

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Сыров Игорь Анатольевич  
Должность: Директор  
Дата подписания: 15.12.2021 13:42:02  
Уникальный идентификатор документа:  
b683afe664d7e9f64175886cf9626a198149a434

СТЕРЛИТАМАКСКИЙ ФИЛИАЛ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет Естественнонаучный  
Кафедра Химии и химической технологии

Утверждено  
на заседании кафедры  
протокол № 1 от 28.08.2018г.  
Зав. кафедрой

  
Абдрашитов Я.М.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

дисциплина Высокомолекулярные соединения

Блок Б1, вариативная часть, Б1.В.01

цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору)

Направление

18.03.01

Химическая технология

код

наименование направления или специальности

Программа

Технология и переработка полимеров

Разработчик (составитель)

к.х.н., доцент

А.А. Богомазова

ученая степень, ученое звание, ФИО



подпись

28.08.2018г.

дата

## Оглавление

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).....	3
1.1. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы.....	3
1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	3
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	4
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся.....	4
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....	4
4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах) ...	5
4.2. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах) ...	5
5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю).....	7
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).....	9
6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования и описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалоценивания.....	9
6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.....	11
6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.....	16
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля).....	17
7.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).....	17
7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля).....	18
7.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости).....	18
8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	19
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).....	19

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

### 1.1. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший программу высшего образования, в рамках изучаемой дисциплины, должен обладать компетенциями, соответствующими виду (видам) профессиональной деятельности, на который (которые) ориентирована программа:

1. *готовностью использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире (ОПК-3);*

2. *способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (ПК-4).*

### 1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Этапы формирования компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
<i>Готовностью использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире (ОПК-3)</i>	1 этап: Знания	Обучающийся должен знать: <ul style="list-style-type: none"><li>• основные понятия и термины из области высокомолекулярных соединений;</li><li>• принципы классификации высокомолекулярных соединений;</li><li>• особенности строения макромолекул и их влияние на уникальные свойства полимеров, позволяющие рассматривать полимерное состояние как особое состояние вещества;</li><li>• классическую теорию растворов полимеров;</li><li>• физико-механические свойства полимеров;</li><li>• способы получения высокомолекулярных соединений.</li></ul>
	2 этап: Умения	Обучающийся должен уметь: <ul style="list-style-type: none"><li>• прогнозировать свойства полимерных материалов, исходя из их состава, способа получения, строения и структуры.</li></ul>
	3 этап: Владения (навыки / опыт деятельности)	Обучающийся должен владеть: <ul style="list-style-type: none"><li>• навыками практической работы получения полимеров и их исследования.</li></ul>
<i>Способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (ПК-4)</i>	1 этап: Знания	Обучающийся должен знать: <ul style="list-style-type: none"><li>• практическое применение полимеров;</li><li>• основную продукцию и современную технологию производства полимеров.</li></ul>
	2 этап: Умения	Обучающийся должен уметь: <ul style="list-style-type: none"><li>• применять полученные знания для решения конкретных задач получения и исследования полимеров с заданными свойствами, в технологии переработки полимеров и определения молекулярной массы полимеров.</li></ul>
	3 этап: Владения (навыки / опыт деятельности)	Обучающийся должен владеть: <ul style="list-style-type: none"><li>• практическими навыками синтеза, исследования физико-химических свойств и структуры высокомолекулярных соединений.</li></ul>

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина реализуется в рамках *вариативной* части.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: математика, информатика, общая и неорганическая химия, органическая химия, коллоидная химия, полимеры в медико-биологических системах, аналитическая химия и физико-химические методы анализа, общая химическая технология полимеров, физико-химические основы нанотехнологий, химия и технология мономеров.

Дисциплины, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: технология производства полимеров, технология переработки полимеров, оборудование производства полимерных изделий, контроль качества продуктов и полупродуктов в производстве полимерных материалов, реакционная способность и модификация полимеров.

Дисциплина изучается по заочной форме обучения 5 л на 4 курсе в 7, 8 семестрах.

## 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 8 зачетных единиц (з.е.), 288 академических часов.

Объем дисциплины	Всего часов
	Заочная форма обучения (5 л)
Общая трудоемкость дисциплины	288
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	25,4
лекций	10
практических	
лабораторных	14
контроль самостоятельной работы	
формы контактной работы (консультации перед экзаменом, прием экзаменов и зачетов, выполнение курсовых, контрольных работ)	1,4
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СРС)	251
Учебных часов на контроль:	
зачет	3,8
экзамен	7,8

## 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

Заочная форма

№	Наименование темы дисциплины	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
		Контактная работа с преподавателем			СРС
		Лек	Сем/Пр	Лаб	
1	Тема 1. Общие представления о полимерах	2			40
2	Тема 2. Растворы полимеров	2		4	50
3	Тема 3 Полимерные тела	1			50
4	Тема 4 Механические свойства полимеров	1		4	50
5	Тема 5 Синтез полимеров	4		6	61
<b>ИТОГО</b>		<b>10</b>		<b>14</b>	<b>251</b>

