных цепей в более крупные, в большинстве случаев разветвленные макромолекулы

б. Совокупность обратимых изменений, происходящих в макромолекулах под воздействием различных агентов, приводящих к сохранению основных свойств полимерных материалов, определяющих их применение.

в. Процесс, протекающий с разрывом химических связей в макромолекулах и приводящих к уменьшению молекулярной массы полимера.

г. Совокупность необратимых изменений, происходящих в макромолекулах под воздействием различных агентов, приводящих к частичной или полной потере основных свойств полимерных материалов, определяющих их применение.

5. Наиболее активное воздействие на полимеры оказывают:

- а) ИФ- и УФ-лучи;
- б) Коротковолновая часть видимого спектра и ИФ-лучи;
- в) ИФ-лучи;
- г) УФ-лучи и коротковолновая часть видимого спектра (400-700 нм).

6. Выберите неправильное утверждение:

биоразлагаемые полимеры должны

- а) иметь химические связи в цепи, аналогичные связям в природных полимерах
- б) соотношение атомов С:О и С:N в цепи должно соответствовать значению 10:1
- в) полимер должен быть гидрофобным
- г) продукты разложения полимера не должны быть токсичными

7. Биоразложение пленок зависит от:

- а) совместимости компонентов
- б) плотности упаковки
- в) температуры
- г) верно все вышеперечисленное

8. Состав и строение продуктов окисления зависят от:

- а) природы полимера;
- б) условий проведения реакции;
- в) природы полимера и условий проведения реакции;
- г) не зависит ни от природы, ни от условий проведения реакции.

9. Наличие в основной цепи полимера гетероатомов (-N=, -O-, Si-):

- а) повышает химическую стойкость полимеров.
- б) понижает химическую стойкость полимеров

- в) не влияет на химическую стойкость полимеров
- г) верного ответа нет

10. деструкция полиамидов, протекающая, в частности, при нагревании с гексаметилендиамином-это:

- а) алкоголиз
- б) гидролиз
- в) ацидолиз
- г) аминолиз

11. Кто разделил полимеры на две большие подгруппы по их отношению к действию излучения:

- а) Хаггинс
- б) Флори
- в) Чарльсби
- г) Каргин

12. Разрыв линейных макромолекул со снижением молекулярной массы и одновременным повышением разветвленности происходит при:

- а) механодеструкции
- б) механосинтезе
- в) механосшивании
- г) нет правильного ответа

13. Какие характерные особенности имеют полимеры как сорбенты?

- 1) очень большой объем пор
- 2) относительно малая пористость полимерных материалов (суммарный объем микропор не превышает 0,1 см<sup>3</sup>/г);
- 3) величина сорбции агрессивных сред полимерами не зависит от их природы
- 4) величина сорбции агрессивных сред полимерами не зависит от их кристалличности.

14. Какими свойствами полимеров определяется способность полимеров поглощать физически агрессивные среды?

- а) конформационными свойствами;
- б) термодинамической гибкостью ;
- в) сорбционно-диффузионными свойствами;
- г) способностью к кристаллизации.

15. В каком ряду возрастает энергия диссоциации химических связей?

- а) Н-Н , Н-С , Н-О , Н-F
- б) Н-С , Н-О , Н-Н , Н-F
- в) Н-С , Н-О , Н-F , Н-Н
- г) Н-О , Н-F , Н-Н , Н-С

16. В чем проявляются необратимые химические изменения, связанные с деструкцией основных цепей?

- а) в увеличении прочности и уменьшении эластичности полимеров
- б) в снижении прочности и эластичности полимеров
- в) в увеличении эластичности и прочности полимеров
- г) в снижении прочности и увеличении эластичности полимеров

17. Чем определяется тип химических реакций при тепловом воздействии на полимер?

- а) наличием границы раздела фаз;
- б) природой и тепловым эффектом
- в) прочностью связей
- г) верного ответа нет

18. Ненасыщенные каучуки вулканизуют с помощью соединений, содержащих

- а) сульфогидридную группу
- б) карбоксильную группу
- в) амино-группу
- г) гидроксильную группу

19. Найдите лишнее: чаще всего микробиологические повреждения полимерных материалов возникают под воздействием микроскопических грибов, изменяющих ...

- а) физические свойства
- б) структуру полимера
- в) функциональные характеристики
- г) запах

20. Какие полимеры легче всех из перечисленных подвергаются биоразложению:

- а) пенопласты
- б) полиамиды
- в) фторопласты
- г) полисахариды

21. Как влияет на биоразложение молекулярная масса полимера:

- а) чем она выше, тем дольше идет разложение полимера.
- б) чем она ниже, тем больше плотность упаковки и дольше идет разложение полимера.
- в) чем она больше тем меньше степень кристалличности и быстрее идет процесс биоразложения
- г) молекулярная масса не влияет на процесс биоразложения

22. Основными разновидностями химических превращений полимеров являются:

- а) внутримолекулярные и полимераналогичные превращения ;
- б) сшивание и отверждение полимеров
- в) реакции деструкция полимеров
- г) верно все вышеперечисленное

23. Изменение реакционной способности функциональной группы или звена под влиянием уже прореагировавшей группы, расположенной по соседству с данной называется

- а) полимераналогичным превращением
- б) эффектом соседа
- в) надмолекулярным эффектом
- г) конформационным эффектом

24. Известно, что скорость реакции возрастает при взаимодействии разноименно заряженных реагентов и уменьшается для одноименно заряженных реагентов. Это есть проявление

- а) полимераналогичных превращений
- б) эффекта соседа
- в) конфигурационного эффекта
- г) электростатического эффекта

25. Водородные связи по прочности могут быть расположены в следующий ряд: а)  $O \leftarrow H >$

- S←H > N←H > F←H  
б) O←H = S←H = N←H = F←H  
в) O←H < S←H < N←H < F←H  
г) верного ответа нет

## Вариант 2

1. Одним из условий, при которых можно ожидать равную реакционную способность функциональных групп, как в полимере, так и в его низкомолекулярном аналоге в реакции с низкомолекулярным веществом, является:

- а) реакция должна протекать в гетерогенной среде;
- б) реакция должна протекать в гомогенной жидкой среде, и все исходные, промежуточные и конечные продукты должны быть растворимы в этой среде;
- в) реакция должна протекать в гомогенной среде и исходные продукты растворимы в этой среде;
- г) реакция должна протекать в гомогенной жидкой среде и все конечные вещества должны быть нерастворимы в этой среде.

