

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова**

Институт фундаментальной и прикладной химии

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета биологии и экологии



О.А. Маракаев  
«21» мая 2024 г.

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

Направление подготовки  
04.03.01 Химия

Направленность (профиль)  
«Медицинская и фармацевтическая химия»

Форма обучения  
очная

Программа одобрена  
на заседании института  
протокол № 9 от «18» апреля 2024 года

Программа одобрена  
НМК факультета биологии и экологии  
протокол № 6 от «29» апреля 2024 года

Ярославль

### 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является знакомство студентов с основами науки о полимерах и ее важнейшими практическими приложениями, знание которых необходимо каждому химику, независимо от его последующей специализации.

Курс дает представления о полимерном состоянии как особой форме существования веществ, о классификации полимеров и их важнейших представителях, о строении макромолекул и их основных химико-физических свойствах, реакциях макромолекул для химического и структурно-химического модифицирования полимерных материалов и изделий, а также об основах синтеза полимеров.

### 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Высокомолекулярные соединения» (Б1.О.09.02) относится к обязательной части образовательной программы и входит в модуль Б1.О.09 «Органическая химия, химия полимеров и биологических объектов».

Курс тесно связан и опирается на такие дисциплины, как неорганическая, аналитическая, органическая, общая и физическая химия, биохимия, а также физика и математика.

Знания и навыки, полученные при изучении дисциплины необходимы для выполнения выпускной работы, в научно-производственной и проектной деятельности, а также для продолжения обучения в магистратуре по направлению «Физико-органическая и фармацевтическая химия».

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
<b>Универсальные компетенции</b>		
<b>УК-8</b> Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов.	<b>УК-8.3</b> Выявляет проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте; предлагает мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций.	<b>Знать:</b> – правила безопасности при проведении экспериментальных работ по синтезу и исследованию свойств полимерных материалов. <b>Уметь:</b> – разрабатывать мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций. <b>Владеть:</b> – приемами устранения проблем, связанных с нарушениями техники безопасности на рабочем месте.

<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		
<b>ОПК-1</b> Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений.	<b>ОПК-1.1</b> Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов.	<b>Знать:</b> – основные понятия и закономерности химии высокомолекулярных соединений. <b>Уметь:</b> – систематизировать и анализировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений свойств веществ и материалов. <b>Владеть навыками:</b> – сбора, обработки и систематизации информации по теме исследования.
	<b>ОПК-1.2</b> Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии.	<b>Знать:</b> – методы выполнения расчетно-теоретических работ по изучению строения и свойств высокомолекулярных соединений. <b>Уметь:</b> – выполнять расчетно-теоретические работы с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии. <b>Владеть навыками:</b> – проведения интерпретации полученных результатов экспериментальных и расчетно-теоретических исследований в области синтетических материалов.
	<b>ОПК-1.3</b> Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.	<b>Знать:</b> – правила составления отчетов по полученным результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности. <b>Уметь:</b> – делать обоснованные выводы по результатам анализа литературных данных серии экспериментов и расчетно-теоретических работ химической направленности; – оформлять данные экспериментальных и теоретических исследований в виде графиков и таблиц. <b>Владеть навыками:</b> – представления полученных результатов в виде рефератов и отчетов лабораторных работ.

<p><b>ОПК-2</b> Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием.</p>	<p><b>ОПК-2.1</b> Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности.</p>	<p><b>Знать:</b> – свойства химических материалов, методы безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств. <b>Уметь:</b> – использовать методы безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств. <b>Владеть:</b> – методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств.</p>
	<p><b>ОПК-2.2</b> Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик.</p>	<p><b>Знать:</b> – основные закономерности протекания процессов полимеризации и поликонденсации; – методы качественного контроля химических процессов синтеза ВМС. <b>Уметь:</b> – планировать химический эксперимент по синтезу высокомолекулярных соединений. <b>Владеть:</b> – техникой эксперимента синтеза высокомолекулярных соединений.</p>
	<p><b>ОПК-2.3</b> Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе.</p>	<p><b>Знать:</b> – химические и физико-химические методы исследования веществ, в том числе высокомолекулярных соединений. <b>Уметь:</b> – выбирать методы исследования строения промежуточных и конечных продуктов синтеза высокомолекулярных соединений. <b>Владеть:</b> – техникой составления схемы анализа объекта исследования; – приемами измерения физико-химических величин с заданной точностью.</p>

	<p><b>ОПК-2.4</b> Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования.</p>	<p><b>Знать:</b> – экспериментальные методы определения физических констант и физических свойств веществ; – правила работы на современной аппаратуре при определении физических констант и физических свойств веществ. <b>Уметь:</b> использовать современное научное оборудование для определения физико-химических характеристик веществ и материалов. <b>Владеть навыками:</b> – работы на современном научном оборудовании при проведении исследования свойств веществ и материалов.</p>
<p><b>ОПК-3</b> Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники.</p>	<p><b>ОПК-3.1</b> Применяет теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности.</p>	<p><b>Знать:</b> – теоретические и полуэмпирические модели, используемые при изучении свойств высокомолекулярных соединений. <b>Уметь:</b> – использовать теоретические и полуэмпирические модели для проведения исследований в области высокомолекулярных соединений. <b>Владеть навыками:</b> – применения полуэмпирических моделей для проведения исследований в области высокомолекулярных соединений.</p>
	<p><b>ОПК-3.2</b> Использует стандартное программное обеспечение при решении задач химической направленности.</p>	<p><b>Знать:</b> – стандартное программное обеспечение оборудования, используемого для проведения работ по проведению синтеза и изучению свойств полимеров. <b>Уметь:</b> – применять стандартное программное обеспечение для проведения работ по проведению синтеза и изучению свойств полимеров. <b>Владеть навыками:</b> – использования стандартного программного обеспечения оборудования при проведении работ по проведению синтеза и изучению свойств полимеров.</p>

<p><b>ОПК-4</b> Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач.</p>	<p><b>ОПК-4.2</b> Обрабатывает данные с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик.</p>	<p><b>Знать:</b> – набор стандартных способов аппроксимации численных характеристик. <b>Уметь:</b> – применять стандартные способы аппроксимации численных характеристик при обработке полученных данных. <b>Владеть навыками:</b> – обработки полученных данных с помощью стандартных способов аппроксимации численных характеристик.</p>
	<p><b>ОПК-4.3</b> Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений.</p>	<p><b>Знать:</b> – основы фундаментальных разделов химии: неорганической, органической, аналитической и физической химии. – особенности свойств высокомолекулярных систем, отличия их от низкомолекулярных соединений. <b>Уметь:</b> – интерпретировать результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений. <b>Владеть навыками:</b> – интерпретации полученных результатов с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач.</p>