#### 4.2. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

Лекционный курс

№	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Тема 1. Общие представления о полимерах	Основные понятия и определения: мономер, олигомер, полимер, макромолекула, степень полимеризации. Различия в свойствах высоко- и низкомолекулярных соединений. Классификация полимеров: по происхождению, в зависимости от состава основной цепи, по топологии, по химическому составу, в соответствии со свойствами, определяющими область применения. Биополимеры. Краткая характеристика и области применения важнейших представителей различных классов полимеров. Конфигурация макромолекул: локальная изомерия, цис-/транс-изомерия, стереоизомерия. Конформация макромолекул. Молекулярно-массовые характеристики полимеров (молекулярные массы и молекулярно-массовые распределения). Современные тенденции и новые направления в науке о полимерах. Перспективы промышленного производства полимеров.
2	Тема 2. Растворы полимеров	Особенности процесса растворения полимера. Термодинамический критерий растворимости и доказательство термодинамической равновесности растворов. Фазовые диаграммы системы полимер-растворитель. Критические температуры растворения. Термодинамическое сродство растворителя. Термодинамическое поведение макромолекул в растворах и их особенности по сравнению с поведением молекул низкомолекулярных веществ. Неограниченное и ограниченное набухание. Вязкость разбавленных растворов (относительная, удельная, приведенная, характеристическая). Связь характеристической вязкости с молекулярной массой и средними размерами макромолекул. Вискозиметрия как метод определения средневязкостной молекулярной массы. Концентрационные режимы полимерных растворов. Физико-химические основы и методы фракционирования полимеров. Ионизирующие макромолекулы (полиэлектролиты): классификация и применение; термодинамика растворов; свойства и кооперативные реакции между макромолекулами; изоэлектрическая и изоионная точка.
3	Тема 3. Полимерные тела	Структура кристаллических и аморфных полимеров. Особенности молекулярного строения полимеров и принципы упаковки макромолекул. Условия, необходимые для кристаллизации полимеров. Температура кристаллизации и температура плавления. Структура и надмолекулярная организация кристаллических полимеров. Термотропные жидкокристаллические (мезоморфные) полимеры. Свойства и три физических состояния аморфных полимеров. Конформации аморфных макромолекул. Термомеханические кривые аморфных полимеров.

		ров. Стеклообразное состояние. Высокоэластическое состояние. Термодинамика и молекулярный механизм высокоэластической деформации. Релаксационные явления в полимерах. Принцип температурно-временной суперпозиции. Вязкотекучее состояние. Механизм вязкого течения. Кривые течения полимеров. Зависимость температуры вязкого течения от молекулярной массы. Аномалии вязкого течения.
4	Тема 4 Механические свойства полимеров	Деформационные свойства полимеров. Упругость, эластичность. Кривая деформации. Вынужденная эластичность и изотермы растяжения. Механизм вынужденно-эластической деформации. Ориентация. Принципы формирования ориентированных волокон и пленок. Особенности формирования жидкокристаллической фазы; получение суперпрочных волокон и пластиков. Прочность полимеров. Долговечность полимерных материалов. Механизм разрушения полимеров. Хрупкость полимеров. Пластификация полимеров. Типы пластификаций. Пластификаторы. Модифицирование полимеров.
5	Тема 5. Синтез полимеров	Классификация основных методов получения полимеров. Цепная полимеризация. Радикальная полимеризация. Инициирование радикальной полимеризации. Типы инициаторов. Реакция роста, обрыва и передачи цепи. Кинетика радикальной полимеризации. Факторы, влияющие на кинетику радикальной полимеризации. Ионная полимеризация: катионная и анионная. Катионная полимеризация. Характеристика мономеров, способных вступать в катионную полимеризацию. Катализаторы и сокатализаторы. Рост и ограничение роста цепей при катионной полимеризации. Влияние природы растворителя. Кинетика процесса. Анионная полимеризация. Характеристика мономеров, способных вступать в анионную полимеризацию. Катализаторы анионной полимеризации. Инициирование, рост и ограничение цепей при анионной полимеризации. "Живые цепи". Кинетика процесса. Координационно-ионная полимеризация в присутствии гомогенных и гетерогенных катализаторов типа Циглера-Натта. Принципы синтеза стереорегулярных полимеров. Цепная сополимеризация. Способы проведения цепной полимеризации: в массе, в растворе, в суспензии и в эмульсии. Ступенчатая полимеризация. Поликонденсация. Типы реакций поликонденсации. Кинетика поликонденсации. Способы проведения поликонденсации в расплаве, в растворе и на границе раздела фаз. Полиприсоединение. Полимеризация с раскрытием цикла.

