


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Инженерный факультет**  
**Кафедра «Технической химии и материаловедения»**

Утверждено на  
заседании кафедры  
протокол № 1 от 31.08.2021 г.

Согласовано:  
Председатель УМК  
Инженерного факультета

Зав. кафедрой

  
Мухамедзянова А.А.

  
Мельникова А.Я.

**Рабочая программа дисциплины**  
**«Высокомолекулярные соединения»**

**Обязательная часть Б1.О.19**

**Направление подготовки**


18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической  
технологии, нефтехимии и биотехнологии

**Профиль подготовки**

Рациональное использование материальных ресурсов в химической  
технологии природного сырья

Квалификация бакалавр

Разработчик (составитель)  
доцент, канд. техн. наук, доцент

  
Глазырин А.Б.

Для приема 2021

Уфа -2021

Составитель: канд. техн. наук, доцент Глазырин А.Б.

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры технической химии и материаловедения, протокол № 1 от 31.08.2021 г.

Заведующий кафедрой



\_\_\_\_\_ / Мухамедзянова А.А.

### Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций	
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	
4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.	
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.	
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы	
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций**

Категория (группа) компетенций	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
Общепрофессиональные навыки	ОПК-1. Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов.	ОПК-1.1. Знать: Основы химии и физики высокомолекулярных соединений.	Знать: - основополагающие понятия, теоретические основы химии и физики высокомолекулярных соединений; - способы осуществления синтеза полимерных продуктов; - структуру и свойства важнейших типов полимерных веществ.
		ОПК-1.2. Уметь: - использовать полученные знания для выбора метода синтеза и характеристики свойств полимерного продукта.	Уметь: - критически оценивать различные подходы к синтезу высокомолекулярных соединений и выбирать оптимальные; - объяснить влияние состава и строения высокомолекулярного соединения на его физико-химические свойства.
		ОПК-1.3. Владеть: теоретическими представлениями и экспериментальными навыками в области химии и физики высокомолекулярных соединений.	Владеть: - понятийным аппаратом и теоретическими представлениями в области химии физики высокомолекулярных соединений; - экспериментальными навыками в области химии и физики полимеров; - навыками работы с учебной и учебно-методической литературой.

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

Дисциплина «Высокомолекулярные соединения» относится к дисциплинам обязательной части – Б1.О.19 структуры Основной образовательной программы бакалавриата по направлению «Энерго- ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии». Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре.

### ***Цели изучения дисциплины:***

- овладение знаниями в области теоретической и практической основ полимерной химии с тем, чтобы грамотно использовать полученные знания при планировании научного эксперимента, выборе методологии и интерпретации результатов;
- сформировать необходимый запас знаний специалиста для понимания закономерностей синтеза и особенностей структуры и свойств высокомолекулярных соединений, в том числе практически важных промышленных полимерных продуктов.
- приобрести экспериментальные навыки работы в области химии и физики высокомолекулярных соединений.

## **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 и индикаторов достижения компетенций с указанием соотношенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.**

**ОПК-1. Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов**

Этап освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап	Знать: - законы и основополагающие понятия химии и физики высокомолекулярных соединений; - методы синтеза полимерных продуктов; - структуру и свойства важнейших типов полимерных веществ, синтетических промышленных полимеров и основных полимеров природного происхождения;	Имеет фрагментарное представление о законах и основополагающих понятиях химии и физики высокомолекулярных соединений, методах синтеза, структуре и свойствах важнейших типов полимерных веществ.	В основном знает законы и основополагающие понятия, методы синтеза, структуру и свойства важнейших типов полимерных веществ, но допускает серьезные неточности и ошибки.	Знает законы и основополагающие понятия, методы синтеза, структуру и свойства важнейших типов полимерных веществ, но допускает некоторые неточности и ошибки.	Демонстрирует комплексные знания законов и основополагающих понятий, методов синтеза, структуры и свойств важнейших типов полимерных веществ.
Второй этап	Уметь: - объяснять физико-химические свойства высокомолекулярных соединений; - критически оценивать различные подходы к получению высокомолекулярных соединений и выбирать оптимальные; - использовать полученные знания в области химии высокомолекулярных соединений в профессиональной деятельности.	Нет умений: объяснять физико-химические свойства высокомолекулярных соединений; критически оценивать различные подходы к получению полимера и выбирать оптимальные;	Сформированы начальные умения: объяснять физико-химические свойства высокомолекулярных соединений; критически оценивать различные подходы к получению полимера и выбирать оптимальные;	Сформированы, но содержатся отдельные пробелы в умениях: объяснять физико-химические свойства высокомолекулярных соединений; критически оценивать различные подходы к получению полимера и выбирать оптимальные;	Сформированы на высоком уровне умения: объяснять физико-химические свойства высокомолекулярных соединений; критически оценивать различные подходы к получению полимера и выбирать оптимальные;
Третий этап	Владеть: - понятийным аппаратом и теоретическими представлениями в области химии и физики высокомолекулярных соединений; - навыками работы с учебной и учебно-методической литературой.	Отсутствуют навыки владения понятийным аппаратом и теоретическими представлениями в области химии и физики полимеров, работы с учебной и методической литературой.	Сформированы простейшие навыки владения понятийным аппаратом и теоретическими представлениями в области химии и физики полимеров, работы с учебной	Сформированы на базовом уровне навыки владения понятийным аппаратом и теоретическими представлениями в области химии и физики полимеров, работы с учеб-	Сформированы на высоком уровне навыки владения понятийным аппаратом и теоретическими представлениями в области химии и физики полимеров, ра-

			и методической литературы.	ной и методической литературой.	боты с учебной и методической литературой.
--	--	--	----------------------------	---------------------------------	--