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 акад.ч.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости  Форма промежуточной аттестации (по семестрам)  Формы ЭО и ДОТ (при наличии)
			Контактная работа						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	
1	Введение.	7	2			1		2	Задания для СР. СР № 1.
2	Основные представители природных и синтетических полимеров.	7	2		8	1		2	Задания для СР. СР № 2. Подготовка доклада и презентации по теме реферата № 1-3 Отчет о ЛР.
3	Классификация полимеров.	7	2			2		2	Задания для СР. Подготовка к презентации по теме реферата № 4-10
4	Структура и свойства полимеров.	7	2			2		4	Задания для СР. СР № 3. Подготовка к презентации по теме реферата № 12-15
5	Синтез полимеров. Полимеризация.	7	2		10	2		4	Задания для СР. Подготовка к презентации по теме реферата 16-19. Отчет о ЛР
6	Синтез полимеров. Поликонденсация.	7	2		10	2		2	Задания для СР. Подготовка к презентации по теме реферата 20-24. Отчет о ЛР.
7	Химические свойства полимеров. Особенности химических реакций с участием макромолекул.	7	2		8	2		2	Задания для СР. Подготовка к презентации по теме реферата 25-26. Отчет о ЛР.
8	Растворы полимеров.	7	2		8	2		2	Задания для СР. Подготовка к презентации по теме реферата 27-29 Отчет о ЛР.
9	Способы переработки полимеров в изделия.	7	2		10	1		1	Задания для СР. Подготовка к презентации по теме реферата 30-31 Итоговая контрольная работа. Отчет о ЛР.
						2	0,5	33,5	Экзамен
	<b>ИТОГО</b>		<b>18</b>		<b>54</b>	<b>17</b>	<b>0,5</b>	<b>54,5</b>	

СР – самостоятельная работа; ЛР – лабораторная работа

#### 4.1 Информация о реализации дисциплины в форме практической подготовки

##### Информация о разделах дисциплины и видах учебных занятий, реализуемых в форме практической подготовки

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Место проведения занятий в форме практической подготовки
			Контактная работа						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	
1	Основные представители природных и синтетических полимеров.	7			8				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
2	Синтез полимеров. Полимеризация.	7			10				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
3	Синтез полимеров. Поликонденсация.	7			10				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
4	Химические свойства полимеров. Особенности химических реакций с участием макромолекул.	7			8				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
5	Растворы полимеров.	7			8				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
6	Способы переработки полимеров в изделия.	7			10				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
	<b>ИТОГО</b>				<b>54</b>				

#### Содержание разделов дисциплины

##### 1. Введение

1.1 Введение. История науки. Основные характеристики полимеров. Мономеры. Мономерное звено. Степень полимеризации. Среднемассовая молекулярная масса. Среднечисловая молекулярная масса. Степень полидисперсности.

1.2. Основные отличия высокомолекулярных соединений от низкомолекулярных. Физические свойства высокомолекулярных соединений.

##### 2. Основные представители природных и синтетических полимеров.

2.1 Природные полимеры. Строение и свойства. Роль в живой и неживой природе.

2.2. Промышленные полимеры. Строение и свойства.

2.3. Способы синтеза полимеров в промышленности.

ЛР № 1. Синтез фенолоформальдегидных смол в кислой среде.

ЛР № 2. Синтез фенолоформальдегидных смол в присутствии основания.

##### 3. Классификация полимеров.

3.1. Классификация полимеров в зависимости от происхождения, химического состава и строения основной цепи, от топологии макромолекул. Линейные, разветвленные, лестничные и сшитые полимеры.

3.2. Гомополимеры, сополимеры, блок-сополимеры, привитые сополимеры. Гомоцепные и гетероцепные полимеры.



#### **4. Структура и свойства полимеров.**

4.1. Структура и основные физические свойства полимерных тел. Особенности молекулярного строения полимеров и принципов упаковки макромолекул.

4.2. Аморфные и кристаллические полимеры. Условия, необходимые для кристаллизации полимеров. Температура кристаллизации и температура плавления. Структура и надмолекулярная организация кристаллических полимеров. Различия и сходство в структурной организации кристаллических и аморфных полимеров.

4.3. Свойства аморфных полимеров. Три физических состояния. Термомеханические кривые аморфных полимеров. Высокоэластическое состояние. Термодинамика и молекулярный механизм высокоэластических деформаций. Нижний предел молекулярных масс, необходимых для проявления высокоэластичности. Релаксационные явления в полимерах.

4.4. Стеклообразное состояние. Особенности полимерных стекол. Вынужденная эластичность и изотермы растяжения. Хрупкость полимеров.

4.5. Вязкотекучее состояние. Механизм вязкого течения. Кривые течения полимеров. Зависимость температуры вязкого течения от молекулярной массы. Пластификация полимеров.

4.6. Свойства кристаллических полимеров. Термомеханические кривые кристаллических и кристаллизующихся аморфных полимеров. Механизм разрушения полимеров. Ориентированные структуры кристаллических и аморфных полимеров. Анизотропия механических свойств. Способы ориентации.

#### **5. Синтез полимеров. Полимеризация.**

5.1. Пути синтеза полимеров: полимеризация и поликонденсация.

5.2. Радикальная полимеризация и сополимеризация. Инициирование радикальной полимеризации. Типы инициаторов. Реакции роста, обрыва и передачи цепи (ингибиторы, регуляторы). Кинетика радикальной полимеризации. Реакционная способность мономеров в реакциях радикальной полимеризации и связь ее со строением молекулы.

5.3. Способы проведения полимеризации. Полимеризация в массе, растворе, суспензии, эмульсии.

5.4. Ионная полимеризация и сополимеризация. Мономеры, катализаторы и активные центры катионной и анионной полимеризации.

5.5. Координационно-ионная полимеризация. Стереорегулирование при радикальной полимеризации. Влияние природы противоиона, растворителя, катализатора на стереорегулирование. Катализаторы Циглера-Натта.

ЛР № 3. Методы математического планирования эксперимента, планирование эксперимента по синтезу полистирола методом радикальной полимеризации с использованием метода планированного эксперимента (составление матрицы планирования эксперимента по синтезу полистирола).

ЛР № 4. Изучение кинетики полимеризации стирола в массе (определение скорости полимеризации по изменению показателя преломления реакционной массы, определение порядка реакции по инициатору).

ЛР № 5. Катионная полимеризация стирола в присутствии четыреххлористого титана. Определение расхода катализатора.

#### **6. Синтез полимеров. Поликонденсация**

6.1. Поликонденсация. Типы реакций поликонденсации. Термодинамика поликонденсации. Кинетика линейной поликонденсации. Влияние концентрации мономера, температуры, катализатора на скорость поликонденсации.

6.2. Способы проведения поликонденсации: в расплаве, в растворе, на границе раздела фаз. Примеры важнейших поликонденсационных реакций.

ЛР № 6. Поликонденсация адипиновой кислоты и диэтиленгликоля (получение полиэфира линейного строения на основе двухосновной кислоты и диэтиленгликоля, определение кинетических и термодинамических параметров реакции).

ЛР № 7. Идентификация полимеров (проведение и анализ ИК-спектроскопии образцов различных классов полимеров).

### **7. Химические свойства полимеров. Особенности химических реакций с участием макромолекул**

7.1. Химические реакции, не сопровождающиеся изменением степени полимеризации: полимераналогичные и внутримолекулярные реакции.

7.2. Химические реакции, приводящие к увеличению степени полимеризации: межмолекулярные реакции, блок – и привитая сополимеризация.

7.3. Химические реакции, приводящие к уменьшению степени полимеризации. Деструкция полимеров.