### Курс лабораторных работ

№	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Тема 2. Растворы полимеров	<i>Работа 1.</i> Определение молекулярной массы полимеров химическим методом <i>Работа 2.</i> Определение молекулярной массы полимеров физическим (вискозиметрическим) методом
2	Тема 4 Механические свойства полимеров	<i>Работа 1.</i> Определение плотности полимеров. Определение спирто-, бензино- и маслостойкости. <i>Работа 2.</i> Определение степени дисперсности и однородности порошков. <i>Работа 3.</i> Определение водопоглощения. <i>Работа 4.</i> Определение гигроскопичности. <i>Работа 5.</i> Определение влажности. <i>Работа 6.</i> Определение содержания летучих веществ. <i>Работа 7.</i> Определение содержания золы в полимере <i>Работа 8.</i> Определение огнестойкости. <i>Работа 9.</i> Определение температуры разложения полимеров.
3	Тема 5. Синтез полимеров	<i>Работа 1.</i> Полимеризация стирола. <i>Работа 2.</i> Поликонденсация фенола и формальдегида. <i>Работа 3.</i> Получение тиокольного каучука.

## 5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

*Перечень тем, рекомендуемых для самостоятельного изучения:*

Полимеры: способы получения и производство, свойства, области применения, токсичность и воздействие на живые организмы:

- 1 Полиэтилен
- 2 Полипропилен
- 3 Полиизобутилен
- 4 Полибутадиен
- 5 Полиизопрен
- 6 Полихлоропрен
- 7 Полистирол
- 8 Полиакрилонитрил
- 9 Поливиниловый спирт
- 10 Поливинилацетат
- 11 Поливинилхлорид
- 12 Полиакрилоамид
- 13 Поливинилпиридин
- 14 Поливинилиденфторид
- 15 Политетрафторэтилен
- 16 Полиаллиловый спирт
- 17 Полиакриловая кислота
- 18 Полиметакриловая кислота
- 19 Полиметилакрилат
- 20 Полиметилметакрилат
- 21 Поливинилбутираль
- 22 Полиформальдегид
- 23 Полиэтиленоксид
- 24 Полифенилен
- 25 Полифениленоксид
- 26 Полифениленсульфид
- 27 Полиметилфенилен
- 28 Полиэтилентерефталат
- 29 Полиамид-6
- 30 Полиамид-6,6
- 31 Полифениленсульфон
- 32 Поливинилпирролидон
- 33 Фенолформальдегидная смола
- 34 Карбамидная смола
- 35 Поликарбонат
- 36 Полиуретан

*Список учебно-методических материалов:*

1. Киреев В.В. Учебник для бакалавров высш. проф. образования по направлению подготовки "Химическая технология" (углубленный курс). – М.: Юрайт, 2015. – 602с.

2. Кленин В.И., Федусенко И.В. Высокомолекулярные соединения: учебник для вузов (специальная литература). – СПб.: Лань, 2013. – 508с.

3. Семчиков Ю.Д. Введение в химию полимеров: учеб. пособие для студ. вузов хим. спец. / Ю. Д. Семчиков, С. Ф. Жильцов, С. Д. Зайцев. 2-е изд., стер. – СПб. : Лань, 2014. – 222с.

4. Богомазова А.А., Казакова Е.В., Михайлова Н.Н. Лабораторный практикум по дисциплине «высокомолекулярные соединения» Часть I. – Стерлитамак: Стерлитамакский филиал БашГУ, 2017. – 68 с.

5. Богомазова А.А., Казакова Е.В., Михайлова Н.Н. Лабораторный практикум по дисциплине «высокомолекулярные соединения» Часть II. – Стерлитамак: Стерлитамакский филиал БашГУ, 2017. – 64 с.

6. Богомазова А.А., Казакова Е.В., Михайлова Н.Н. Лабораторный практикум по дисциплине «высокомолекулярные соединения» Часть III. – Стерлитамак: Стерлитамакский филиал БашГУ, 2017. – 61 с.

## 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

### 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования и описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалоценивания.

Планируемые результаты освоения образовательной программы	Этап	Показатели и критерии оценивания результатов обучения				Вид оценочного средства
		неуд.	удовл.	хорошо	отлично	
1	2	3				4
<i>Готовностью использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире (ОПК-3)</i>	1 этап: Знания	не знает основные понятия и термины; классификацию и особенности строения, свойства и методы получения макромолекул	имеет общее представление об особенностях строения макромолекул и их влияния на уникальные свойства полимеров, знает способы получения полимеров	полное понимание основного учебного материала, знает основные понятия и термины, классификацию, строение макромолекул, свойства полимеров и их способы получения, а также особенности химических реакций с участием высокомолекулярных соединений	всестороннее, систематическое и глубокое понимание учебного материала, усвоение основной литературы и знакомство с дополнительной литературой, рекомендованной программой	устный опрос
	2 этап: Умения	не умеет прогнозировать свойства полимерных материалов, исходя из их состава, способа получения, строения и структуры,	допускает существенные ошибки при прогнозировании свойств полимерных материалов, исходя из их состава, способа получения, строения и структуры	умеет прогнозировать свойства полимерных материалов, исходя из их состава, способа получения, строения и структуры, но допускает некоторые неточности при формулировке ответа	свободно прогнозирует свойства полимерных материалов, исходя из их состава, способа получения, строения и структуры	тестирование
	3 этап: Владения (навыки / опыт деятельности)	не владеет навыками практической работы получения полимеров и их исследования	слабо владеет навыками практической работы получения полимеров и их исследования	имеет пробелы в понятийном аппарате учебной дисциплины, владеет навыками практической работы получения полимеров и их исследования	грамотно владеет навыками практической работы получения полимеров и их исследования	лабораторная работа
<i>Способностью принимать конкретные технические</i>	1 этап: Знания	не знает практическое применение	допускает значительные ошибки при объ-	имеет общее представление о практическом приме-	отлично знает практическое применение полимеров;	устный опрос