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.**

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
ОПК-1.1	Знать: - основополагающие понятия, теоретические основы химии и физики высокомолекулярных соединений; - способы осуществления синтеза полимерных продуктов; - структуру и свойства важнейших типов полимерных веществ.	- проверка конспектов, - семинарские занятия, - контрольные работы, - тестирование, - подготовка рефератов и презентаций, - собеседование, допуск к выполнению лабораторных работ; - сдача коллоквиумов; - экзамен
ОПК-1.2	Уметь: - критически оценивать различные подходы к синтезу высокомолекулярных соединений и выбирать оптимальные; - объяснить влияние состава и строения высокомолекулярного соединения на его физико-химические свойства;	- проверка конспектов, - семинарские занятия, - контрольные работы, - тестирование, - подготовка рефератов и презентаций, - собеседование, допуск к выполнению лабораторных работ; - проверка оформленных лабораторных работ в лабораторных журналах; сдача коллоквиумов; экзамен
ОПК-1.3	Владеть: - понятийным аппаратом и теоретическими представлениями в области химии и физики высокомолекулярных соединений; - навыками работы с учебной и учебно-методической литературой.	- семинарские занятия, - собеседование, допуск к выполнению лабораторных работ; - проверка оформленных лабораторных работ в лабораторных журналах; контрольные работы, подготовка рефератов и презентаций, экзамен

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (для экзамена: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

для экзамена:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».



**Вопросы к экзамену  
по дисциплине «Высокомолекулярные соединения»**

1. Основные понятия о высокомолекулярных соединениях. Понятия «полимер», «олигомер», «макромолекула», «мономер». Основные отличия (особенности свойств) ВМС и полимерных материалов от низкомолекулярных соединений.
2. Классификация ВМС (топология макромолекул, гомо- и сополимеры, типы сополимеров, гомоцепные и гетероцепные полимеры). Основные представители органических полимеров. Сополимеры. Классификация сополимеров. Примеры различных типов синтетических и природных сополимеров.
3. Молекулярная масса полимеров. Степень полимеризации. Среднемассовая, среднечисловая, средневязкостная молекулярная масса полимеров. Методы определения средней ММ полимеров.
4. Полидисперсность полимеров. Фракционирование полимеров. Препаративное и аналитическое фракционирование. Метод турбидиметрического титрования. Кривые молекулярно-массового распределения. Метод графического дифференцирования.
5. Конфигурация макромолекул. Локальная изомерия макромолекул. Оптическая изомерия макромолекул. Псевдоасимметрический атом углерода в макроцепях. Оптическая активность у полимеров. Дитактические полимеры.
6. Геометрическая изомерия у полимеров. Условия проявления такой изомерии. Полимеризация 1,3-диенов. Влияние стереорегулярности полимеров на их свойства.
7. Конформация макромолекул. Гибкость макромолекул. Форма изолированной макромолекулы. Способность макромолекул к изменению конформации. Параметр гибкости. Размеры клубка.
8. Свободно-сочленённая цепь. Выражение для среднеквадратичного расстояния между концами макромолекулярной цепи. Гауссовы цепи. Степень свернутости свободно-сочленённой цепи.
9. Конформация макромолекул. Модель полимерной цепи с фиксированными валентными углами. Выражение для среднеквадратичного расстояния между концами цепи с фиксированными валентными углами. Модель полимерной цепи с заторможенным вращением. Выражение для среднеквадратичного расстояния между концами макромолекул с заторможенным вращением.
10. Понятие о сегменте макромолекул. Статистический сегмент (сегмент Куна). Физический смысл понятия «сегмента». Кинетический и механический сегмент. Влияние строения макромолекул на жесткость цепи.
11. Надмолекулярная структура полимеров. Ближний и дальний порядок в полимерах. Факторы, влияющие на надмолекулярную структуру полимеров. Аморфные и кристаллические полимеры.
12. Надмолекулярная структура аморфных полимеров. Основные элементы надмолекулярной структуры. Доменные структуры.
13. Надмолекулярная структура кристаллических полимеров. Кристаллиты (*ламели, фибриллы, глобулы*), монокристаллы, сферолиты. Механизмы кристаллизации. Структурные критерии кристаллизации. Способы регулирования

ния кристаллической структуры полимеров. Влияние структуры на физико-механические свойства полимеров.

14. Ориентированное состояние полимеров. Анизотропия свойств полимеров в ориентированном состоянии. Свойства полимеров в ориентированном состоянии.
15. Полимеризация. Тепловой эффект реакции полимеризации. Термодинамика полимеризации: варианты соотношения энтальпийного и энтропийного факторов.
16. Радикальная полимеризация. Стадии процесса. Инициирование радикальной полимеризации. Физическое и химическое инициирование. Характеристика различных видов физического инициирования полимеризации.
17. Химическое инициирование радикальной полимеризации. Эффективность инициирования. Выбор инициатора. Окислительно-восстановительное инициирование полимеризации.
18. Характеристика стадии роста и обрыва цепи при радикальной полимеризации. Стадии реакции обрыва цепи. Реакции рекомбинации и диспропорционирования. Характеристика стадии передачи цепи при радикальной полимеризации. Реакции передачи цепи на полимер, мономер, растворитель.
19. Кинетика радикальной полимеризации. Кинетическая кривая полимеризации. Уравнения для скорости реакции и степени полимеризации. Гель-эффект.
20. Ионная полимеризации. Особенности ионной полимеризации. Катионная полимеризация. Стадии катионной полимеризации. Инициирование катионной полимеризации. Реакции передачи цепи на полимер и мономер. Кинетика катионной полимеризации. Уравнения для скорости реакции и степени полимеризации.
21. Анионная полимеризация. Стадии анионной полимеризации. Инициирование анионной полимеризации. Реакции ограничения роста цепей при анионной полимеризации. «Живые цепи». Кинетика анионной полимеризации. Уравнения для скорости реакции и степени полимеризации.
22. Ионно-координационная полимеризация. Катализаторы Циглера - Натта. Монометаллический и биметаллический механизм. Примеры реакций.
23. Способы осуществления синтеза полимеров в промышленности (суспензионная полимеризация, эмульсионная полимеризация, полимеризация в блоке, полимеризация в растворе).
24. Сополимеры. Классификация сополимеров. Уравнение сополимеризации, константы сополимеризации  $r_1$  и  $r_2$ . Кривые «*Состав сополимера - состав мономерной смеси*». Методы определения констант сополимеризации  $r_1$  и  $r_2$ .
25. Ступенчатая полимеризация. Отличительные особенности реакции. Примеры полимеров, получаемых ступенчатой полимеризацией.
26. Поликонденсация. Основные отличия поликонденсации от полимеризации. Классификация реакций поликонденсации. Гомо- и гетерополиконденсация. Равновесная и неравновесная поликонденсация. Глубина протекания реакции поликонденсации - уравнение Карозерса.