ЛР № 8. Синтез поливинилового спирта.

ЛР № 9. Сшивка (гидрофобизация) поливинилспиртовых волокон формальдегидом.

### **8. Растворы полимеров**

8.1. Растворение и набухание полимеров. Степень набухания.

8.2. Факторы, определяющие растворение и набухание полимеров.

8.3. Взаимодействия в растворах полимеров. Сольватация, ассоциация и процессы структурообразования.

ЛР № 10. Определение степени набухания во времени (кинетики) полимеров различных классов в растворителях различной природы.

### **9. Способы переработки полимеров в изделия**

9.1. Получение изделий из расплавов полимеров.

9.2. Получение изделий из растворов полимеров.

ЛР № 11. Формование термореактивных прессматериалов.

ЛР № 12. Переработка реактопластов методом компрессионного прессования.

ЛР № 13. Механические испытания пластмасс.

## **5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

**Вводная лекция** – дает первое целостное представление о дисциплине и ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор курса, история развития науки и практики, достижения в этой сфере, имена известных ученых, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции высказываются методические и организационные особенности работы в рамках данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

**Академическая лекция** – последовательное изложение учебного материала в виде монолога преподавателя с применением мультимедийных приложений. Возможно также общение со студентами при рассмотрении примеров и фактов, уже знакомых из смежных учебных дисциплин. Требования к академической лекции: современный научный уровень, информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, современных фактов.

**Лабораторные занятия** – выполнение лабораторной работы обеспечивает закрепление полученных теоретических знаний, обеспечивает освоение навыков самостоятельной лабораторной работы. Формулировка выводов по полученным результатам учит умению анализировать и обобщать полученные экспериментальные данные, развивает логическое мышление.

**Консультации** – групповые занятия, являющиеся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов.

В процессе обучения будут задействованы аудитории, оборудованные для проведения лекций, лабораторных и практических занятий, консультаций, фонд библиотеки, синтетическое и аналитическое оборудование, компьютерная техника. Для обеспечения самостоятельной работы студентов по дисциплине преподавателями кафедры разработаны и изданы специальные методические указания, описания выполняемых лабораторных работ (см. перечень основной и дополнительной учебной литературы).

В процессе обучения используются следующие технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии:

**Электронный учебный курс в LMS Электронный университет Moodle ЯрГУ**, в котором:

- представлены задания для самостоятельной работы обучающихся по темам дисциплины;
- осуществляется проведение отдельных мероприятий текущего контроля успеваемости студентов;
- представлены тексты лекций по отдельным темам дисциплины;
- представлены правила прохождения промежуточной аттестации по дисциплине;
- представлен список учебной литературы, рекомендуемой для освоения дисциплины;
- представлена информация о форме и времени проведения консультаций по дисциплине в режиме онлайн;
- посредством форума осуществляется синхронное и (или) асинхронное взаимодействие между обучающимися и преподавателем в рамках изучения дисциплины.

#### **6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

При осуществлении образовательного процесса используются:

- операционные системы семейства Microsoft Windows;
- программы Microsoft Office;
- программа Adobe Acrobat Reader;
- браузеры Mozilla Firefox, Google Chrome.

#### **7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)**

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются:

1. Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT»  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)
2. Электронно-библиотечная система «Юрайт» <https://www.ura.it.ru/>
3. Электронно-библиотечная система «Консультант Студента»  
<https://www.studentlibrary.ru/>

#### **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости), рекомендуемых для освоения дисциплины**

##### **а) основная литература**

1. Киреев В.В. Высокомолекулярные соединения: учебник для академического бакалавриата: в 2 ч / В.В. Киреев; УМО высш. образования. – М.: Юрайт, 2018 – ч. 1, 365 с., ч. 2, 243 с.  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_card.php?rec\\_id=2148325&cat\\_cd=YARSU](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=2148325&cat_cd=YARSU)
2. Семчиков, Ю.Д. Высокомолекулярные соединения: учебник для вузов / Ю.Д. Семчиков. – 4-е изд., испр. – М.: Академия, 2008. – 367 с.

[http://www.lib.uniya.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_card.php?rec\\_id=381059&cat\\_cd=YARSU](http://www.lib.uniya.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=381059&cat_cd=YARSU)

3. Бегунов, Р.С. Высокомолекулярные соединения : метод. указания / Р.С. Бегунов, А.Н. Валяева ; Яросл. гос. ун-т. Ч.1. – Ярославль.: ЯрГУ, 2010. – 98 с.

[http://www.lib.uniya.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_card.php?rec\\_id=830476&cat\\_cd=YARSU](http://www.lib.uniya.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=830476&cat_cd=YARSU)

#### **б) дополнительная литература**

1. Потехин В.М. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки: учебник для вузов. / В.М. Потехин, В.В. Потехин; Ученый совет Санкт-Петербург гос. технолог. ин-та (Техн. ун-та) – [2-е изд., испр. и доп.]. – СПб.: Химиздат, 2007. – 943 с.

[http://www.lib.uniya.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_card.php?rec\\_id=380991&cat\\_cd=YARSU](http://www.lib.uniya.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=380991&cat_cd=YARSU)

#### **в) ресурсы сети «Интернет»**

1. Электронная библиотека других учебных материалов ЯрГУ

([http://www.lib.uniya.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniya.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)).

2. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" (<http://window.edu.ru/library>).

3. Учебные материалы по химии высокомолекулярных соединений химического факультета МГУ <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/vms.html>

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

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;
- учебные аудитории для проведения лабораторных работ;
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций,
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.


Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, хранящиеся на электронных носителях и обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Число посадочных мест в лекционной аудитории больше либо равно списочному составу потока, а в аудитории для практических занятий (семинаров), лабораторных – списочному составу группы обучающихся.

Автор:

Доцент института  
фундаментальной и прикладной химии, к.х.н.

 Р.С. Бегунов

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины  
«Высокомолекулярные соединения»**

**Фонд оценочных средств  
для проведения текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации студентов  
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания и иные материалы,  
используемые в процессе текущего контроля успеваемости**

**Задания для самостоятельной работы**

**Задания по теме № 1 «Введение»:**

1. Раздел 1.1. Эволюция представлений о полимерах и макромолекулах. Роль полимерных материалов в ускорении научно-технического прогресса в мире. Привести примеры использования полимерных материалов для производства товаров широкого потребления и в технических целях.

2. Раздел 1.2. Какие основные отличительные свойства высокомолекулярных соединений по сравнению с низкомолекулярными?

**Задания по теме № 2 «Основные представители природных и синтетических полимеров»:**

1. Раздел 2.1. Привести примеры природных высокомолекулярных соединений. Привести примеры синтетических высокомолекулярных соединений. Хитин и хитозан. Структура. Биологические функции. Какие полимеры относятся к природным, искусственным и синтетическим. Привести примеры.

2. Раздел 2.2. Строение и свойства капрона, лавсана, кевлара.

3. Раздел 2.3. Способ синтеза и переработки капрона, лавсана, полиэтилена, кевлара.

**Задания по теме № 3 «Классификация полимеров»:**

1. Раздел 3.1. Привести примеры линейных, разветвленных, лестничных и сшитых полимеров.