2. В полимерах в результате межмолекулярных взаимодействий макромолекулы:

- а) вступают во взаимодействие друг с другом, но не образуют агрегаты;
- б) вступают во взаимодействие друг с другом и образуют агрегаты одинаковой степени сложности и с одинаковым временем жизни;
- в) вступают во взаимодействие друг с другом и образуют агрегаты разной степени сложности и с различным временем жизни;
- г) не вступают во взаимодействие друг с другом.

3. Как называется характеристика полимера, в котором присутствуют измененные и неизменные звенья, вследствие неоднозначности протекания химических превращений?

- а.) надмолекулярный эффект
- б.) конформационный эффект
- в.) композиционная неоднородность
- г.) химическая нестабильность

4. Назовите фамилию ученого, который подразделил процессы деградации полимеров на две группы: воздействующими индуцированными физическими агентами и индуцированными химическими агентами?

- а. Флори
- б. Грасси
- в. Гиббс
- г. Штаудингер

5. Под фотодеструкцией полимеров понимают разрушение макромолекул при:

- а) механическом воздействии;
  - б) излучении высокой энергии;
  - в) воздействии света;
  - г) воздействии теплоты.
6. Стереорегулярные полиэфиры
- а) являются кристаллическими
  - б) являются аморфными
  - в) не способны к кристаллизации
  - г) нет верного ответа

7. Полиалканаты применяются, как упаковки

- а) медицинских товаров
- б) косметических товаров
- в) пищевых товаров
- г) все ответы верны

8. В твердом полимере цепь окислительных превращений от возникновения активного центра до обрыва цепи развивается в небольшом микрообъеме. Это связано с тем, что:

- а) кислород диффундирует в твердом полимере гораздо быстрее, чем в жидком углеводороде и, кроме того, растворимость кислорода в полимере значительно меньше, чем в углеводородах.
- б) кислород диффундирует в твердом полимере гораздо медленнее, чем в жидком углеводороде и, кроме того, растворимость кислорода в полимере значительно меньше, чем в углеводородах.
- в) кислород диффундирует в твердом полимере гораздо медленнее, чем в жидком углеводороде и, кроме того, растворимость кислорода в полимере значительно больше, чем в углеводородах
- г) кислород диффундирует в твердом полимере гораздо быстрее, чем в жидком углеводороде и, кроме того, растворимость кислорода в полимере значительно больше, чем в углеводородах.

9. деструкция, протекающая под действием воды и водных растворов кислот и солей и сопровождающаяся присоединением молекулы воды по месту разрыва связей- это:

- а) ацидолиз
- б) аминолиз
- в) гидролиз
- г) алкоголиз

10. Стойкость полимера к действию окислителей зависит от его строения и, прежде всего, от :

- а) наличия легко окисляющихся групп и связей в макромолекуле
- б) межмолекулярного взаимодействия
- в) стойкость полимера определяется его гибкостью
- г) стойкость полимера определяется его молекулярной массой

11. Возбужденные молекулы во вторичных актах распадаются с образованием:

- а) свободных радикалов и ион-радикалов
- б) только ионов
- в) нейтральных частиц
- г) не распадаются

12. Полимеры, не имеющие четвертичных атомов углерода в цепи с высокой температурой полимеризации, при действии излучения:

- а) способны к сшиванию
- б) способны к разрыву
- в) химически инертны
- г) нет верного ответа

13. Что приводит к изменению значения поверхностной энергии на границе полимер-среда, уменьшение которой облегчает процесс зарождения и развития трещин разрушения в

полимерах?

- а) адсорбция;
- б) когезия;
- в) адгезия;
- г) сублимация.

14. Выберите верный ответ

- а) существуют полимеры растворяющие воду в количестве более 50 %мас.);
- б) существуют полимеры растворяющие воду в количестве менее 1 %мас. .
- в) растворимость полимеров зависит от степени кристалличности
- г) все ответы верны

15. Расположите полимеры винилового ряда по легкости протекания процесса деструкции?

- а) полиэтилен>полипропилен>полистирол
- б) полипропилен>полистирол> полиэтилен
- в) полистирол> полиэтилен>полипропилен
- г) полистирол= полиэтилен=полипропилен

16. Где идет отрыв мономерного звена в случае реализации механизма деполимеризации?

- а) только с конца макромолекулы
- б) с начала и с конца макромолекулы
- в) с середины цепи
- г) верного ответа нет

17. Что такое кислородный индекс?

- а) максимальное содержание кислорода в кислородно-азотной смеси;
- б) содержание кислорода в кислородно-углеродной смеси;
- в) минимальное содержание кислорода в кислородно-азотной смеси;
- г) содержание кислорода в полимере;

18. В целом, в результате химической деструкции макромолекулы подвергаются

- а) уменьшению степени полимеризации в результате распада основной цепи макромолекул в полимерах
- б) отщеплению молекулы мономера от конца цепи макромолекул (деполимеризация)
- в) превращению группы атомов в составе макромолекулы при сохранении исходной степени полимеризации (изомеризация)
- г) верны все варианты

19. Определение биодegradации полимеров в различных стандартах сводится к анализу двух главных газообразных продуктов разложения , а именно: углекислого газа и ...