27. Влияние различных факторов на молекулярную массу и выход полимера при поликонденсации: стехиометрии; побочных продуктов реакции; примесей моно- и полифункциональных соединений. Способы осуществления реакции поликонденсации. Примеры реакций поликонденсации.
28. Агрегатные и физические состояния полимеров и низкомолекулярных соединений. Термомеханические кривые для аморфных и кристаллических полимеров. Фазовые переходы первого и второго рода в полимерах.
29. Общая характеристика физических состояний полимеров. Температуры стеклования и текучести полимеров. Термомеханические кривые полимеров. Высокоэластичность полимеров. Термопластичные и терморезистивные полимеры. Эластомеры.
30. Стеклообразное состояние полимеров. Связь температуры стеклования со свободным объемом. Структурное и механическое стеклование. Влияние структуры полимера и др. факторов на температуру стеклования. Отличия стеклообразных полимеров от низкомолекулярных стекол. Температура хрупкости полимеров. Свойства полимеров в стеклообразном состоянии.
31. Вынужденная высокоэластичность. Предел вынужденной эластичности. Кривые «деформация - напряжение» стеклообразного полимера. Условие проявления вынужденной эластичности. Ориентация полимера при деформировании. Свойства полимеров в ориентированном состоянии.
32. Высокоэластическое состояние высокомолекулярных соединений. Механизм высокоэластической деформации полимеров. Основные особенности высокоэластического состояния. Свойства полимеров в высокоэластическом состоянии. Высокоэластическая деформация сшитых полимеров. Проявление упругого гистерезиса у эластомеров.
33. Вязкотекучее состояние. Особенности деформации полимеров в вязкотекучем состоянии. Механизм течения полимеров. Теория Эйринга-Френкеля. Связь вязкости со свободным объемом. Уравнения Бачинского и Дулиттла. Энергия активации вязкого течения полимера.
34. Характеристика состояния установившегося течения полимера. Структура расплава полимера в вязкотекучем состоянии. Флуктуационная сетка. Закон Ньютона. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Эффективная вязкость. Кривые течения и вязкости. Наибольшая и наименьшая ньютоновская вязкость.
35. Отличия процессов растворения полимеров от смешения обычных жидкостей. Фазы растворения полимеров. Набухание полимеров. Факторы, влияющие на процесс растворения полимеров: природа полимера и растворителя; строение макромолекул полимера; молекулярная масса полимера; регулярность строения, степень кристалличности полимеров.
36. Термодинамика растворения полимеров. Энтальпийное и энтропийное растворение полимеров. Сольватация. Ограниченное и неограниченное набухание полимеров.
37. Определение вязкости растворов полимеров. Зависимость вязкости растворов полимеров от приложенного напряжения сдвига. Наибольшая,

наименьшая и эффективная вязкость растворов. Относительная, удельная и приведенная вязкость. Определение характеристической вязкости.

38. Влияние молекулярной массы полимера на вязкость его растворов. Уравнения Штаудингера и Марка-Куна-Хаувинка. Определение средневязкостной молекулярной массы.
39. Пластификация полимеров. Цель пластификации. Влияние пластификаторов на температуры текучести и стеклования аморфного полимера. Термомеханические кривые пластифицированных полимеров.
40. Методы осуществления пластификации полимеров. Механизм пластификации. Внутримолекулярная и межмолекулярная пластификация. Правила молярных долей (*правило Журкова*). Правило объемных долей (*правило Каргина-Малинского*).
41. Пластификаторы. Требования к пластификаторам. Примеры пластификаторов, используемых в промышленности. Совместимость пластификатора с полимером. Влияние строения пластификатора на совместимость. Первичные и вторичные, пластификаторы, экстендеры.
42. Методы оценки эффективности действия пластификаторов. Зависимость механических характеристик полимера от содержания пластификатора.
43. Реакции деструкции полимеров. Классификация реакций деструкции. Примеры реакций деструкции полимеров под действием агрессивных сред.
44. Деполимеризация полимеров при термическом воздействии. Факторы, влияющие на процесс деполимеризации. Полимеры, подвергающиеся деполимеризации. Термический распад полистирола, полиизопрена, поливинилхлорида. Параметры термостабильности полимеров.
45. Фотодеструкция полимеров. Причины фотодеструкции. Характерные реакции. Фотодеструкция полиизопрена.
46. Причины деструкции полимеров под действием механических сил. Предел механодеградации. Факторы, влияющие на механодеградацию полимеров.
47. Механизм и стадии процесса окисления полимеров. Кинетическая кривая окисления. Стабилизаторы для полимеров.
48. Отдельные представители полимеров (полиолефины, виниловые полимеры, полидиены, конденсационные полимеры и т.д.). Синтез, структура, свойства.

## Полимеры

1. Полиэтилен. Типы полиэтилена.
2. Полипропилен. Стереорегулярность полипропилена.
3. Сополимеры этилена и полипропилена. Этилен-пропиленовые каучуки.
4. Полистирол. Ударопрочный полистирол.
5. Поливинилхлорид. Пластикат и винипласт. Поливинилиденхлорид.
6. Поливинилфторид, политетрафторэтилен, др. фторпласты.
7. Поливинилацетат. Поливиниловый спирт.
8. Полиакриловая кислота. Полиметакриловая кислота
9. Полиметилметакрилат. Другие сл. эфиры акриловых кислот.
10. Полиакрилонитрил.
11. Полидиены. Изомерия полидиенов.