2. Раздел 3.2. Написать формулы химического строения полисилана, полимерной серы, полиамидов, полиуретанов, поликарбонатов, полиацеталей, полиалкилфениленов.

**Задания по теме № 4 «Структура и свойства полимеров»:**

1. Раздел 4.1. Объяснить, как влияет форма макромолекулы на его свойства. Привести примеры.

2. Раздел 4.2. Привести основные различия и сходства в структурной организации кристаллических и аморфных полимеров.

3. Раздел 4.3. Какие физические состояния характерны для аморфных полимеров? Какие методы определения температурных областей существования физических состояний полимеров?

4. Раздел 4.4-4.5. Полиметилакрилат и полибутилакрилат имеют температуру стеклования  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$  и  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  соответственно, объясните вероятную причину этого различия? Добавка 0.05 % касторового масла к нитрату целлюлозы снижает его  $T_g$  на  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ , объясните причину этого изменения?

5. Раздел 4.6. Почему некоторые полимеры кристаллические, а другие аморфны? Какие полимеры называются кристаллическими, а какие кристаллизующимися? Какие условия необходимы для кристаллизации полимера? Приведите кривую «нагрузка-удлинение» для высоко кристаллического полимера. Объясните наблюдаемую зависимость.

### Задания по теме № 5 «Синтез полимеров. Полимеризация»:

1. Раздел 5.1. Привести примеры реакций полимеризации и поликонденсации.
2. Раздел 5.2. Приведите примеры инициаторов радикальной полимеризации и реакции их разложения с образованием свободных радикалов. Напишите пример реакции растущей цепи в присутствии ингибитора.
3. Раздел 5.3. Приведите примеры полимеризации в массе, растворе, суспензии и эмульсии.
4. Раздел 5.4. Приведите примеры образования активного центра при катионной и анионной полимеризации. Как влияют природа растворителя и противоиона на скорость процесса ионной полимеризации?
5. Раздел 5.5. Какие преимущества имеет ионно-координационная полимеризация перед другими методами полимеризации? Каковы особенности структуры полимеров, получаемых этим методом? Приведите схему реакции образования стереорегулярных полимеров в процессе ионно-координационной полимеризации.

### Задания по теме № 6 «Синтез полимеров. Поликонденсация»:

Раздел 6.1-6.2. Напишите структуры сложных полиэфиров, образующихся в результате взаимодействия следующих мономеров: а) этиленгликоль, терефталевая кислота, б) глицерин, фталевый ангидрид, в) адипиновая кислота, этиленгликоль. Каковы отличительные особенности проведения равновесных процессов поликонденсации? Приведите конкретные примеры процессов.

### Задания по теме № 7 «Химические свойства полимеров. Особенности химических реакций с участием макромолекул»:

Раздел 7.1-7.3. Какие особенности имеют реакции хлорирования полипропилена и полиизопрена? Как протекают реакции окисления полимеров кислородом и какими способами их можно замедлить или предотвратить. Каким образом можно получить блок-сополимер бутадиена и стирола?

### Задания по теме № 8 «Растворы полимеров»:

Раздел 8.1-8.2. Перечислите факторы, определяющие растворение и набухание полимеров. Перечислите признаки истинного раствора.

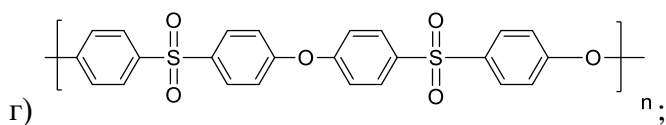
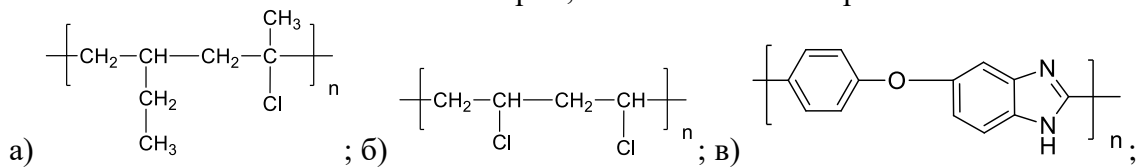
### Задания по теме № 9

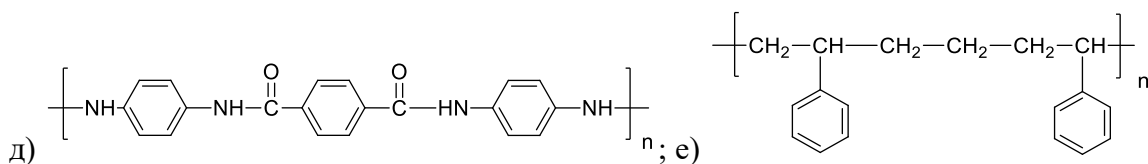
Раздел 9.1-9.2. Какие компоненты используют при производстве полимерных материалов, чтобы улучшить эксплуатационные параметры пластических масс, снизить стоимость изделия, а также расширить область их применения? Для чего нужно использовать порообразователи в методе вспенивания и какие виды порообразователей вам известны?

## Самостоятельная работа № 1

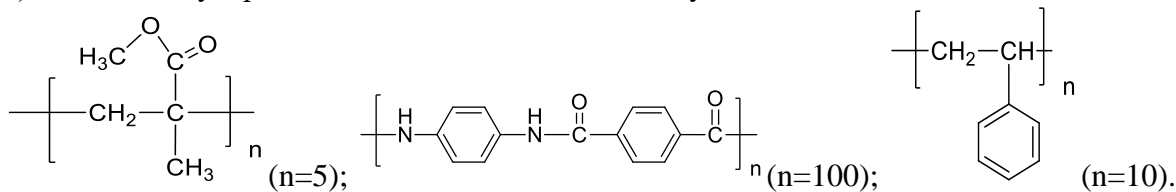
(проверка сформированности ОПК-1, индикатор ИД-ОПК-1.1)

1. Предпосылки возникновения дисциплины «Высокомолекулярные соединения».
2. Какие из ВМС относятся к полимерам, а какие к сополимерам?