- а) метана
- б) метанола
- в) метаноля
- г) этена

20. Что влияет на биодegradацию полимера:

- а) подвижность цепи
- б) фазовое состояние
- в) площадь поверхности
- г) все варианты верны

21. Какие факторы способствуют росту микроорганизмов на резино-технических изделиях



- а) свет и температура
- б) озон и влага
- в) оба варианты верны
- г) ни один не верен

22. Конфигурационный эффект, связанный с различием в окружении функциональных групп полимера в начале и в конце реакции

- а) отражается на направлении и завершенности реакции
- б) отражается на кинетике и механизме реакции
- в) оба ответа верны
- г) ни один ответ не верен

23. Известно, что макромолекулы поливинилового спирта "нормального" строения не подвергаются деструкции под действием кислорода и йодной кислоты (HIО4), а макромолекулы ПВС аномального строения легко деструктируются. Это есть следствие проявления

- а) конформационного эффект
- б) надмолекулярного эффекта
- в) конфигурационного эффекта
- г) правильного ответа нет

24. Изменение локальной концентрации реагирующих групп около макромолекулы по сравнению со средней их концентрацией в растворе, приводящее к изменению скорости реакции называется

- а) конформационного эффект
- б) надмолекулярного эффекта
- в) конфигурационного эффекта
- г) правильного ответа нет

25. Введение гетероатомов в полимерную цепь увеличивает гибкость макромолекул в ряду

- а)  $Si > O > N > S > C$
- б)  $Si = O = N = S = C$
- в)  $Si < O < N < S < C$
- г) верного ответа нет

*Критерии оценки (в баллах):*

- 23-25 баллов выставляется студенту, если студент дал правильные ответы на 23-25 тестовых вопросов;

- 18-22 баллов выставляется студенту, если студент дал правильные ответы на 18-22 тестовых вопросов;

- 13-16 баллов выставляется студенту, если студент дал правильные ответы на 13-16 тестовых вопросов;

- 8-12 баллов выставляется студенту, если студент дал правильные ответы на 8-12 тестовых вопросов;

- 4-7 баллов выставляется студенту, если студент дал правильные ответы на 4-7 тестовых вопросов;

- 0-3 баллов выставляется студенту, если студент дал правильные ответы менее чем 3 тестовых вопроса.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И ОБЩЕЙ ХИМИЧЕСКОЙ  
ТЕХНОЛОГИИ

**Вопросы для индивидуального и группового опроса  
на практических занятиях  
по дисциплине Деструкция и стабилизация полимеров**

**Тема 1: Общая характеристика процессов деструкции и классификация реакций.**

1. Применение полимеров в народном хозяйстве. Достоинства и недостатки полимерных материалов. Понятие «старение» полимеров.
2. Физико-химические процессы, протекающие при старении полимеров. Изменение свойств полимерных материалов при старении.
3. Стабилизация полимеров. Важность проблемы стабилизации полимеров с точки зрения технологии получения полимерных материалов, экономики и как необходимого условия эксплуатации полимерных продуктов.
4. Полимер как сложная многокомпонентная система. Факторы, определяющие стабильность полимера. Проблема разработки общей количественной теории старения и стабилизации полимеров.
5. Деструкция и структурирование. Классификация процессов деструкции по природе индуцирующего агента и характеру его воздействия на полимер (Грасси).
6. Физическая и химическая деструкция. Классификация реакций деструкции по механизму разрушения полимера. Случайная и цепная деструкция. Проблема разработки научной классификации процессов деструкции.
7. Природа активных центров деструкции полимеров. Радикальные, ионные и молекулярные реакции. Роль радикальных реакций в процессах деструкции и стабилизации полимеров.
8. Применение метода ЭПР для изучения радикальных реакций. Спектры концевых и срединных макрорадикалов различной природы. Спектр пероксидного радикала. Сложности, возникающие при идентификации макрорадикалов.
9. Идентификация активных центров для деструкции, протекающей по ионному и молекулярному механизму. Важность задачи идентификации активных центров.

**Тема 2: Термоокислительная деструкция полимеров. Принципы стабилизации.**

1. Схема жидкофазного окисления углеводов, ее применимость к описанию процесса окисления полимеров. Особенности протекания отдельных стадий реакций окисления для полимеров. Ингибированное окисление и стабилизация. Вывод системы уравнений для описания кинетических закономерностей процесса. Решение уравнений приближенными методами Боденштейна и Семенова. «Критическая» концентрация ингибитора, ее физический смысл.
2. Стационарное и нестационарное окисление. Зависимость вероятности вырожденного разветвления от концентрации ингибитора. Сильные АО, АО средней силы, слабые АО.

Окисление полимеров в присутствии ингибиторов радикальных реакций и диалкилсульфидов. Зависимость периода индукции окисления от концентрации ингибитора.

3. Синергизм действия стабилизаторов. Основные ингибиторы и синергисты: ароматические амины, замещенные фенолы, фосфиты, органические сульфиды, механизм их стабилизирующего действия. Физические процессы, приводящие к потере АО: выпотевание, вымывание, улетучивание. Принципы борьбы с физическими потерями АО.
4. Некоторые проблемы изучения термоокислительной деструкции полимеров. Роль диффузии кислорода и подвижности макрорадикалов в процессах окисления полимеров. Предельные режимы окисления, реализующиеся при различных экспериментальных условиях. Трудности оценки истинных констант различных стадий окисления для полимеров. Критерии количественной оценки эффективности ингибиторов.
5. Термическая деструкция полимеров. Принципы синтеза и стабилизации термостойких полимеров. Роль термической деструкции в старении полимеров. Задачи изучения «чистой» термической деструкции. Основные реакции, протекающие при термической деструкции полимеров: разрыв основной цепи, деполимеризация, реакции заместителей и обрамляющих групп. Основные стадии цепной деструкции.
6. «Слабые» связи в полимерах, их роль в процессах инициирования термической деструкции. Кинетическое описание отдельных стадий термического распада полимеров.
7. Деполимеризация как обратимый процесс. Предельная температура деполимеризации, полимеризационно-деполимеризационное равновесие и термическая стабильность.
8. Проблема стабилизации полимеров против термической деструкции. Причины низкой эффективности обычных АО.