12. Полиизопрен. Полихлоропрен.
13. Сложные полиэфиры. Полиэтилентерефталат.
14. Сложные полиэфиры. Поликарбонат.
15. Полиамиды. Способы получения полиамидов. Найлон-6, Найлон-6,6.
16. Полиуретаны.
17. Фенолформальдегидные полимеры. Термопластичные и термореактивные полимеры. «Новолак». «Резол». «Резит».
18. Эпоксидные смолы. Синтез. Свойства. Области применения.
19. Полисахариды. Целлюлоза, крахмал.
20. Биополимеры. Белки. Нуклеиновые кислоты.

### **Образец экзаменационного билета**

«Башкирский государственный университет»  
Кафедра технической химии и материаловедения

### **Экзаменационный билет № 1**

**по дисциплине: «Высокомолекулярные соединения»**

для студентов направления подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Профиль: Рациональное использование материальных ресурсов в химической технологии природного сырья

1. Конформация макромолекул. Модель полимерной цепи с фиксированными валентными углами. Выражение для среднеквадратичного расстояния между концами макромолекулярной цепи с фиксированными валентными углами. Модель полимерной цепи с заторможенным вращением. Выражение для среднеквадратичного расстояния между концами макромолекулярной цепи с заторможенным вращением.
2. Полимеризация. Тепловой эффект реакции полимеризации. Термодинамика полимеризации: варианты соотношения энтальпийного и энтропийного факторов.
3. Поливинилацетат и его сополимеры. Поливиниловый спирт. Синтез. Свойства. Области применения.

Составил: доцент кафедры ТХ и М

А.Б. Глазырин

Зав. кафедрой ТХ и М

А.А. Мухамедзянова

#### **Критерии оценки:**

- **25-30 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. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

**- 10-16** 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;

**- 1-10** 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. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

### **Темы лабораторных работ**

*Тема: Закономерности реакции поликонденсации.*

Лабораторная работа №1. Получение новолачной смолы

*Тема: Растворы полимеров. Закономерности процесса растворения полимеров.*

Лабораторная работа №2. Изучение кинетики набухания каучуков.

*Тема: Реологические свойства полимеров в вязкотекучем состоянии*

Лабораторная работа №3. Определение показателя текучести расплава полимеров.

*Тема: Молекулярная масса полимера. Полидисперсность. Методы определения молекулярной массы*

Лабораторная работа №4. Определение молекулярной массы поливинилового спирта вискозиметрическим методом.

Лабораторная работа №5. Определение содержания низкомолекулярных фракций в ПВХ-смоле.

Лабораторная работа №6. Оценка полидисперсности ПВХ-смолы методом турбидиметрического титрования.

### **Вопросы к коллоквиуму**

**Коллоквиум №1. Тема: «Закономерности реакции поликонденсации»**

1. Характеристика реакции поликонденсации. Требования к мономерам. Необходимое условие проведения поликонденсации.
2. Отличия реакций поликонденсации от реакций полимеризации.
3. Классификация реакций поликонденсации. Гомо- и гетерополиконденсация. Равновесная и неравновесная поликонденсация
4. Глубина протекания реакции поликонденсации. Уравнение Карозерса.
5. Влияние различных факторов на молекулярную массу и выход полимера при поликонденсации:
  - а) стехиометрии;
  - б) побочных продуктов реакции;
  - в) примесей моно- и полифункциональных соединений.

6. Зависимость степени полимеризации от константы равновесия.
7. Методы осуществления реакции поликонденсации.
8. Примеры реакций поликонденсации.
9. Получение феноло-формальдегидных смол методом поликонденсации.

**Коллоквиум №2. Тема: Молекулярная масса полимера.**

*Полидисперсность. Методы определения молекулярной массы*

- 1) Молекулярная масса полимеров (среднечисловая, среднемассовая, средневязкостная).
- 2) Методы определения молекулярной массы полимеров:
  - осмометрический;
  - светорассеяния;
  - диффузионный;
  - ультрацентрифугирования;
  - концевых групп.
- 3) Полидисперсность полимеров. Фракционирование полимеров. Кривые молекулярно-массового распределения.
- 4) Определения молекулярной массы полимера вискозиметрическим методом:
  - а) вязкость разбавленных растворов полимеров;
  - б) характеристика движения сферической частицы (макромолекулы) в растворе;
  - в) уравнение Эйнштейна для непроницаемого полимерного клубка;
  - г) связь вязкости с молекулярной массой полимера. Уравнения Штаудингера и Марка-Хаувинка;
  - д) методика определения средневязкостной молекулярной массы полимера.

**Критерии оценки (в баллах):**

- 13-15 баллов выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на вопросы, продемонстрировал знание терминологии и основных понятий.

- 10-12 баллов выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий.

- 5-9 баллов выставляется студенту, если студент не полностью раскрыл теоретические вопросы, допущены неточности в определении основных понятий.

- 1-4 балла выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий.

## Пример вопросов к контрольным работам

### Контрольная работа №1

*Тема: Состав промышленных полимеров, способы их получения*

#### 1 Вариант

1. Привести химические формулы полимера и соответствующего мономера или мономеров.
2. Указать способ получения полимера – полимеризация (*радикальная или ионная*), поликонденсация *или* ступенчатая полимеризация.
3. Выделить наиболее характерное свойство, особенность рассматриваемого полимера.
  1. Полипропилен.
  2. Полистирол.
  3. Поливинилхлорид.
  4. Поливиниловый спирт.
  5. Полиакриловая кислота.
  6. 1,2-полибутадиен. Изомерия.
  7. Поливинилиденхлорид.
  8. Поливинилацетат и его сополимеры.
  9. Полиметилметакрилат.
  10. Поливинилиденфторид, др. фторпласты.
  11. Полиакрилонитрил.
  12. Полихлоропрен.
  13. Сложные полиэфиры. Полиэтилентерефталат.
  14. Сложные полиэфиры. Глифталевые смолы.
  15. Сложные полиэфиры. Поликарбонат.
  16. Полиамиды. Найлон-6.
  17. Полиуретаны.
  18. Полимочевины (поликарбамиды).
  19. Эпоксидные смолы.
  20. Биополимеры. Нуклеиновые кислоты.