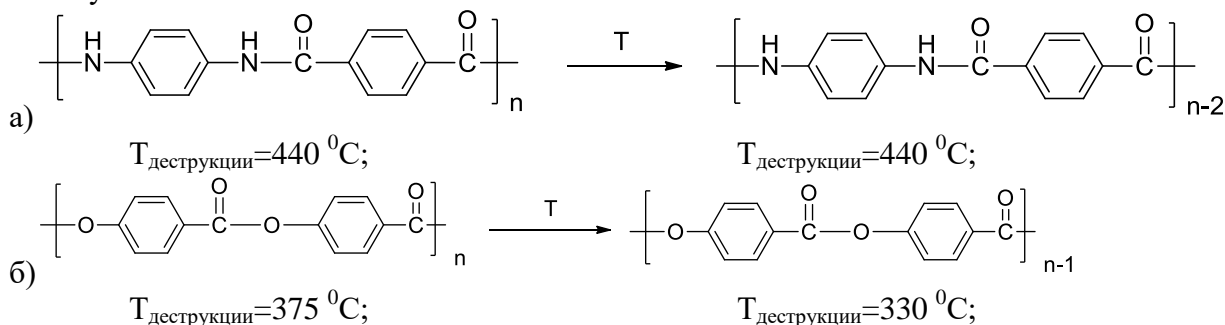




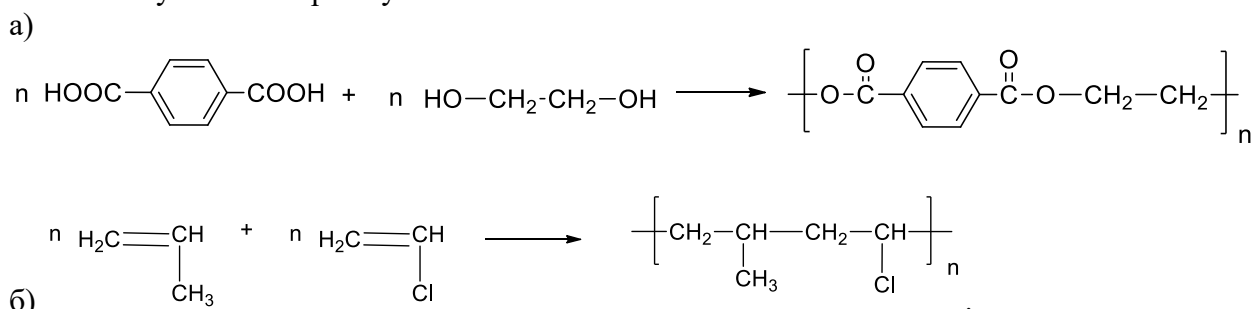
3. Какие из ниже представленных соединений относятся: а) к полимерам; б) к олигомерам; с) низкомолекулярным соединениям. Ответ обоснуйте.



4. Какое из ниже приведенных соединений является олигомером, какое полимером. Ответ обоснуйте.

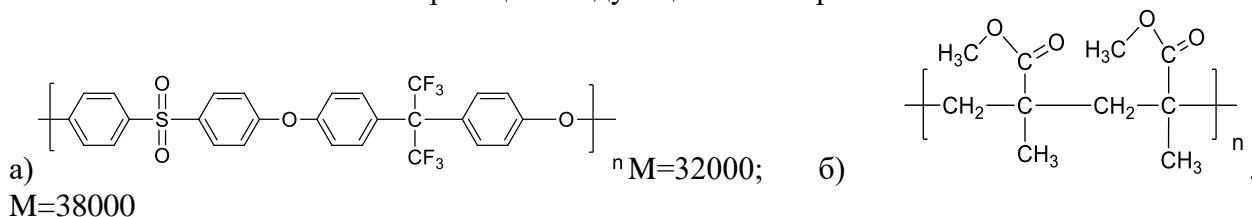


5. Дайте определение понятию «составное звено». В каких случаях «составное звено» соответствует мономерному:



7. Как вычисляется среднемассовая молекулярная масса?

6. Рассчитайте степень полимеризации следующих полимеров:



8. Что характеризует молекулярно-массовое распределение? Как зависят свойства полимера от распределения по молекулярной массе?

9. Отличия ВМС от низкомолекулярных соединений?

### Правила выставления оценки по результатам самостоятельной работы:

Оценка по результатам самостоятельной работы считается в баллах по каждому заданию по следующему принципу:

0 баллов – выполнено правильно менее половины задания; 1 балл – задание правильно выполнено более чем на половину; 2 балла – полное выполнение задания.

Максимальное количество баллов за работу – 16.

Набранное количество баллов 15-16 соответствует оценке «отлично», 13-14 баллов – оценке «хорошо», 10-12 баллов – оценке «удовлетворительно», менее 10 баллов – оценке «неудовлетворительно» (умения и навыки на данном этапе освоения дисциплины не сформированы).

## Самостоятельная работа № 2

(проверка сформированности ОПК-1, индикатор ИД-ОПК-1.2)

1. Укажите составные части структурного звена полинуклеотидов (нуклеиновых кислот).

Ответ 1 : азотистое основание, остаток глюкозы и остаток фосфорной кислоты

Ответ 2 : азотистое основание, рибоза (или дезоксирибоза) и остаток фосфорной кислоты

Ответ 3 : гетероциклическое основание, рибоза (или дезоксирибоза) и остаток фтороводородной кислоты

Ответ 4 : азотистое гетероциклическое основание, углеводородный остаток и остаток серной кислоты

2. Полисахариды образуются из молекулярных соединений общей формулы

Ответ 1 :  $C_nH_{4n}O_n$

Ответ 2 :  $C_{2n}H_nO_n$

Ответ 3 :  $C_{2n}H_{2n}O_{2n}$

Ответ 4 :  $C_nH_{2n}O_n$

Ответ 5 :  $C_nH_nO_{2n}$

3. Макромолекулы амилазы представляет собой спираль, каждый виток которой состоит из:

Ответ 1 : 5-ти звеньев  $\alpha$ -глюкозы

Ответ 2 : 4-х звеньев

Ответ 3 : 7-ми звеньев

Ответ 4 : 6-ти звеньев

Ответ 5 : 8-ми звеньев

4. Натуральный каучук – природный высокомолекулярный углеводород состава:

Ответ 1 :  $(C_6H_9)_n$

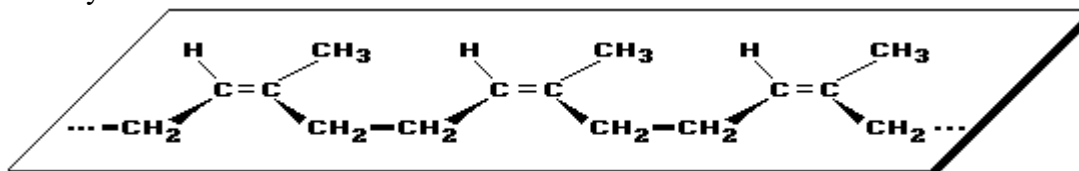
Ответ 2 :  $(C_5H_8)_n$

Ответ 3 :  $(C_5H_{10})_n$

Ответ 4 :  $(C_7H_{10})_n$

Ответ 5 :  $(C_4H_8)_n$

5. Назовите, какому природному полимеру принадлежит данный фрагмент полимерной молекулы?



6. Основные типы биополимеров. Распространение в природе.

7. Хитин и хитозан. Структура. Биологические функции.

Правила выставления оценки по результатам самостоятельной работы:



Оценка по результатам самостоятельной работы считается в баллах по каждому заданию по следующему принципу:

0 баллов – выполнено правильно менее половины задания; 1 балл – задание правильно выполнено более чем на половину; 2 балла – полное выполнение задания.

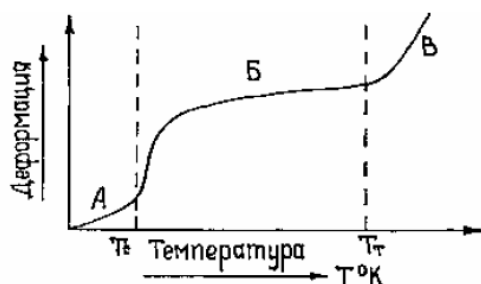
Максимальное количество баллов за работу – 14.