### **Тема 3: Светостарение полимеров и принципы стабилизации.**

1. Основные законы фотохимии. Возбуждение и дезактивация молекул. Схема фотохимических процессов превращения энергии электронного возбуждения. Синглетные и триплетные уровни. Колебательные уровни. Время жизни различных возбужденных состояний. Излучательные и безизлучательные переходы. Флуоресценция и фосфоресценция. Способы снижения электронновозбужденных частиц. Экранирующие добавки и тушители. Сенсibilизаторы.
2. Природа центров поглощения в полимерах. Роль карбонильных, пероксидных, ароматических групп и двойных связей в светостарении полимеров. Светочувствительность «непоглощающих» полимеров. Фотосенсибилизированные реакции. Роль двухфотонных процессов сенсibilизации в светостарении полимеров. Роль синглетного кислорода в процессах светостарения. Фотоокисление полимеров.
3. Защита полимеров от воздействия света. Добавки, применяемые для подавления фотолиза и фотоокисления. УФ-абсорберы, коэффициент экранирования. Тушители, механизм их защитного действия. Светостойкость светостабилизаторов. Механизм рассеяния энергии светостабилизаторами
4. Ускоренные испытания светостойкости. Методы проведения ускоренных испытаний. Проблемы сравнимости результатов, полученных при ускоренных и натуральных испытаниях. Задачи создания научных основ подбора светостабилизаторов.
5. Механодеструкция полимеров. Особенность механохимических явлений в полимерах. Формальная кинетика механодеструкции. Лимитирующие стадии. Деструкция при постоянном механическом напряжении. Долговременная прочность полимеров и константа

скорости деструкции. Деструкция при постоянной скорости подвода механической энергии. Зависимость поглощенной полимером энергии от длительности импульса. Зависимость константы скорости механодеструкции от уровня запасенной энергии. Характерная особенность процессов, в которых скорость деструкции определяется подводом механической энергии.

6. Механизм механодеструкции. Механическая деструкция при постоянном напряжении как термический распад напряженных связей. Механизм разрыва связей в макромолекулах при циклически действующих нагрузках. Причины различий в механизмах механодеструкции под действием постоянных и периодических нагрузок. Мгновенный, кинетический и неравновесный разрывы связей, условия их реализации.

7. Природа свободных радикалов, образующихся при механодеструкции. Горячие радикалы. Быстрые и медленные вторичные реакции. Стабилизация полимерных материалов против механодеструкции.

8. Явление механической деструкции полимеров в растворах. Отличие механодеструкции от фото- и радиационного разрушения полимеров.

#### **Тема 4: Структурные методы повышения стабильности полимеров.**

1. Надмолекулярная структура полимеров. Простейшие элементы надмолекулярной структуры полимеров. Особенность полимерных кристаллических тел: многоступенчатость структурообразования; одновременное сосуществование элементов различной степени агрегации макромолекул; способность элементов структуры возникать, превращаться друг в друга и разрушаться при различных воздействиях на полимер.

2. Приемы направленного структурообразования (изменение режима кристаллизации, влияние ПАВ, химическая модификация, введение искусственных зародышеобразователей).

3. Особенности надмолекулярной структуры полимеров, полученной в присутствии частиц зародышеобразователей. Влияние надмолекулярной структуры на стабильность и физико-механические свойства полимеров. Структурная и химическая стабилизация.

4. Модификация полимерных цепей как метод повышения стабильности полимеров.

Возможности повышения стабильности полимеров путем химической модификации. Роль концевых групп в старении полимеров. Влияние конфигурационного строения макромолекул на их стабильность.

5. Сополимеризация и химические превращения в полимерных цепях как методы стабилизации.

6. Краткая характеристика некоторых стабилизаторов, тестирование химических соединений как потенциальных стабилизаторов полимерных материалов. Общие требования, предъявляемые к стабилизаторам. Классификация стабилизаторов в зависимости от их назначения.

7. Классификация стабилизаторов по классам химических соединений (вторичные амины, производные п-фенилендиамина, производные дегидрохинолина, фенольные АО).

8. Фотостабилизаторы. Стабилизаторы ПВХ. Тестирование химических соединений как потенциальных стабилизаторов.

9. Экономические, экологические и патентные проблемы производства стабилизаторов.

#### **Тема 5: Стабилизация полиолефинов (ПО)**

1. Краткая характеристика ПО (масштабы производства, методы получения, свойства, применение).

2. Поведение ПО при повышенных температурах. Термическая и термоокислительная деструкция.

3. Кинетические закономерности окисления ПО. Особенности изменения надмолекулярной структуры и химической природы ПО при окислении.

4. Стабилизация ПО: ингибирование окисления, светостабилизация, повышение огнестойкости. Основные классы стабилизаторов, применяемых для ПО.

5. Каталитическая деструкция ПО под действием электрофильных агентов. Механизм и кинетика катионной деструкции ПО. Влияние структуры ПО, природы катализатора, температуры, молекулярной массы ПО на инициирование ТКД, ПО, соотношение реакции деподимеризации и деструкции.

6. Практическое значение основных положений термokatалитической деструкции ПО, протекающей по карбоний-ионному механизму.

7. Деструкция и стабилизация поливинилхлорида (ПВХ). Основные области применения ПВХ. Достоинства и недостатки материалов на основе ПВХ. Причины низкой термостабильности ПВХ. Отличие реальных цепей ПВХ от идеальных  $\sim \text{CH}_2\text{-CHCl} \sim$  структур (остатки инициатора, двойные концевые и внутренние связи, разветвления, кислородсодержащие группы). Влияние технологических параметров синтеза ПВХ на стабильность макромолекул. Пути повышения собственной стабильности ПВХ на стадии его получения.

8. Кинетические особенности реакции дегидрохлорирования ПВХ. Статистическое дегидрохлорирование ПВХ и реакции образования полисопряженных двойных связей. Влияние агентов радикального и ионного характера (кислород, озон, пероксиды, хлористый водород, металлы, соли металлов) на скорость дегидрохлорирования ПВХ. Особенности деструкции ПВХ-пластиков.

9. Стабилизаторы ПВХ. Общие требования, предъявляемые к стабилизаторам. Наиболее распространенные классы стабилизаторов. Металлические соли органических кислот. ОСС. ООС. ЭС. ФОС. Механизм их стабилизирующего действия. Синергические смеси стабилизаторов. Научные основы подбора стабилизаторов и создания композиций для ПВХ.

#### **Тема 6: Деструкция и стабилизация простых и сложных полиэфиров.**

1. Основные представители полимеров класса полиэфиров (поликарбонаты, полисульфоны, полиэтилентерефталат, полиформальдегид), их краткая характеристика.

2. Деструкция полиэтилентерефталата. Продукты деструкции, наиболее вероятная схема их образования. Стабилизация полиэтилентерефталата.

3. Деструкция поликарбоната. Механизм деструкции. Стабилизация поликарбоната. Деструкция и стабилизация полисульфона. Сравнительная оценка стабильности поликарбоната и полисульфона.