#### **Критерии оценки (в баллах):**

*- 9-10 баллов выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на вопросы, продемонстрировал знание терминологии и основных понятий.*

*- 6-8 баллов выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий.*

*- 3-5 баллов выставляется студенту, если студент не полностью раскрыл теоретические вопросы, допущены неточности в определении основных понятий.*

*- 1-2 балла выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий*



## Примеры вопросов к тестам

(правильные ответы отмечены знаком \*)

- 1) Какие сополимеры называются статистическими:
- а) Состав макромолекул которых изменяется непрерывно по цепи;
  - б) Обладающие строгой периодичностью расположения мономерных звеньев;
  - в) Основная цепь которых состоит из мономерных звеньев одного типа, а боковые ответвления представляют блоки мономерных звеньев другого типа;
  - г) Линейные макромолекулы с протяженными полимерными блоками звеньев одного типа, ковалентно связанные с полимерными блоками звеньев другого типа;
- \*д) Сополимеры с хаотичным распределением звеньев в цепи.

- 2) Какие сополимеры относятся к градиентным?
- а) Сополимеры, у которых основная цепь состоит из мономерных звеньев одного типа, а боковые ответвления – блоки из мономерных звеньев другого типа;
  - \*б) Сополимеры, состав макромолекулы которых изменяется непрерывно вдоль цепи;
  - в) Сополимеры, для которых характерна строгая периодичность чередующихся мономерных звеньев;
  - г) Сополимеры, для которых отсутствует порядок в расположении мономерных звеньев.

- 3) Для каких полимеров характерно наличие цис-транс конфигурационной изомерии?

- 1. Полиметилметакрилат;
- 2. 1,4-полибутадиен;
- 3. Поливинилхлорид;
- 4. 1,4-полиизопрен;
- 5. Поливинилиденхлорид;
- 6. Полистирол.

а) только 2; \*б) 2 и 4; в) 1, 4 и 6; г) 3 и 5.

- 4) Для каких полимеров характерна стереоизомерия?

- 1. Макромолекулы которых содержат в основной цепи истинно асимметрический атом углерода и проявляют оптическую активность;
- 2. Основная цепь которых содержит двойные связи;
- 3. Макромолекулы которых содержат псевдоасимметрический атомом углерода и не проявляют оптической активности;
- 4. Макромолекулы которых не содержат асимметрических атомов углерода.

\*а) 1 и 3; б) только 1; в) 2 и 4; г) только 4.

- 5) Какое значение параметра гибкости Флори  $f_0$  соответствует жесткоцепным полимерам:

а)  $f_0 = 1$ ; б)  $f_0 > 0,63$ ; \*в)  $f_0 < 0,63$ ; г)  $f_0 > 1$

б) Какие факторы приводят к уменьшению гибкости макромолекул?

1. Наличие объемных боковых заместителей;
2. Наличие ароматических фрагментов в основной цепи;
3. Отсутствие полярных боковых заместителей;
4. Наличие сопряжений в основной цепи;
5. Отсутствие объемных боковых заместителей.

а) 1 и 4; б) 1 и 2; в) 3 и 5; \*г) 1, 2 и 4.

7) Что называется статистическим сегментом?

- а) Группа атомов, входящая в состав цепи полимера, способная совершать вращение вокруг простых С-С связей;
- \*б) Минимальный отрезок цепи, на протяжении которого теряется корреляция между положением начального и конечного звена;
- в) Наименьшее составное звено, повторением которого может быть описано строение полимера;
- г) Наибольшее составное звено, которое образуется из одной молекулы мономера при полимеризации.

8) Какие полимеры относятся к эластомерам?

- а) Полимеры, способные переходить в вязкотекучее состояние при повышенных температурах, переработка которых не сопровождается химическими реакциями;
- б) Полимеры, формование изделий из которых сопровождается химическими реакциями сшивания, приводящих к образованию неплавкого и нерастворимого продукта.
- \*в) Полимеры, способные к большим обратимым деформациям в широком интервале температур;
- г) Полимеры, обладающие в условиях эксплуатации высокоэластичными свойствами, а при повышенных температурах обратимо переходящие в пластичное или вязкотекучее состояние.

**Критерии оценки (в баллах):**

- 5 баллов выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на вопросы, продемонстрировал знание терминологии и основных понятий.

- 3-4 баллов выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий.

- 1-2 балла выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий.

**Пример лабораторной работы**

**Лабораторная работа № 1. Поликонденсация фенола с формальдегидом в кислой среде (получение новолачной смолы)**

**Цель работы:** ознакомление с реакцией поликонденсации на примере получения фенолформальдегидных полимеров.

**Реактивы:** фенол, раствор формалина (водный раствор формальдегида), концентрированная соляная кислота, индикаторная бумага, растворитель (ацетон)

**Оборудование:** колба с обратным холодильником, термометр, фарфоровая чашка, водяная баня, сушильный шкаф, весы.

#### **Ход работы и обработка результатов**

Навеску фенола помещают в круглодонную колбу, приливают расчетное количество формалина и взбалтывают колбу до полного растворения фенола. Затем с помощью пипетки добавляют 2 капли концентрированной соляной кислоты, соединяют колбу с обратным холодильником и нагревают на водяной бане при температуре 90-100<sup>0</sup>С в течение 1-1,5 час до появления резкого разделения водного и органического слоев.

Содержимое колбы переносят во взвешенную фарфоровую чашку и дают отстояться, после чего сливают верхний водный слой. Оставшуюся в чашке жидкую смолу промывают теплой водой до нейтральной реакции (определяют с помощью индикаторной бумаги) и высушивают на песчаной бане, постепенно повышая температуру до 200<sup>0</sup>С. Находят массу полученной смолы.

Определяют выход полимера в процентах от теоретического. Теоретический выход полимера рассчитывают по уравнению:

$$A = a \cdot 106 / 30$$

где А – теоретический выход смолы, г;

а – масса формальдегида, взятого для реакции;

30 и 106 – значения молекулярных масс, соответственно, формальдегида и элементарного звена полимера.