Набранное количество баллов 13-14 соответствует оценке «отлично», 11-12 баллов – оценке «хорошо», 8-10 баллов – оценке «удовлетворительно», менее 8 баллов – оценке «неудовлетворительно» (умения и навыки на данном этапе освоения дисциплины не сформированы).

### Самостоятельная работа № 3

(проверка сформированности ОПК-3, индикатор ИД-ОПК-3.1)

1. Надмолекулярная структура полимеров. Структура аморфных полимеров
2. Механическая прочность и деформации полимеров
3. Температура стеклования полимеров
4. Какое состояние полимера соответствует участку Б на термомеханической кривой, изображенной на рисунке



5. Влияние температуры на структуру и свойства волокон
6. Приведите примеры гибкоцепных полимеров.

#### Правила выставления оценки по результатам самостоятельной работы:

Оценка по результатам самостоятельной работы считается в баллах по каждому заданию по следующему принципу:

0 баллов – выполнено правильно менее половины задания; 1 балл – задание правильно выполнено более чем на половину; 2 балла – полное выполнение задания.

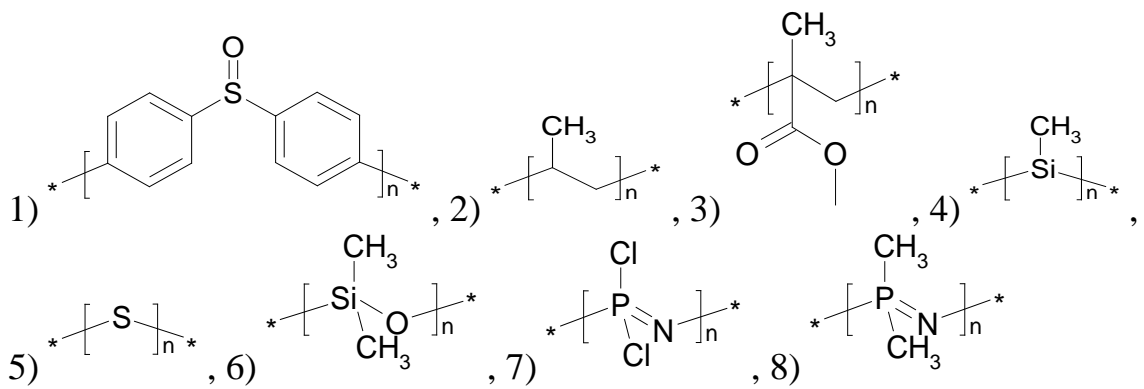
Максимальное количество баллов за работу – 12.

Набранное количество баллов 11-12 соответствует оценке «отлично», 9-10 баллов – оценке «хорошо», 7-8 баллов – оценке «удовлетворительно», менее 7 баллов – оценке «неудовлетворительно» (умения и навыки на данном этапе освоения дисциплины не сформированы).

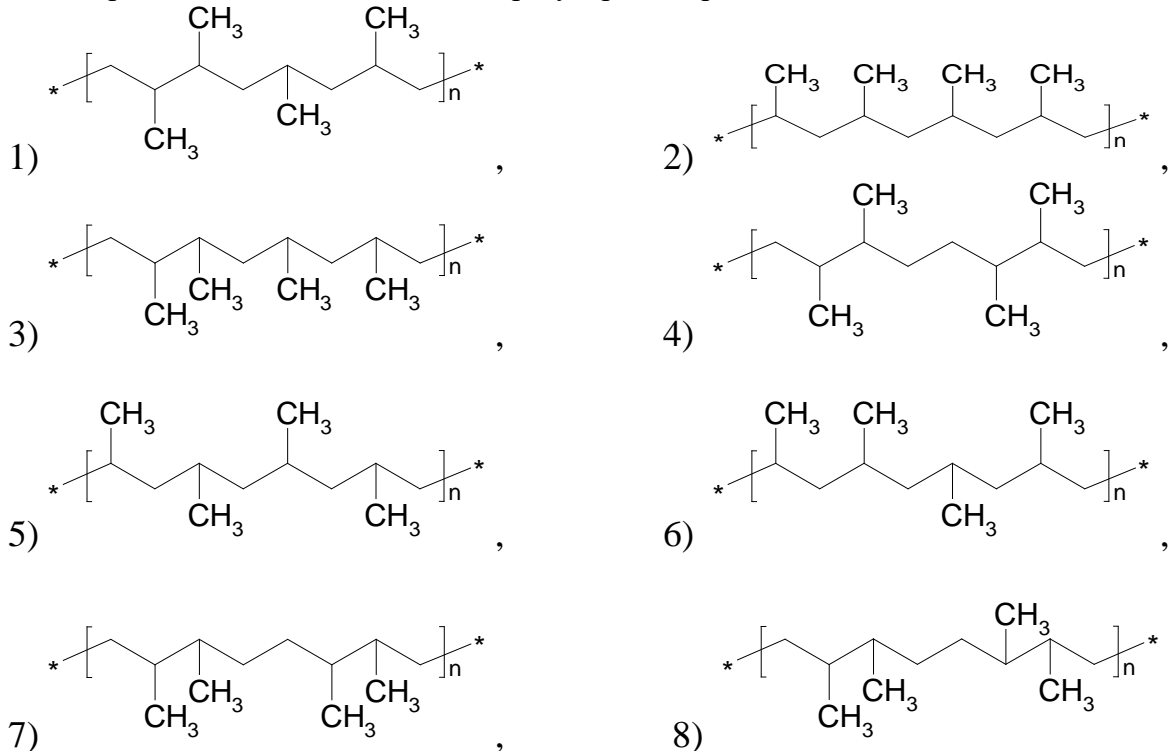
### Итоговая контрольная работа

#### Вариант 1

1. Какую молекулярную массу имеют олигомеры?
2. Нарисуйте фрагмент макромолекулы целлюлозы, состоящей из 3-х мономерных звеньев.
3. Какой природный полимер состоит из молекул 1,4-*цис*-изопрена. Нарисуйте его.
4. Нарисуйте и назовите гомоцепной, карбоцепной, фенилсодержащий полиан.
5. Какие из нижеприведенных полимеров относятся к органическим.



6. Выберите из нарисованных ниже фрагментов макромолекул полипропилена – полимеры имеющие изотактическое регулярное строение главной цепи:



7. Нарисуйте следующие полимеры: поли[окси(2-метилэтилен)], катена-поли[дифенилкремний-μ-оксо]

8. Нарисуйте схему механизма реакции радикальной полимеризации хлорэтилена в присутствии перекиси бензоила.

9. Нарисуйте пример катионной полимеризации, включающую все стадии.

10. В чем отличие процесса полимеризации от поликонденсации?

11. Нарисуйте схему механизма реакции гетерополиконденсации образования полимера с разветвленной пространственной структурой.

12. Нарисуйте схему получения поливинилового спирта. К какому типу реакций ВМС этот процесс относится?