<p>решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (ПК-4)</p>		<p>полимеров; основную продукцию и современную технологию производства полимеров</p>	<p>яснение о практическом применении полимеров; об современной технологии производства полимеров</p>	<p>нение полимеров; основной продукции и современной технологии производства полимеров</p>	<p>основную продукцию и современную технологию производства полимеров</p>	
	<p>2 этап: Умения</p>	<p>не умеет использовать полученные знания для решения конкретных задач получения полимеров</p>	<p>допускает существенные ошибки при решении конкретных задач получения и исследовании полимеров с заданными свойствами</p>	<p>умеет прогнозировать свойства полимерных материалов, при решении конкретных практических задач допускает ошибки</p>	<p>в совершенстве использует полученные знания для решения конкретных задач получения и исследования полимеров с заданными свойствами, в технологии переработки полимеров и определения молекулярной массы полимеров</p>	<p>контрольная работа</p>
	<p>3 этап: Владения (навыки / опыт деятельности)</p>	<p>не владеет навыками синтеза, исследования физико-химических свойств и структуры высокомолекулярных соединений</p>	<p>слабо владеет навыками синтеза, исследования физико-химических свойств и структуры высокомолекулярных соединений</p>	<p>владеет навыками синтеза, исследования физико-химических свойств и структуры высокомолекулярных соединений, но допускает некоторые неточности</p>	<p>грамотно владеет навыками синтеза, исследования физико-химических свойств и структуры высокомолекулярных соединений</p>	<p>лабораторная работа</p>

**6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Перечень вопросов к устному опросу**

Перечень вопросов для оценки уровня сформированности компетенции **ОПК-3** на этапе «Знания»

1. Общие сведения о ВМС. Конфигурация и конформация. Стереохимия полимеров.
2. Классификация и номенклатура полимеров и сополимеров.
3. Молекулярно-массовые характеристики полимеров.
4. Особенности растворов ВМС. Свойства растворов полимеров.
5. Вязкость разбавленных растворов полимеров. Концентрированные растворы полимеров.
6. Жидкокристаллическое состояние полимеров.
7. Кристаллические полимеры. Кинетика кристаллизации.
8. Три физических состояния аморфных полимеров.
9. Механические свойства полимеров. Деформация. Ориентация. Механика и механизм разрушения полимеров. Ударная прочность полимеров. Долговечность. Усталостная прочность полимеров.
10. Пластификация полимеров.

Перечень вопросов для оценки уровня сформированности компетенции **ПК-4** на этапе «Знания»

1. Методы синтеза ВМС: полимеризация, поликонденсация..
2. Радикальная полимеризация.
3. Полимеризация в окислительно-восстановительных системах.
4. Факторы, влияющие на полимеризацию.
5. Способы проведения полимеризации.
6. Катионная полимеризация.
7. Анионная полимеризация.
8. Ионно-координационная полимеризация. Катализаторы Циглера-Натта.
9. Анионно-координационная полимеризация диенов.
9. Цепная сополимеризация.
10. Поликонденсация.
11. Полиприсоединение.
12. Ионная полимеризация гетероциклов.

**Тестовые задания**

Примеры тестовых заданий для оценки уровня сформированности компетенции **ОПК-3** на этапе «Умения»

1. Механические свойства полимеров делят на:  
а) деформационные и прочностные;

- б) деформационные и ступенчатые;
- в) высокоэластичные и деформационные;
- г) прочностные и упругие.

2. Как называются химические реакции функциональных групп макромолекул или отдельных атомов основной цепи, в ходе которых длина и строение скелета макроцепи сохраняются, но изменяются состав и строение боковых групп?

- а) катионная полимеризация;
- б) анионная полимеризация;
- в) реакции сополимеризации;
- г) полимераналогичные превращения.