Исследуют растворимость смолы в ацетоне. На основании полученных результатов делают вывод о структуре полимера.

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

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

#### **Основная литература**

1. Шур, А.М. Высокомолекулярные соединения: учебник для вузов / А.М. Шур. изд. –М: «Высшая школа», 2000 г. - 656 с.
2. Тагер, А.А.Физико-химия полимеров: учебник для вузов / А.А Тагер. 4-е изд. М.: Научный мир, 2007 г. - 573с.
3. Семчиков, Ю.Д. Высокомолекулярные соединения: учебник для вузов / Ю.Д. Семчиков. – Москва: «Академия», 2003 г. - 368 с.

#### **Дополнительная литература**

4. Кулезнев, В.Н. Химия и физика полимеров: учебник для вузов /В.Н.Кулезнев, В.А. Шершнев. 2-е изд. М.: КолосС, 2007 г. - 367 с.
5. Оудиан, Дж. Основы химии полимеров: учебник для вузов / Дж. Оудиан. 4-е изд. М.: Мир, 1992 г. - 614 с.

6. Семчиков Ю. Д., Жильцов С. Ф., Зайцев С. Д. Введение в химию полимеров. — Лань, 2014. — 224 с. ЭВК, ЭБС «Лань»  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=4036](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4036)
7. Киреев, В.В. Высокомолекулярные соединения: Учеб. / В.В. Киреев. М.: Высшая школа, 1992 г. - 512с.
8. Технология пластических масс. / Под ред. В.В. Коршака. М.: Химия, 1976. - 608 с.

### 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети

«Интернет» для освоения дисциплины

1. <http://chemistry-chemists.com/chemister/chemie.htm>
2. <http://xumuk.ru/>
3. <http://chemister.da.ru/>
4. <http://chemistry.narod.ru/>
5. <http://www.chemport.ru/books/index.php>
6. <http://www.newlibrary.ru/book/>

### 5.3. Методические указания для обучаемых по освоению дисциплины

1. Глазырин, А.Б. Реологические свойства полимеров и их растворов: метод. указание / А.Б.Глазырин Э.Р. Каримова; Башкирский государственный университет.— Уфа: РИЦ БашГУ, 2018.— 31 с.

2. Глазырин, А.Б. Закономерности реакции поликонденсации: метод. указание / А.Б.Глазырин Э.Р. Каримова; Башкирский государственный университет.— Уфа: РИЦ БашГУ, 2014.— 29 с.

3. Глазырин, А.Б. Растворы полимеров. Закономерности процесса растворения: метод. указание / А.Б.Глазырин Э.Р. Каримова; Башкирский государственный университет.— Уфа: РИЦ БашГУ, 2016.— 17 с.

4. Глазырин, А.Б. Методы определения молекулярных масс и полидисперсности полимеров: метод. указание / А.Б.Глазырин Э.Р. Каримова; Башкирский государственный университет. - Уфа: РИЦ БашГУ, 2014. - 32 с.

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

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
<b>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</b> аудитория № 405 (корпус ИФ)	Лекции	<b>Аудитория № 403 (компьютерный класс)</b> Коммутатор HP V1410-24G Персональный компьютер в комплекте LenovoThinkCentreAll-In-One (12 шт) Персональный компьютер Моноблок баребон ECS G11-21ENS6B 21.5 G870/2GDDR31333/320G SATA/DVD+RW (12 шт)
<b>2. учебная аудитория</b>	Практические занятия, Тестирование	

<p>для проведения групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: аудитория № 403 аудитория № 405 (корпус ИФ)</p> <p><b>3. учебная аудитория для проведения лабораторных работ:</b> аудитория № 406. Учебная лаборатория аудитория № 308. Лаборатория термического анализа. (корпус ИФ).</p> <p><b>4. помещения для самостоятельной работы:</b> библиотека, аудитория № 201 (корпус ИФ) библиотека, аудитория № 201 (физмат корпус)</p>	<p>Лабораторные занятия</p> <p>самостоятельная работа</p>	<p>Сервер №2 Depo Storm1350Q1 Коммутатор HewlettPackard HP V1410-8 G.</p> <p><b>Программное обеспечение</b></p> <p>1. Учебный класс АРМ WinMachine на 24 сетевых учебных лицензий (+2 преподавательских лицензий). Договор №263 от 07.12.2012 г.</p> <p>2. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. OLP NL Academic Edition (бессрочная лицензия). Договор №104 от 17.06.2013 г.</p> <p>3. Microsoft Office Standart 2013 Russian. OLP NL Academic Edition (бессрочная лицензия). Договор №114 от 12.11.2014 г.</p> <p>4. Система централизованного тестирования БашГУ (Moodle). (afferte)</p> <p><b>Аудитория № 405</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа проектор Mitsubishi EX 320U, экран Dinon Electric L150*200 MW</p> <p><b>Аудитория № 406.</b> Лабораторная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, шкаф вытяжной химический, шкаф-бокс вытяжной – 2 шт. прибор ИИРТ для определения показателя текущей расплава полимеров, вакуум-насос, вакуумный сушильный шкаф, лабораторный регулятор напряжения колбонагреватель ПЭ-4120М, весы ВК-600, прибор для определения сминаемости материалов, круткометр, лабораторная центрифуга Э лабораторная посуда, лабораторные штативы.</p> <p><b>Аудитория № 308.</b> Лабораторная мебель, весы аналитические ВЛР-200 AR-2140, прибор для термического анализа в составе: дифференциальный сканирующий калориметр DSC-1/200 и прибор TGA/DSC с управляющим компьютером и принтером.</p> <p><b>Аудитория № 201 (корпус ИФ)</b> Pentium G2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мышь ПК в компл. Фермо Intel Intel Pentium G2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мышь</p> <p><b>Аудитория № 201 (физмат корпус)</b> Pentium G2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мышь -50 шт. ПК в компл. Фермо Intel. Моноблок №1 Фермо AMD A8-5500 – 50 шт.</p>
--	---	---

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

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

**Дисциплины «Высокомолекулярные соединения»**  
на 6 семестр  
бакалавриат, очная форма обучения

Рабочую программу осуществляют:

Лекции: канд. техн. наук, доцент Глазырин А.Б.