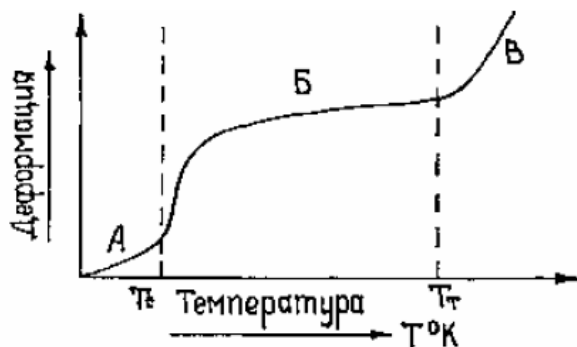
13. Под действием, каких химических факторов происходят реакции деструкции полимеров? Нарисуйте схему реакции.

14. Какие растворы называются истинными? Перечислите их признаки.

15. Какое значение будет иметь степень набухания, если исходный полимер имел массу 10000 а.е.м., а после взаимодействия с растворителем 14000?

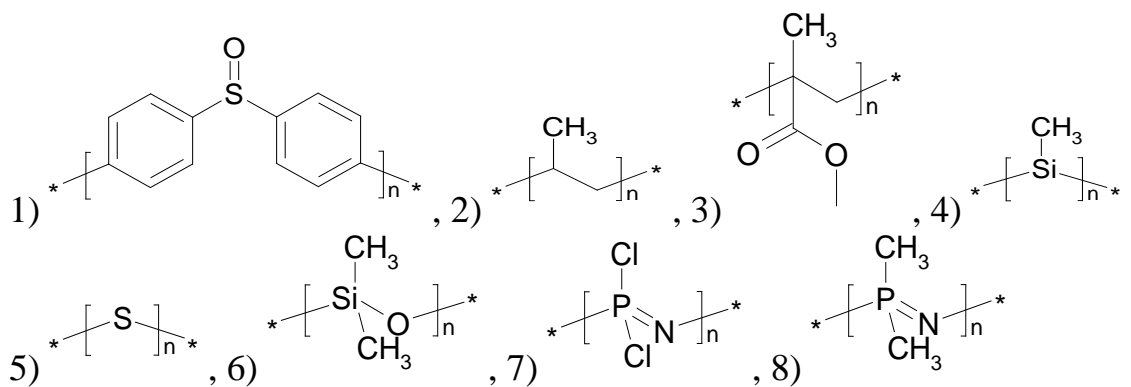
16. Нарисуйте пример полиэлектролитов, относящихся к классу гомоцепных, карбоцепных полимеров.

17. Перечислите факторы, определяющие растворение и набухание полимеров. Как влияет природа полимера и растворителя на растворение и набухание полимеров.
18. Какое состояние полимера характеризует область А на термодинамической кривой, отражающей зависимость свойств полимеров от температуры.

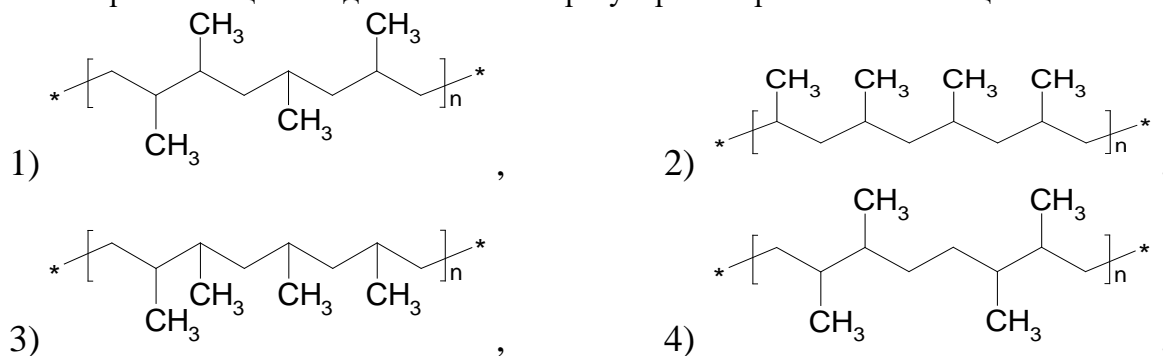


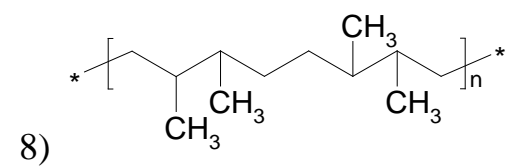
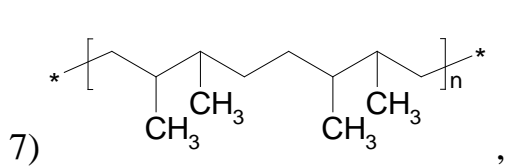
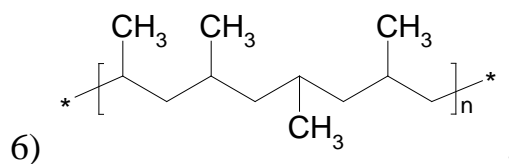
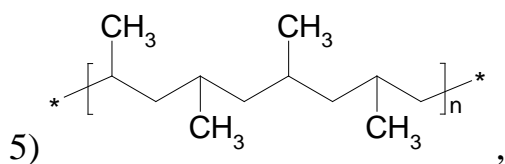
### Вариант 2

1. Какую молекулярную массу имеют полимеры?
2. Нарисуйте фрагмент макромолекулы крахмала, состоящей из 3-х мономерных звеньев.
3. Какой природный полимер состоит из молекул 1,4-*транс*-изопрена. Нарисуйте его.
4. Нарисуйте и назовите гомоцепной, карбоцепной, поликарбарилен.
5. Какие из нижеприведенных полимеров относятся к элементоорганическим.

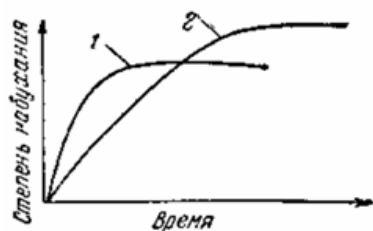


6. Выберите из нарисованных ниже фрагментов макромолекул полипропилена – полимеры имеющие синдиотактическое регулярное строение главной цепи:

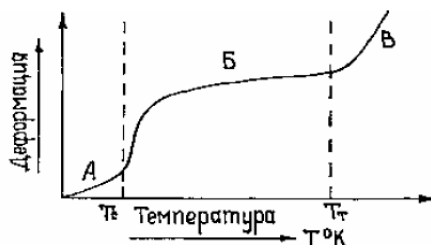




7. Нарисуйте следующие полимеры: поли-1-ацетоксиэтилен, катена-поли[этил-изобутилкремний]
8. Нарисуйте схему механизма реакции радикальной полимеризации стирола в присутствии перекиси водорода.
9. Нарисуйте пример анионной полимеризации, включающую все стадии.
10. В чем отличие процесса полимеризации от поликонденсации?
11. Нарисуйте схему механизма реакции гомополиконденсации образования гетероцепного, гетероциклического полимера.
12. Нарисуйте схему получения ацетилцеллюлозы. К какому типу реакций ВМС этот процесс относится?
13. Нарисуйте пример образования поперечных связей между макромолекулами за счет химических сил.
14. Какая система считается термодинамически устойчивой.
15. Каким полимерам, отличающимся по степени набухания, соответствуют кривые на графике набухания?