4. Особенности деструкции пентапласта. Деструкция и стабилизация полиформальдегида. Радикальные и ионные реакции при деструкции полиформальдегида.

5. Старение и стабилизация искусственных и синтетических волокон. Теплостойкость и термостойкость волокон. Специфика надмолекулярных структур волокон. Особенности старения волокон по сравнению со старением исходных полимеров. Структурная и химическая стабилизация волокон.

6. Недостатки современных методов изучения стабильности волокон. Состояние работ по стабилизации различных типов волокон (полиамидные, полиэфирные, полипропиленовые волокна, волокна на основе ПВС, вискозное волокно). Прогнозирование сроков эксплуатации волокон.

7. Старение и стабилизация лакокрасочных покрытий. Лакокрасочные материалы как многокомпонентная система. Характеристика компонентов, входящих в состав лакокрасочных покрытий. Особенности проблемы старения лакокрасочных покрытий. Лаки и краски, их назначение.

8. Пленкообразование как сложный физикохимический процесс. Методы стабилизации лаков и красок. Стабилизирующее действие пигментов в красках. Особенности светостабилизации лакокрасочных покрытий. Проблема стабилизации пленок, полученных путем полимеризации или поликонденсации.

9. Старение и стабилизация основных типов лакокрасочных материалов (алкидные смолы, хлорсодержащие полимеры, нитроэмали). Основные направления работ по повышению долговечности лакокрасочных покрытий.

*Критерии оценки (в баллах):*

- 5 баллов выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий;

- 4 балла выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий;

- 3 балла выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий;

- 1-2 баллов выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос;

- 0 баллов выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И ОБЩЕЙ ХИМИЧЕСКОЙ  
ТЕХНОЛОГИИ

**Комплект заданий для письменного ответа  
по дисциплине Деструкция и стабилизация полимеров**

**Тема** Рубежный контроль

**Вариант 1**

Задание 1. Физико-химические процессы, протекающие при старении полимеров. Изменение свойств полимерных материалов при старении.

Задание 2. Схема жидкофазного окисления углеводов, ее применимость к описанию процесса окисления полимеров. Особенности протекания отдельных стадий реакций окисления для полимеров. Ингибированное окисление и стабилизация. Вывод системы

уравнений для описания кинетических закономерностей процесса. Решение уравнений приближенными методами Боденштейна и Семенова. «Критическая» концентрация ингибитора, ее физический смысл.

Задание 3. Ускоренные испытания светостойкости. Методы проведения ускоренных испытаний. Проблемы сравнимости результатов, полученных при ускоренных и натуральных испытаниях. Задачи создания научных основ подбора светостабилизаторов.

Задание 4. Приемы направленного структурообразования (изменение режима кристаллизации, влияние ПАВ, химическая модификация, введение искусственных зародышеобразователей).

Задание 5. Практическое значение основных положений термодеструкции ПО, протекающей по карбоний-ионному механизму.

Задание 6. Старение и стабилизация лакокрасочных покрытий. Лакокрасочные материалы как многокомпонентная система. Характеристика компонентов, входящих в состав лакокрасочных покрытий. Особенности проблемы старения лакокрасочных покрытий. Лаки и краски, их назначение.

## **Вариант 2.**

Задание 1. Деструкция и структурирование. Классификация процессов деструкции по природе индуцирующего агента и характеру его воздействия на полимер (Грасси).

Задание 2. Термическая деструкция полимеров. Принципы синтеза и стабилизации термостойких полимеров. Роль термической деструкции в старении полимеров. Задачи изучения «чистой» термической деструкции. Основные реакции, протекающие при термической деструкции полимеров: разрыв основной цепи, деполимеризация, реакции заместителей и обрамляющих групп. Основные стадии цепной деструкции.

Задание 3. Механизм механодеструкции. Механическая деструкция при постоянном напряжении как термический распад напряженных связей. Механизм разрыва связей в макромолекулах при циклически действующих нагрузках. Причины различий в механизмах механодеструкции под действием постоянных и периодических нагрузок. Мгновенный, кинетический и неравновесный разрывы связей, условия их реализации.

Задание 4. Фотостабилизаторы. Стабилизаторы ПВХ. Тестирование химических соединений как потенциальных стабилизаторов.

Задание 5. Кинетические особенности реакции дегидрохлорирования ПВХ. Статистическое дегидрохлорирование ПВХ и реакции образования полисопряженных двойных связей. Влияние агентов радикального и ионного характера (кислород, озон, пероксиды, хлористый водород, металлы, соли металлов) на скорость дегидрохлорирования ПВХ. Особенности деструкции ПВХ-пластиков.

Задание 6. Пленкообразование как сложный физикохимический процесс. Методы стабилизации лаков и красок. Стабилизирующее действие пигментов в красках. Особенности светостабилизации лакокрасочных покрытий. Проблема стабилизации пленок, полученных путем полимеризации или поликонденсации.

### ***Критерии оценки (в баллах):***

*- 20-25 баллов выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий;*

- 12-19 баллов выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- 1-11 баллов выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- 0 баллов выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И ОБЩЕЙ ХИМИЧЕСКОЙ  
ТЕХНОЛОГИИ

**План оформления лабораторной работы**  
по дисциплине **Деструкция и стабилизация полимеров**

1. Название лабораторной работы (ЛР)
2. Цели проведения лабораторной работы
3. Записать используемые реактивы, приборы и оборудование. Изобразить схему установки.
4. Кратко порядок выполнения работы
5. Привести схему химической реакции
6. Выполнить требуемые расчеты, определить выход продукта и сделать выводы по результатам работы.

*Критерии оценки (в баллах) ЛР № 1-2, 4-5:*

- 3 балла выставляется студенту, если студент оформил ЛР в полном соответствии с представленным планом, получены правильные экспериментальные данные, выводы обоснованы;

- 2 балла выставляется студенту, если студент оформил ЛР в полном соответствии с представленным планом, получены экспериментальные данные с незначительными ошибками, выводы обоснованы;

- 1 балла выставляется студенту, если оформление ЛР в не полном соответствии с представленным планом, получены экспериментальные данные с незначительными ошибками, при написании выводов допущены незначительные ошибки;

- 0 баллов выставляется студенту, если оформление ЛР не в соответствии с представленным планом, получены экспериментальные данные с значительными ошибками, при написании выводов допущены значительные ошибки, обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий.