Лабораторные занятия: канд. техн. наук, доцент Глазырин А.Б.

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	32
лабораторных	32
ФКР	1,2
Контроль	54
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	24,8

Форма контроля: экзамен – 6 семестр

#### 4. Содержание рабочей программы дисциплины

	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
		Всего	ЛК	ЛАБ	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	<p><b>Основные понятия о высокомолекулярных соединениях.</b> Понятия «полимер», «олигомер», «макромолекула», «мономер». Основные отличия (особенности свойств) ВМС от низкомолекулярных соединений. Классификация ВМС (топология макромолекул, гомо- и сополимеры, типы сополимеров, гомоцепные и гетероцепные полимеры).</p> <p><b>Основные представители высокомолекулярных соединений.</b> Полимеры природного происхождения – белки, нуклеиновые полимеры, углеводы. Сопolíмеры. Примеры различных типов синтетических и природных сополимеров.</p>	12	4	-	8	[1] – гл.1, с. 5-20; гл.9, с. 281-351; [2] –гл. 1; [3] –1.1.-1.2, 5.6; [7] –гл.4.	[4]; [6]; [7].	КР КТ
2.	<p><b>Понятие о молекулярной массе в химии высокомолекулярных соединений.</b> Среднечисловая и среднемассовая молекулярная масса полимеров. Средневязкостная молекулярная масса полимеров. Степень полимеризации. Молекулярно-массовое распределение макромолекул в полимерах. Методы определения средней молекулярной массы и молекулярно-массового распределения полимеров.</p>	28	4	16	8	[1] – гл. 12, 523-559; [2] –гл. 7, с. 123-129; [3] –1.3.		КР КТ Коллоквиум

3.	<p><b>Конфигурация макромолекул.</b> Конфигурационная изомерия макромолекул. Оптическая и геометрическая изомерия макроцепей. Методы оценки изомерии макромолекул. Влияние изомерии на свойства полимерных тел.</p> <p><b>Конформация макромолекул.</b> Контурная и реальная длина цепей. Типы моделей реальных полимерных цепей. Свободно-сочлененная цепь. Модель с фиксированными валентными углами и длинами связей. Модель с заторможенным вращением цепей.</p>	12	4	-	8	[2] –2.1-2.3. [3] –1.4.	[6].	КР КТ
4.	<p><b>Структурные и физические свойства полимерных тел.</b> Фазовые и агрегатные состояния полимеров. Три физических состояния высокомолекулярных соединений.</p> <p><b>Стеклообразное состояние полимеров.</b> Особенности деформации полимерных тел в стеклообразном состоянии. Температуры стеклования и хрупкости полимеров. Вынужденная высокоэластичность.</p> <p><b>Высокоэластическое состояние полимеров.</b> Деформация полимеров в высокоэластическом состоянии. Теории, объясняющие высокоэластическое состояние полимеров.</p> <p><b>Вязкотекучее состояние полимеров.</b> Течение полимеров. Деформация полимеров в вязкотекучем состоянии.</p>	22	8	6	8	[1] –гл. 10; [2] –гл. 1, с. 30-34; [3] –4.1, 4.2; [7] –5.4-5.5, 6.1-6.3, 8.1-8.4.	[6], [7];	КР КТ
5.	<p><b>Надмолекулярная структура полимеров.</b> Аморфные и кристаллические полимеры. Организация макромолекул в аморфном состоянии. Особенности кристаллизации полимеров. Зависимость свойств полимеров от надмолекулярной структуры полимеров. Методы оценки степени кристаллизации полимеров. Способы управления надмолекулярной структурой полимеров.</p>	8	2	-	6	[3] –4.1; [7] –5.2,10.1-10.6.		КР КТ



6.	<b>Растворы полимеров.</b> Закономерности растворения полимеров. Деформация растворов полимеров. Связь между свойствами растворов полимеров и природой высокомолекулярных соединений.	14	4	4	6	[1] –гл. 11, с. 478-509; [2] –гл. 1-4, 7; [3] –3.1-3.2.		КР КТ
7	<b>Способы осуществления синтеза полимеров в промышленности.</b> Ионная полимеризация. Катионная полимеризация. Анионная полимеризация. Ионно-координационная полимеризация. Сополимеризация. Поликонденсация. Сополиконденсация. <b>Способы проведения полимеризации.</b> Суспензионная полимеризация. Эмульсионная полимеризация. Полимеризация в массе (блоке). Полимеризация в растворе.	26,8	8	8	8,8	[1] – гл.2, гл. 4, гл. 7; [3] –5.2.-5.5.  [1] –гл. 5, гл. 8; [3] –5.6.	[4], [7]	КР КТ Коллоквиум
	<b>Всего:</b>	116,8	32	32	52,8			

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

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

**Дисциплины «Высокомолекулярные соединения»**  
бакалавриат, заочная форма обучения  
4 курс, летняя сессия

Рабочую программу осуществляют:

Лекции: канд. техн. наук, доцент Глазырин А.Б.

Лабораторные занятия: канд. техн. наук, доцент Глазырин А.Б.

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	10
лабораторных	10
ФКР	1,2
Контроль	9
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	113,8

Форма контроля: экзамен – 4 курс, летняя сессия

	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
		Всего	ЛК	ЛАБ	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	<p><b>Основные понятия о высокомолекулярных соединениях.</b> Понятия «полимер», «олигомер», «макромолекула», «мономер». Основные отличия (особенности свойств) ВМС от низкомолекулярных соединений. Классификация ВМС (топология макромолекул, гомо- и сополимеры, типы сополимеров, гомоцепные и гетероцепные полимеры).</p> <p><b>Основные представители высокомолекулярных соединений.</b> Полимеры природного происхождения – белки, нуклеиновые полимеры, углеводы. Сополимеры. Примеры различных типов синтетических и природных сополимеров.</p>	17	1	-	16	[1] – гл.1, с. 5-20; гл.9, с. 281-351;	[4]; [6]; [7]. [2] –гл. 1; [3] –1.1.-1.2, 5.6; [7] –гл.4.	КР КТ