### Контрольная работа

Примеры контрольных заданий и методические рекомендации студентам при ответе для оценки уровня сформированности компетенции **ПК-4** на этапе «Умения»

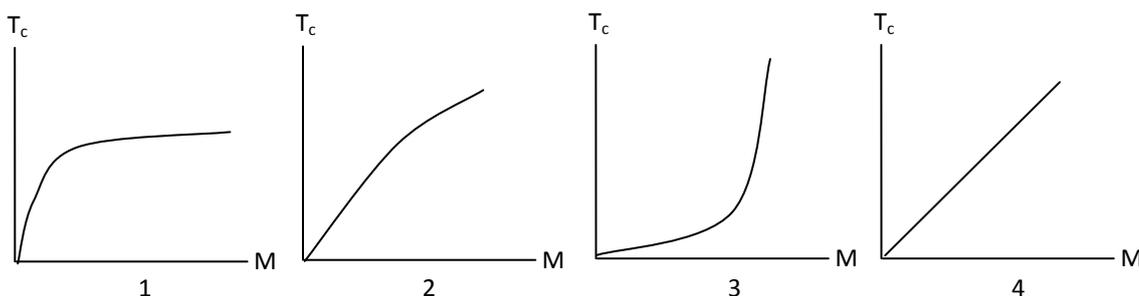
Задание 1. Приведите структурные формулы полимеров, расположив их в порядке возрастания жесткости цепи: полипропилен, полиэтилен, полиакрилонитрил, 1,4-цис-полибутадиен.

Ответ: При ответе на этот вопрос необходимо иметь представление о гибкости (жесткости) полимерной цепи и факторах, влияющих на это свойство. Предложенные полимеры следует расположить в ряд: 1,4-цис-полибутадиен, полиэтилен, полипропилен, полиакрилонитрил. 1,4-цис-Полибутадиен наиболее гибкий полимер, это эластомер, остальные полимеры – пластики. Полиакрилонитрил содержит объемный полярный заместитель, он будет в этом ряду самым жестким полимером.

Задание 2. Приведите структурные формулы всех конфигурационных изомеров для диады (двух соседних звеньев) полиакрилонитрила и назовите их.

Ответ: Полиакрилонитрил относится к монозамещенным полиэтиленам и для него возможна конфигурационная изомерия двух типов: локальная (чередование звеньев по типу гх, гг, хх) и стереотактическая (изо- и синдиотактическая) изомерия для каждого из трех локальных изомеров. Всего должно быть приведено 6 конфигурационных изомеров.

Задание 3. Какая из кривых отражает зависимость температуры стеклования аморфного полимера от его молекулярной массы?



Ответ: рис. 1. Как известно, низкомолекулярные гомологи могут находиться только в двух состояниях: стеклообразном и вязкотекучем. Причем температура перехода из стеклообразного состояния в вязкотекучее повышается с ростом молекулярной массы вещества. Начиная с определенной молекулярной массы возникают высокоэластические свойства, связанные с деформацией самих цепных молекул. Поскольку деформация цепных молекул связана с перемещением отдельных участков (сегментов), температура пере-

хода из стеклообразного состояния в высокоэластическое перестает зависеть от молекулярной массы, т.к. размер сегмента не связан непосредственно с длиной цепи. Таким образом, в гомологическом ряду температура стеклования возрастает по мере роста молекулярной массы (в области небольших значений ММ), а затем перестает зависеть от ММ вещества.

### Лабораторная работа

Перечень контрольных вопросов к отчетам по лабораторным работам для оценки уровня сформированности компетенции **ОПК-3** на этапе «Владения»

1. Какие существуют способы усреднения молекулярных масс макромолекул полимеров?
2. Какими методами определяются среднечисловая и среднемассовая молекулярные массы?
3. Опишите вискозиметрический метод определения молекулярной массы.
4. Что такое полидисперсность? Каковы причины полидисперсности ВМС? Приведите примеры монодисперсных полимеров.
5. Перечислите основные стадии цепных процессов образования макромолекул.
6. Назовите основные условия "живущей" цепной полимеризации.
7. Назовите основные методы инициирования радикальной полимеризации.
8. Приведите примеры основных типов анионных и катионных инициаторов.
9. Перечислите известные вам катализаторы координационной полимеризации.
10. Перечислите основные механизмы ступенчатого роста макромолекул.
11. Назовите основные стадии поликонденсационного процесса.
12. Перечислите возможные побочные реакции при поликонденсации.
13. Составьте уравнение реакции полимеризации (поликонденсации) мономера.

Перечень контрольных вопросов к отчетам по лабораторным работам для оценки уровня сформированности компетенции **ПК-4** на этапе «Владения»

1. Перечислите методы определения плотности жидких и твердых полимеров. Дайте краткую характеристику перечисленным методам.
2. Что такое влажность полимерного материала, в каких единицах она измеряется?
3. Какие методы определения влаги в полимерных материалах существуют? Кратко их охарактеризуйте.
4. Дайте определение понятиям удельный объем, насыпная плотность. В каких единицах измерения они выражаются?
5. Объясните понятия кристаллизационной и гигроскопической влажности?
6. Как определяют содержание влаги и летучих веществ в полимерных материалах методом высушивания?
7. Как определяют содержание влаги и летучих веществ в полимерных материалах по методу Дина и Старка?
8. Что такое водопоглощение? В чем выражают водопоглощение?
9. Что такое зольность полимера? В каких единицах измерения она выражается?
10. С какой целью проводят озоление? На какие качества полимера влияет зольность?