*Критерии оценки (в баллах) ЛР № 3, 6:*

- 4 балла выставляется студенту, если студент оформил ЛР в полном соответствии с представленным планом, получены правильные экспериментальные данные, выводы обоснованы;



- 3 балла выставляется студенту, если студент оформил ЛР в полном соответствии с представленным планом, получены экспериментальные данные с незначительными ошибками, выводы обоснованы;
- 1-2 балла выставляется студенту, если оформление ЛР в не полном соответствии с представленным планом, получены экспериментальные данные с незначительными ошибками, при написании выводов допущены незначительные ошибки;
- 0 баллов выставляется студенту, если оформление ЛР не в соответствии с представленным планом, получены экспериментальные данные с значительными ошибками, при написании выводов допущены значительные ошибки, обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий.

## **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### **Основная литература:**

##### Основная литература:

1. Горение, деструкция и стабилизация полимеров [Электронный ресурс] : учеб. пособие / под ред. Г. Е. Заикова .— Санкт-Петербург : Научные основы и технологии, 2008 .— 422 с. Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему «Университетская библиотека online» .— ISBN 978-5-91703-002-9 .— <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=132344&sr=1>>.
2. Минскер, К. С. Деструкция и стабилизация поливинилхлорида / К. С. Минскер, Г.Т. Федосеева .— Изд. 2-е, перераб. — М. : Химия, 1979 .— 271 с.
3. Семчиков, Юрий Денисович. Высокомолекулярные соединения : учебник для вузов / Ю. Д. Семчиков .— М. : Академия, 2003 (либо 2005).— 368 с. : ил. — (Высшее образование) .— Допущ. М-вом образования РФ в качестве учебника для студ. вузов, обучающихся по спец. "Химия" .— ISBN 5769514329 :

##### Дополнительная:

1. Кулезнев, Валерий Николаевич. Химия и физика полимеров : учеб. пособие / В. Н. Кулезнев, В. А. Шершнева .— Изд. 3-е, испр. — Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2014 .— 368 с. — (Учебники для вузов. Специальная литература) .— Доступ к электронной версии этой книги на [www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com) .— Библиогр. в конце гл. — ISBN 978-5-8114-1779-7 :
2. Семчиков, Ю. Д. Введение в химию полимеров [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю. Д. Семчиков, С. Ф. Жильцов, С. Д. Зайцев .— Изд. 2-е, стер. — СПб. : Лань, 2014 .— 224 с. — (Учебники для вузов. Специальная литература) .— Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему издательства "Лань" .— ISBN 978-5-8114-1325-6 .— <URL:[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=4036](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4036)>.
3. Гладышев Г.А., Шустова О.А., Ершов Ю.А. Стабилизация термостойких полимеров. М. Химия. 1978.
4. Функциональные наполнители для пластмасс [Электронный ресурс] : учеб. пособие / под ред. М. Ксантоса; пер. с англ. под ред. В. Н. Кулезнева .— Санкт-Петербург : Научные основы и технологии, 2010 .— 462 с. Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему «Университетская библиотека online» .— ISBN 978-5-91703-016-6 .— <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=132346&sr=1>>.

Обзор журналов: «Успехи химии», «Высокомолекулярные соединения», «Пластические массы».

## 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. Электронная библиотечная система «ЭБ БашГУ» - <https://elib.bashedu.ru/>
2. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» - <https://biblioclub.ru/>
3. Электронная библиотечная система издательства «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
4. Электронный каталог Библиотеки БашГУ - <http://www.bashlib.ru/catalogi/>
5. Универсальная Базы данных EastView (доступ к электронным научным журналам) - <https://dlib.eastview.com/browse>
6. Научная электронная библиотека - elibrary.ru (доступ к электронным научным журналам) - [https://elibrary.ru/projects/subscription/rus\\_titles\\_open.asp](https://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_open.asp)
7. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные
8. MicrosoftOfficeStandard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные
9. LinuxOpenSUSE 12.3 (x84\_64) GNUGeneralPublicLicense
10. Система централизованного тестирования БашГУ (Moodle). Универсальная общественная лицензия GNU

## 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<p>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: аудитория № 405 (химфак корпус), аудитория № 311 (химфак корпус), аудитория № 310 (химфак корпус), аудитория № 305 (химфак корпус), аудитория № 001 (химфак корпус), аудитория № 002 (химфак корпус), аудитория № 006 (химфак корпус), аудитория № 007 (химфак корпус), аудитория № 008 (химфак корпус).</p>	<p><b>Аудитория № 405</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, ноутбук, мультимедиа-проектор Mitsubishi XD3200U, экран с электроприводом 300*400см Spectra Classic.</p> <p><b>Аудитория № 311</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, ноутбук, проектор Mitsubishi XD 600U, экран с электроприводом Projecta 183*240см Matte white.</p> <p><b>Аудитория № 310</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, ноутбук, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183.</p> <p><b>Аудитория № 305</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, ноутбук, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183.</p> <p><b>Аудитория № 001</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска.</p> <p><b>Аудитория № 002</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска.</p> <p><b>Аудитория № 006</b></p>	<p>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные</p> <p>2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные</p> <p>3. Система централизованного тестирования БашГУ (Moodle). Универсальная общественная лицензия GNU</p> <p>4. LinuxOpenSUSE 12.3 (x84_64) GNUGeneralPublicLicense</p>