2.	<p><b>Понятие о молекулярной массе в химии высокомолекулярных соединений.</b> Среднечисловая и среднemasсовая молекулярная масса полимеров. Средневязкостная молекулярная масса полимеров. Степень полимеризации. Молекулярно-массовое распределение макромолекул в полимерах. Методы определения средней молекулярной массы и молекулярно-массового распределения полимеров.</p>	21	1	4	16	[1] – гл. 12, 523-559;	[2] –гл. 7, с. 123-129; [3] –1.3.	КР КТ
3.	<p><b>Конфигурация макромолекул.</b> Конфигурационная изомерия макромолекул. Оптическая и геометрическая изомерия макроцепей. Методы оценки изомерии макромолекул. Влияние изомерии на свойства полимерных тел.</p> <p><b>Конформация макромолекул.</b> Контурная и реальная длина цепей. Типы моделей реальных полимерных цепей. Свободно-сочлененная цепь. Модель с фиксированными валентными углами и длинами связей. Модель с заторможенным вращением цепей.</p>	18	2	-	16	[2] –2.1-2.3.	[3] –1.4. [6].	КР КТ

4.	<p><b>Структурные и физические свойства полимерных тел.</b> Фазовые и агрегатные состояния полимеров. Три физических состояния высокомолекулярных соединений.</p> <p><b>Стеклообразное состояние полимеров.</b> Особенности деформации полимерных тел в стеклообразном состоянии. Температуры стеклования и хрупкости полимеров. Вынужденная высокоэластичность.</p> <p><b>Высокоэластическое состояние полимеров.</b> Деформация полимеров в высокоэластическом состоянии. Теории, объясняющие высокоэластическое состояние полимеров.</p> <p><b>Вязкотекучее состояние полимеров.</b> Течение полимеров. Деформация полимеров в вязкотекучем состоянии.</p>	20	2	2	16	[1] –гл. 10;	[6], [7]; [2] –гл. 1, с. 30-34; [3] –4.1, 4.2; [7] –5.4-5.5, 6.1-6.3, 8.1-8.4.	КР КТ
5.	<p><b>Надмолекулярная структура полимеров.</b></p> <p>Аморфные и кристаллические полимеры. Организация макромолекул в аморфном состоянии. Особенности кристаллизации полимеров. Зависимость свойств полимеров от надмолекулярной структуры полимеров. Методы оценки степени кристаллизации полимеров. Способы управле-</p>	18	2	-	16	[3] –4.1;	[7] –5.2, 10.1-10.6.	КР КТ

	ния надмолекулярной структурой полимеров.							
6.	<b>Растворы полимеров.</b> Закономерности растворения полимеров. Деформация растворов полимеров. Связь между свойствами растворов полимеров и природой высокомолекулярных соединений.	8	-	-	8	[1] –гл. 11, с. 478-509;	[2] –гл. 1-4, 7; [3] –3.1-3.2.	КР КТ
7	<b>Способы осуществления синтеза полимеров в промышленности.</b> Ионная полимеризация. Катионная полимеризация. Анионная полимеризация. Ионно-координационная полимеризация. Сополимеризация. Поликонденсация. Сополиконденсация. <b>Способы проведения полимеризации.</b> Суспензионная полимеризация. Эмульсионная полимеризация. Полимеризация в массе (блоке). Полимеризация в растворе.	21,8	2	4	15,8	[1] – гл.2, гл. 4, гл. 7;	[4], [7] [3] –5.2.-5.5. [1] –гл. 5, гл. 8; [3] –5.6.	КР КТ
	Всего:	133,8	10	10	113,8			

**Рейтинг-план дисциплины  
«Высокомолекулярные соединения»**

направление 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии. Профиль: Рациональное использование материальных ресурсов в химической технологии природного сырья. Курс 3, семестр 6.

Количество часов по учебному плану 144, в т.ч. аудиторная работа 65,2, самостоятельная работа 24,8, контроль 54.

Преподаватель: к.т.н., доцент Глазырин А.Б.

Кафедра: Технической химии и матриаловедения

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1. «Основные понятия химии и физики высокомолекулярных соединений. Классификация полимеров. Особенности строения и свойства полимеров»</b>				
<b>Текущий контроль</b>			<b>0</b>	<b>5</b>
Тестовый контроль	6	1	0	5
<b>Рубежный контроль</b>			<b>0</b>	<b>10</b>
Контрольная работа «Строение и свойства полимеров»	10	1	0	10
<b>Модуль 2. «Методы получения полимеров»</b>				
<b>Текущий контроль</b>			<b>0</b>	<b>13</b>
1.Тестовый контроль	5	1	0	5
2. Выполнение и оформление лабораторных работ	8	1	0	8
2.1. Набухание каучуков				
2.2.Определение показателя текучести расплава термопластов.				
2.3. Получение новолачной смолы методом поликонденсации.				
<b>Рубежный контроль</b>			<b>0</b>	<b>15</b>
Сдача коллоквиума по теме: «Закономерности реакции поликонденсации»	15	1	0	15
<b>Модуль 3. «Молекулярные характеристики полимеров»</b>				
<b>Текущий контроль</b>			<b>0</b>	<b>13</b>
1.Тестовый контроль	5	1	0	5
2. Выполнение и оформление лабораторных работ	8	1	0	8
2.1. Определение средневязкостной молекулярной массы полимера.				
2.2.Определениесодержаниянизкомолекулярных фракций в ПВХ-смоле.				
2.3. Оценка полидисперсности образцов ПВХ-смолы.				
<b>Рубежный контроль</b>			<b>0</b>	<b>14</b>
Сдача коллоквиума по теме: «Методы определения молекулярных характе-	15	1	0	14

ристик полимеров»				
<b>Поощрительные баллы</b>				
1. Подготовка реферата	5			
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
1. Посещение лекционных занятий			0	-6
2. Посещение практических (семинарских, лабораторных занятий)			0	-10
<b>Итоговый контроль</b>				
<b>Экзамен</b>				<b>30</b>