11. Опишите методику определения золы в полимерах?

### Перечень вопросов к зачету

- 1 Общие сведения о ВМС. Различия в свойствах высоко- и низкомолекулярных соединений. Конформация макромолекул.
- 2 Конфигурация макромолекул: локальная изомерия, *цис*-, *транс*-изомерия и стерео-изомерия.
- 3 Классификация и номенклатура полимеров.
- 4 Молекулярно-массовые характеристики полимеров. Молекулярно-массовое распределение. Молекулярная масса полимера: среднечисловая, среднемассовая (средневесовая) и  $\bar{z}$ -средняя молекулярная масса. Полидисперсность.
- 5 Растворы ВМС. Свойства растворов полимеров.
- 6 Фазовые диаграммы системы «полимер – растворитель».
- 7 Вязкость разбавленных растворов полимеров. Вискозиметрия.
- 8 Концентрированные растворы полимеров.
- 9 Полиэлектролиты: классификация, свойства, применение.
- 10 Жидкокристаллическое состояние полимеров.
- 11 Кристаллические полимеры. Надмолекулярная структура.
- 12 Три физических состояния аморфных полимеров.
- 13 Физико-механические свойства полимеров. Деформация. Механика и механизм разрушения полимеров. Прочность и долговечность полимеров.
- 14 Релаксационные явления в полимерах.
- 15 Пластификация полимеров.

### Перечень вопросов к экзамену

1. Общие сведения о ВМС. Различия в свойствах высоко- и низкомолекулярных соединений. Конформация макромолекул.
2. Конфигурация макромолекул: локальная изомерия, *цис*-, *транс*-изомерия и стерео-изомерия.
3. Классификация и номенклатура полимеров.
4. Молекулярно-массовые характеристики полимеров. Молекулярно-массовое распределение. Молекулярная масса полимера: среднечисловая, среднемассовая (средневесовая) и  $\bar{z}$ -средняя молекулярная масса. Полидисперсность.
5. Растворы ВМС. Свойства растворов полимеров.
6. Фазовые диаграммы системы «полимер – растворитель».
7. Вязкость разбавленных растворов полимеров. Вискозиметрия.
8. Концентрированные растворы полимеров.
9. Полиэлектролиты: классификация, свойства, применение.
10. Жидкокристаллическое состояние полимеров.
11. Кристаллические полимеры. Надмолекулярная структура.
12. Три физических состояния аморфных полимеров.
13. Релаксационные явления в полимерах.
14. Пластификация полимеров.

15. Физико-механические свойства полимеров. Деформация. Механика и механизм разрушения полимеров. Прочность и долговечность полимеров.
16. Электрические свойства полимеров.
17. Синтез полимеров: цепная и ступенчатая полимеризация. Мономеры для реакции полимеризации.
18. Радикальная полимеризация. Способы инициирования полимеризации: термическое, фотохимическое инициирование и ионизирующее излучение.
19. Радикальная полимеризация. Химическое инициирование. Рост и обрыв цепи при радикальной полимеризации.
20. Радикальная полимеризация. Реакции передачи цепи: на мономер, инициатор, растворитель и полимер.
21. Элементарные реакции радикальной полимеризации: инициирование, рост цепи, реакции передачи цепи, обрыв цепи.
22. Полимеризация в окислительно-восстановительных системах.
23. Факторы, влияющие на кинетику радикальной полимеризации (ингибиторы, гелевый эффект, температура и давление).
24. Способы проведения полимеризации: в массе, в растворе (лаковый способ, реакция теломеризации, полимеризация в разбавителе).
25. Суспензионная и эмульсионная полимеризации. Инверсионные эмульсионные системы.
26. Общая характеристика ионной полимеризации: катионной и анионной. Мономеры ионной полимеризации. Влияние растворителя и температуры.
27. Катионная полимеризация. Основные реакции инициирования.
28. Катионная полимеризация. Реакции инициирования, роста цепи, передача цепи, обрыва цепи.
29. Анионная полимеризация. Основные реакции инициирования.
30. Анионная полимеризация. Реакции инициирования, роста цепи, передача цепи, обрыва цепи.
31. Ионно-координационная полимеризация. Катализаторы Циглера-Натта.
32. Анионно-координационная полимеризация диенов. Полимеризация под действием  $\pi$ -аллильных комплексов переходных металлов.
33. Модели активного центра на гетерогенном катализаторе Циглера-Натта: моно- и биметаллическая.
34. Цепная сополимеризация. Живая и псевдоживая полимеризации. Блок-сополимеры.
35. Ступенчатая полимеризация: гомо- и гетерополиконденсация, равновесная и неравновесная поликонденсация. Мономеры для поликонденсации.
36. Стадии поликонденсационных процессов. Образование реакционных центров.
37. Стадия образования цепных молекул и прекращения роста в ступенчатых процессах. Побочные реакции на стадии образования макромолекул: реакции циклизации и обменные реакции.
38. Поликонденсация как метод получения крупнотоннажных полимеров, таких как полиэфиры, полиамиды, карбамиды, фенопласты, аминопласты, полисилоксаны, полисульфиды. Основные области применения.
39. Методы осуществления ступенчатых реакций синтеза полимеров. Поликонденсация эмульсионная, межфазная, твердофазная.
40. Полиприсоединение.