<p><b>2. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:</b> лаборатория № 121 (химфак корпус), лаборатория № 407 (химфак корпус), лаборатория № 412 (химфак корпус).</p> <p><b>3. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций:</b> аудитория № 405 (химфак корпус), аудитория № 311 (химфак корпус), аудитория № 310 (химфак корпус), аудитория № 305 (химфак корпус), аудитория № 001 (химфак корпус), аудитория № 002 (химфак корпус), аудитория № 006 (химфак корпус), аудитория № 007 (химфак корпус), аудитория № 008 (химфак корпус).</p> <p><b>4. учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> аудитория № 405 (химфак корпус), аудитория № 311 (химфак корпус), аудитория № 310 (химфак корпус), аудитория № 305 (химфак корпус), аудитория № 004 (химфак корпус), аудитория № 005 (химфак корпус).</p> <p><b>5. помещения для самостоятельной работы:</b> читальный зал № 1 (главный корпус), читальный зал № 2</p>	<p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска.</p> <p><b>Аудитория № 007</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска.</p> <p><b>Аудитория № 008</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска.</p> <p><b>Аудитория № 004</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, коммутатор HP V1410-24G, персональный компьютер Lenovo ThinkCentre A70z Intel Pentium E 5800, 320 Gb, 19" - 15 шт, шкаф настенный TLK6U.</p> <p><b>Аудитория № 005</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, компьютер DEPO Neos 470 MDi5_3450/4GDDR/T500 G/DVD+R и монитор ViewSonic 21.5 - 13 шт, шкаф TLK TWP-065442-G-GY, шкаф монтажный NT PRACTIC 2MP47-610B/SSt450/ SKS1/SSt750,59560, 00 T.316-14, шкаф настенный TLK6U.</p> <p><b>Лаборатория № 121</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, набор химической посуды, комплект мебели ВНР, аквадистиллятор, доска аудиторная ДА (32)3, доска классная/2002г, микроскоп, насос, РМС "Ионометрия", информационный стенд, визкозиметр d=0,54 (10 шт.), визкозиметр d=1,16 (5 шт.), периодическая система Менделеева (2шт.), стол 2-х тумб., стол 2-х тумб., подставка-кафедра.</p> <p><b>Лаборатория № 407</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, набор химической посуды, прибор, установка.</p> <p><b>Лаборатория № 412</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, набор химической посуды, газометр</p> <p><b>Читальный зал № 1</b> Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт., неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 76.</p> <p><b>Читальный зал № 2</b> Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок), подключенных к сети Интернет, – 8 шт., неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50.</p> <p><b>Читальный зал № 5</b> Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 27.</p> <p><b>Читальный зал № 6</b> Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 6 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 30.</p> <p><b>Читальный зал № 7</b> Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 5 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 18.</p> <p><b>Лаборатория № 114</b></p>	
---	--	--

<p>(физмат корпус-учебное), читальный зал № 5 (гуманитарный корпус), читальный зал № 6 (учебный корпус), читальный зал № 7 (гуманитарный корпус), лаборатория № 114 (химфак корпус), лаборатория № 206 (химфак корпус), лаборатория № 207 (химфак корпус).</p> <p><b>б. помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования:</b></p> <p>лаборатория № 013 (химфак корпус).</p>	<p>Учебная мебель, весы DL-200 (220 г, 0,001 г, внешняя калибровка) с поверкой, компрессор Polr Position O20P (230л/мин, 24л, 8бар, 1,5квт рапид), лабораторная установка д/оценки технол-х св-в матер, PlastograhEC, пресс гидравлический "Auto MH-NE" 3891, пресс для вырубания образцов по ГОСТ11262-80, принтер Kyocera P2135DN (A4,35ppm.1200dpi.256MB.USB2.0 LAN.duplex) (REP FS-137DN), стол для лаборатории с выканой клавиой 900x600, стол лабораторный 1605x600x700мм, керамогранит, усиленный каркас, стол одностумбовый с 3 выкатными ящиками 1000x600x750, стол-мойка с сушилкой 500x600x900/1500мм, тумба подкатная 560*480*560мм, 3 ящика, шкаф вытяжной 1200x720x900/2200мм, керамогранит., шкаф для одежды 900*500*1900мм с замком, стол лабораторный 1200*600*900мм, рабочая поверхность-нерж.сталь, вытяжка Hansa ОКР 631 ZH, персональный компьютер в комплекте DEPO Neos 460MD, измерительная термopара массы расплава, кабель с гнездом подключения CAN, конденсаторная щетка, подставка-станина металл.разм.0,955*0,565*0,565, воздушный компрессор с ресивером для обеспечения работы пресс, вырубной нож для пневматического пресса ГОСТ16782-2015, 20Дх2,5Ш, вырубной нож для пневматического пресса, ГОСТ11262-80, Тип1, вырубной нож для пневматического пресса, ГОСТ12021-84, 110x10x4мм, вырубной нож для пневматического пресса ГОСТ11262-80, Тип5, пневматический пресс для вырубки образцов, рамочные формы для пресса для получ. образцов раз.140*125*1мм 2 пол.пл.тол.4,8мм, рамочные формы для пресса для получ. образцов раз.140*125*2мм 2 пол.пл.тол.4,8мм, лабораторный стол для установки пресса, компьютер в составе: системный блок/Pentium G3420/H81/4Gb/HDD1Tb/DVD+-R/RW/Корпус</p> <p><b>Лаборатория № 206</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, мешалка магнитная EcoStir (1.5л, 300-2000об/мин, платформа диам.120мм, без нагрева), мешалка магнитная ПЭ-6110 (до 1л, с подогрев. 120С), мешалка магнитная ПЭ-6110 (до 1л, с подогрев. 120С), мешалка магнитная ПЭ-6110 (до 1л, с подогрев. 120С), мешалка магнитная с подогревом ПЭ-6110М, мешалка магнитная с подогревом ПЭ-6110М, микроскоп, многофункциональное устройство Kyocera FS-1030MFP, ноутбук HP Pavilion, проектор BenQ MP612C, ноутбук HP 6820s T2370 17 WXGA, монитор 19" Samsung 931BWSFV TFT, системный блок Intel Core в комплекте, память NransTS 4G, стул ИСО/черн/ (6шт.), ноутбук ASUS K52JE</p>	
--	---	--

	<p>15.6"/IntelCorei3 370 M/DVD-RW/CAM/WiFi/Win7BASIC.</p> <p><b>Лаборатория № 207</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, набор химической посуды, настольная унив/испытат. машина д/провед. испытаний на растяж. AGS-5kNX, комплект спец. оборудования (Автом. копер, Станок, Прибор HV-3000-P3), специализированная испытательная машина AGS-10kNX фирмы Шимадзу для опр. физ. мех., комплект мебели ВНР, комплект специализ. оборудования для опред. плотности полим. комп. материалов (Весы A&amp;D, устр-во AD-1654, весы лабораторные)</p> <p><b>Лаборатория № 013</b></p> <p>Комплект мебели ВНР, весы GR-120 (120г*0,1мг) внутр. калибровка, с поверкой, центрифуга ОПН-8, многофункциональное устройство HPLaserJetM1536 DNFMFP (CE538A)128mb, электроплитка.</p>	
--	---	--

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины **Деструкция и стабилизация полимеров**  
на 9семестр

очная

форма обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	72,2
лекций	18
практических/ семинарских	36
лабораторных	18
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	35,8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	-

Форма(ы) контроля:  
Зачет 9 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)					Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		Всего	ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Введение. Химические реакции полимеров. Особенности их протекания. Химические реакции без изменения степени полимеризации и приводящие к ее повышению.	10	2	2		2	Осн. лит-ра 1-3 Доп. лит-ра 1-4		<i>Индивидуальный, групповой опрос, письменный ответ, тест</i>
2.	Термодеструкция. Механизм и кинетика процесса.	10	2	2		2	Осн. лит-ра 1-3 Доп. лит-ра 1-4		<i>Индивидуальный, групповой опрос, письменный ответ, тест</i>
3.	Термоокислительная деструкция. Механизм и кинетика процесса. Озонная деструкция.	10	2	2		3	Осн. лит-ра 1-3 Доп. лит-ра 1-4		<i>Индивидуальный, групповой опрос, письменный ответ, тест</i>
4.	Фотодеструкция. Механизм и кинетика процесса.	10	2	2		2	Осн. лит-ра 1-3 Доп. лит-ра 1-4		<i>Индивидуальный, групповой опрос, письменный ответ, тест</i>
5.	Механодеструкция. Радиационная	10	2	2		3	Осн. лит-ра 1-3 Доп. лит-ра 1-4		<i>Индивидуальный, групповой опрос, письменный ответ,</i>

	деструкция. Механизм и кинетика процесса.								<i>тест</i>
6.	Биохимическая и гидролитическая деструкция.	10	2	2		3	Осн. лит-ра 1-3 Доп. лит-ра 1-4		<i>Индивидуальный, групповой опрос, письменный ответ, тест</i>
7.	Стабилизация полимеров. Ингибиторы I группы.	12	2	2		3	Осн. лит-ра 1-3 Доп. лит-ра 1-4		<i>Индивидуальный, групповой опрос, письменный ответ, тест</i>
8.	Стабилизация полимеров. Ингибиторы II и III группы.	12	2	2		3	Осн. лит-ра 1-3 Доп. лит-ра 1-4		<i>Индивидуальный, групповой опрос, письменный ответ, тест</i>
9.	Светостабилизация и светостабилизаторы.	12	2	2		3	Осн. лит-ра 1-3 Доп. лит-ра 1-4	Подготовиться к письменной работе	<i>Индивидуальный, групповой опрос, письменный ответ, тест</i>
10	<b>ЛР №1</b> «Получение поливинилового спирта щелочным гидролизом поливинилацетата»	8			6	2	Осн. лит-ра 1-3 Доп. лит-ра 1-4	Подготовка к ЛР Подготовка к устному опросу Обработка результатов, оформление лабораторной работы	<i>Индивидуальный, групповой опрос, Отчет по ЛР</i>
11	<b>ЛР №2</b> «Термическая деполимеризация полиметилметакрилата»	8			6	2	Осн. лит-ра 1-3 Доп. лит-ра 1-4	Подготовка к ЛР Подготовка к устному опросу Обработка результатов, оформление	<i>Индивидуальный, групповой опрос, Отчет по ЛР</i>



								лабораторной работы	
12	ЛР №3 «Определение термостабильности образцов поливинилхлорида»	8			6	2	Осн. лит-ра 1-3 Доп. лит-ра 1-4	Подготовка к ЛР Подготовка к устному опросу Обработка результатов, оформление лабораторной работы	<i>Индивидуальный, групповой опрос, Отчет по ЛР</i>
13	ЛР №4 «Термическая деструкция полиметилметакрилата»	8			6	2	Осн. лит-ра 1-3 Доп. лит-ра 1-4	Подготовка к ЛР Подготовка к устному опросу Обработка результатов, оформление лабораторной работы	<i>Индивидуальный, групповой опрос, Отчет по ЛР</i>
14	ЛР №5 «Определение скорости деградации полимеров вискозиметрическим методом»	8			6	2	Осн. лит-ра 1-3 Доп. лит-ра 1-4	Подготовка к ЛР Подготовка к устному опросу Обработка результатов, оформление лабораторной работы	<i>Индивидуальный, групповой опрос, Отчет по ЛР</i>
15	ЛР №6 «Определение скорости ферментативной деструкции	7,8			6	1,8	Осн. лит-ра 1-3 Доп. лит-ра 1-4	Подготовка к ЛР Подготовка к устному опросу	<i>Индивидуальный, групповой опрос, Отчет по ЛР, Тест</i>

	полисахаридов методом восстанавливающих сахаров»							Обработка результатов, оформление лабораторной работы к ЛР	
	<b>Всего часов:</b>	143,8	18	18	36	35,8			

**Рейтинг план дисциплины****Деструкция и стабилизация полимеров**

Направление 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Специальность Высокомолекулярные соединения

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
1. Аудиторная работа (Индивидуальный, групповой опрос)	5	3	0	15
2. Домашние задания (Оформление ЛР)	3	2	0	10
	4	1		
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Письменный ответ	25	1	0	25
<b>Всего</b>				<b>50</b>
<b>Модуль 2</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
1. Аудиторная работа (Индивидуальный, групповой опрос)	5	3	0	15
2. Домашние задания (Оформление ЛР)	3	2	0	10
	4	1		
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Тест	25	1	0	25
<b>Всего</b>				<b>50</b>
<b>Поощрительные баллы</b>				
1. Студенческая олимпиада			0	5
2. Публикация статей			0	3
3. Участие в конференции			0	2
<b>Всего</b>				<b>10</b>
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
1. Посещение лекционных занятий			<b>0</b>	<b>-6</b>
2. Посещение лабораторных занятий			<b>0</b>	<b>-10</b>
<b>Итоговый контроль</b>				
1. Зачет			0	0