41. Ионная полимеризация гетероциклов. Гетероциклы, способные к ионной полимеризации.

42. Ионная полимеризация циклических эфиров и циклических ацеталей.

43. Полимеризация лактамов. Полимеризация циклических силоксанов и циклофосфазенов.

### 6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

#### *Рейтинг-план дисциплины (7 семестр)*

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1</b>				
<b>Текущий контроль</b>			<b>0</b>	<b>25</b>
1. Выполнение и защита лабораторных работ	5	3	0	15
2. Устный опрос	2	5	0	10
<b>Рубежный контроль</b>	<b>25</b>		<b>0</b>	<b>25</b>
Контрольная работа	25	1	0	25
<b>Модуль 2</b>				
<b>Текущий контроль</b>			<b>0</b>	<b>25</b>
1. Выполнение и защита лабораторных работ	5	3	0	15
2. Устный опрос	2	5	0	10
<b>Рубежный контроль</b>	<b>25</b>		<b>0</b>	<b>25</b>
Тестирование	25	1	0	25
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
Посещение лекционных занятий			<b>0</b>	<b>-6</b>
Посещение лабораторных занятий			<b>0</b>	<b>-10</b>
<b>Итоговый контроль</b>				
Зачет				

#### *Рейтинг-план дисциплины (8 семестр)*

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1</b>				
<b>Текущий контроль</b>			<b>10</b>	<b>20</b>
1. Выполнение и защита лабораторных работ	2	5	5	10
2. Устный опрос	5	2	5	10
<b>Рубежный контроль</b>			<b>5</b>	<b>15</b>
Контрольная работа	15	1	5	15
<b>Модуль 2</b>				
<b>Текущий контроль</b>			<b>10</b>	<b>20</b>
1. Выполнение и защита лабораторных работ	2	5	5	10
2. Устный опрос	5	2	5	10
<b>Рубежный контроль</b>			<b>5</b>	<b>15</b>
Тестирование	15	1	5	15
<b>Поощрительные баллы</b>				
Активная работа на лекционных и лабораторных занятиях			<b>0</b>	<b>10</b>
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
Посещение лекционных заня-			<b>0</b>	<b>-6</b>

тий				
Посещение лабораторных занятий			0	-10
<b>Итоговый контроль</b>				
Экзамен	30	1	0	30

Объем и уровень сформированности компетенций целиком или на различных этапах у обучающихся оцениваются по результатам текущего контроля количественной оценкой, выраженной в рейтинговых баллах. Оценке подлежит каждое контрольное мероприятие.

При оценивании сформированности компетенций применяется четырехуровневая шкала «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично».

Максимальный балл по каждому виду оценочного средства определяется в рейтинг-плане и выражает полное (100%) освоение компетенции.

Уровень сформированности компетенции «хорошо» устанавливается в случае, когда объем выполненных заданий соответствующего оценочного средства составляет 80 - 100%; «удовлетворительно» – выполнено 40 - 80%; «неудовлетворительно» – выполнено 0 - 40%

Рейтинговый балл за выполнение части или полного объема заданий соответствующего оценочного средства выставляется по формуле:

$$\text{Рейтинговый балл} = k \times \text{Максимальный балл},$$

где  $k = 0,2$  при уровне освоения «неудовлетворительно»,  $k = 0,4$  при уровне освоения «удовлетворительно»,  $k = 0,8$  при уровне освоения «хорошо» и  $k = 1$  при уровне освоения «отлично».

Оценка на этапе промежуточной аттестации выставляется согласно Положению о модульно-рейтинговой системе обучения и оценки успеваемости студентов БашГУ:

На экзамене выставляется оценка:

- отлично - при накоплении от 80 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),
- хорошо - при накоплении от 60 до 79 рейтинговых баллов,
- удовлетворительно - при накоплении от 45 до 59 рейтинговых баллов,
- неудовлетворительно - при накоплении менее 45 рейтинговых баллов.

На зачете выставляется оценка:

- зачтено - при накоплении от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),
- не зачтено - при накоплении от 0 до 59 рейтинговых баллов.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### 7.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

#### Основная учебная литература:

1. Семчиков Ю.Д. Введение в химию полимеров: учеб. пособие для студ. вузов хим. спец. / Ю. Д. Семчиков, С. Ф. Жильцов, С. Д. Зайцев. - 2-е изд., стер. - СПб.: Лань, 2014. - 222с. (кол-во экземпляров: всего - 20).

#### Дополнительная учебная литература:

2. Кленин В.И., Федусенко И.В. Высокомолекулярные соединения: учебник для вузов (специальная литература). – СПб.: Лань, 2013. – 508с. (кол-во экземпляров: всего - 10).
3. Киреев В.В. Учебник для бакалавров высш. проф. образования по направлению подготовки "Химическая технология" (углубленный курс). – М.: Юрайт, 2015. – 602с. (кол-во экземпляров: всего - 30).

**7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

№	Наименование документа с указанием реквизитов	Срок действия документа
1.	Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM, договор с ООО «ЗНАНИУМ» № 3151эбс от 31.05.2018	До 03.06.2019
2.	Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» (коллекция книг для СПО), договор от 31.05.2018.	До 02.06.2019
3.	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online», договор с ООО «Нексмедиа» № 847 от 29.08.2017	До 01.10.2018
4.	Электронно-библиотечная система издательства «Лань», договор с ООО «Издательство «Лань» № 838 от 29.08.2017	До 01.10.2018
5.	База данных периодических изданий (на платформе East View EBSCO), договор с ООО «ИВИС» № 133-П 1650 от 03.07.2018	До 31.06.2019
6.	База данных периодических изданий на платформе Научной электронной библиотеки (eLibrary), Договор с ООО «РУ-НЭБ» № 1256 от 13.12.2017	До 31.12.2018
7.	Электронная база данных диссертаций РГБ, Договор с ФГБУ «РГБ» № 095/04/0220 от 6 дек. 2017 г.	До 07.12.2018
8.	Национальная электронная библиотека, Договор с ФГБУ «РГБ» № 101/НЭБ/1438 от 13 апр. 2016 г.	Бессрочный
9.	Электронно-библиотечная система «ЭБ БашГУ», договор с ООО «Открытые библиотечные системы» № 095 от 01.09.2014	Бессрочный

№	Адрес (URL)	Описание страницы
1.	<a href="http://www.polymsci.ru/static.php?mode=about&amp;sid=1249ee10404d5d6fdef5ef3a70de8026">http://www.polymsci.ru/static.php?mode=about&amp;sid=1249ee10404d5d6fdef5ef3a70de8026</a>	Научный журнал Высокомолекулярные соединения
2.	<a href="http://www.e-plastic.ru/about">http://www.e-plastic.ru/about</a>	ПластЭксперт. Все о пластиках и полимерах

**7.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Наименование программного обеспечения
Office Standard 2007 Russian OpenLicensePack NoLevel Acdmc
Windows 7 Professional

## 8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид учебных занятий	Организация деятельности обучающегося
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, химические реакции, выводы, формулировки, обобщения; выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, отметить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на лабораторном занятии.
Лабораторная работа	Методические указания по выполнению лабораторных работ. Инструкция по выполнению требований к оформлению лабораторной работы находится в методических материалах по дисциплине.
Устный опрос	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам и др.
Контрольная работа / тестирование	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующихся для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Решение задач и составление схем реакций.
Подготовка к зачету и экзамену	При подготовке к экзамену и зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

## 9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория текущего контроля и промежуточной аттестации, учебная аудитория групповых и индивидуальных консультаций №13	Учебная мебель, доска, мультимедиа-проектор, экран настенный, учебно-наглядные пособия
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория текущего контроля и промежуточной аттестации, учебная аудитория групповых и индивидуальных консультаций №36	Учебная мебель, доска, мультимедиа-проектор, экран настенный, учебно-наглядные пособия
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория текущего контроля и промежуточной аттестации, учебная аудитория групповых и индивидуальных консультаций №37	Учебная мебель, доска, мультимедиа-проектор, экран настенный, учебно-наглядные пособия
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория текущего контроля и промежуточной аттестации, учебная аудитория групповых и индивидуальных консультаций №38	Учебная мебель, доска, мультимедиа-проектор, экран настенный, учебно-наглядные пособия
Лаборатория аналитической химии. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория текущего контроля и промежуточной аттестации, учебная аудитория групповых и индивидуальных консультаций №215	Учебная мебель, доска, учебно-наглядные пособия, сушильный шкаф, вытяжные шкафы, химическая посуда, весы, электрические плитки, водяные бани, дистиллятор
Лаборатория органической химии. Учебная аудито-	Учебная мебель, доска, учебно-наглядные пособия,

рия для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория текущего контроля и промежуточной аттестации, учебная аудитория групповых и индивидуальных консультаций №221	сушильный шкаф, вытяжные шкафы, химическая посуда, весы, дистиллятор, электрические плитки, химические реактивы
Лаборатория общей и неорганической химии. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория текущего контроля и промежуточной аттестации, учебная аудитория групповых и индивидуальных консультаций №223	Учебная мебель доска, учебно-наглядные пособия, вытяжные шкафы, химическая посуда, весы, химические реактивы
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория текущего контроля и промежуточной аттестации, учебная аудитория групповых и индивидуальных консультаций №405	Доска, учебная мебель, компьютеры, переносной экран, переносной проектор, учебно-наглядные пособия
Читальный зал: помещение для самостоятельной работы №144	Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, компьютеры