16. Нарисуйте пример гомоцепных, карбоцепных полимерных неэлектролитов.
17. Перечислите факторы, определяющие растворение и набухание полимеров. Как влияет молекулярный вес полимера на растворение и набухание полимеров.
18. Какое состояние полимера характеризует область Б на термодинамической кривой, отражающей зависимость свойств полимеров от температуры.



Правила выставления оценки по результатам итоговой контрольной:

Оценка по результатам итоговой контрольной считается в баллах по каждому заданию по следующему принципу:

0 баллов – выполнено правильно менее половины задания; 1 балл – задание правильно выполнено более чем на половину; 2 балла – полное выполнение задания.

Максимальное количество баллов за работу – 36.

Набранное количество баллов 32-36 соответствует оценке «отлично», 27-31 баллов – оценке «хорошо», 22-26 баллов – оценке «удовлетворительно», менее 22 баллов – оценке «неудовлетворительно» (умения и навыки на данном этапе освоения дисциплины не сформированы).

### Список тем рефератов

1. Природные неорганические полимеры. Классификация. Номенклатура. Области применения.
2. Физиологически активные полимеры.
3. Искусственные полимерные материалы.
4. Классификация и номенклатура полимерных материалов
5. Фенолоформальдегидные смолы и пластмассы на их основе. Производство, свойства и применение новолачных и резольных смол.
6. Эпоксидные смолы. Отверждение эпоксидных смол.
7. Полиэтилен высокого и низкого давления
8. Лавсан и другие полиэфирные материалы
9. Капрон и нейлон: синтез, строение, области применения
10. Кевлар и другие ароматические полиамиды
11. Ароматические полиимиды: синтез, строение, области применения
12. Термо- и реактопласты
13. Эластомеры. Классификация. Свойства. Представители. Области применения
14. Диэлектрические свойства полимеров
15. Твердополимерные электролиты мембранэлектродного блока топливных элементов.
16. Полигетероарилены: синтез, строение и свойства.
17. Полифенилхиноксалины
18. Полибензимидазолы
19. Полиариленэфирсульфоны и полиариленэфиркетоны
20. Биоразлагаемые полимеры
21. Кардовые полимеры
22. Жидкокристаллические полимеры
23. Дендримеры
24. Матричный синтез полимеров
25. Двухфазные полимеры
26. Элементоорганические полимеры
27. Полимерные удобрения
28. Полианилин
29. Электронная проводимость полимеров
30. Полимерные композиционные материалы
31. Огнестойкие полимеры

### Критерии оценивания реферата

- *Отлично* выставляется, если реферат оформлен с учётом всех требований, подготовлен кратко, научно, логично, в дискуссии по реферату обучающийся может ответить на все вопросы оппонентов.
- *Хорошо* выставляется, если реферат оформлен с учётом всех требований, имеются замечания по подготовке доклада к реферату, в дискуссии по реферату обучающийся ответил на часть вопросов оппонентов.
- *Удовлетворительно* выставляется, если реферат оформлен с замечаниями по требованиям, имеются замечания по подготовке доклада к реферату, в дискуссии по реферату обучающийся не ответил на вопросы оппонентов.

– *Неудовлетворительно* выставляется, если реферат оформлен с замечаниями по требованиям, имеются замечания по подготовке доклада к реферату, либо доклад отсутствует, в дискуссии по реферату обучающийся не ответил на вопросы оппонентов, либо отказался участвовать в дискуссии, реферат отсутствует.

Фонды оценочных средств по дисциплине предусматривают проверку индикаторов достижения компетенций

## **2 Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации**

### **Список вопросов к экзамену:**

1. Предмет и задачи науки о высокомолекулярных соединениях (полимерах). Место науки о полимерах как самостоятельной фундаментальной области знания среди других фундаментальных химических дисциплин. Её роль в научно-техническом прогрессе и основные исторические этапы ее развития.

2. Основные понятия и определения: полимер, олигомер, макромолекула, мономерное звено, степень полимеризации, контурная длина цепи. Молекулярные массы и молекулярно-массовые распределения (ММР). Усредненные (средние) молекулярные массы (среднечисловая, средневесовая). Нормальное (наиболее вероятное) распределение.

3. Важнейшие свойства полимерных веществ, обусловленные большими размерами, цепным строением и гибкостью макромолекул. Роль полимеров в живой природе и их значение как промышленных материалов (пластмассы, каучуки, волокна и пленки, покрытия, клеи).

4. Классификация полимеров в зависимости от происхождения, химического состава и строения основной цепи, в зависимости от топологии макромолекул. Однотяжные и двухтяжные макромолекулы.

5. Природные и синтетические полимеры. Органические, элементоорганические и неорганические полимеры.

6. Линейные, разветвленные, лестничные и сшитые полимеры, дендримеры. Гомополимеры, сополимеры, блок-сополимеры, привитые сополимеры. Гомоцепные и гетероцепные полимеры.

7. Биополимеры, основные биологические функции белков, рибонуклеиновой и дезоксирибонуклеиновой кислот.

8. Краткая характеристика и области применения важнейших представителей различных классов полимеров.

9. Конфигурация макромолекулы и конфигурационная изомерия. Локальные и конфигурационные изомеры в макромолекулах полимеров монозамещенных этиленов и диенов. Стереои́зомерия и стереорегулярные макромолекулы. Изотактические и синдиотактические полимеры.

10. Конформационная изомерия и конформация макромолекулы. Внутримолекулярное вращение и гибкость макромолекулы. Количественные характеристики гибкости макромолекул.

10. Связь гибкости (жесткости) макромолекул с их химическим строением: факторы, влияющие на гибкость реальных цепей. Упорядоченные конформации изолированных макромолекул (полипептиды, белки, нуклеиновые кислоты). Полимер-полимерные комплексы синтетических и природных полимеров.

12. Термодинамическое поведение макромолекул в растворах и их особенности по сравнению с поведением молекул низкомолекулярных веществ. Отклонения от идеальности и их причины. Уравнение состояния полимера в растворе.

13. Структура и основные физические свойства полимерных тел. Особенности молекулярного строения полимеров и принципы упаковки макромолекул. Аморфные и

кристаллические полимеры. Условия, необходимые для кристаллизации полимеров. Температура кристаллизации и температура плавления. Структура и надмолекулярная организация кристаллических полимеров. Различия и сходство в структурной организации кристаллических и аморфных полимеров. Термотропные жидкокристаллические (мезоморфные) полимеры.

14. Макромолекулы в растворах. Термодинамический критерий растворимости и доказательство термодинамической равновесности растворов. Фазовые диаграммы систем полимер – растворитель. Критические температуры растворения. Неограниченное и ограниченное набухание.

15. Свойства аморфных полимеров. Три физических состояния. Термомеханические кривые аморфных полимеров.

16. Высокоэластическое состояние. Термодинамика и молекулярный механизм высокоэластической деформации. Энтропийная природа высокоэластичности. Связь между равновесной упругой силой и удлинением.

17. Стеклообразное состояние. Особенности полимерных стекол. Вынужденная эластичность и изотермы растяжения. Механизм вынужденно-эластической деформации. Предел вынужденной эластичности. Хрупкость полимеров.

18. Химические реакции, не приводящие к изменению степени полимеризации макромолекул: полимераналогичные превращения и внутримолекулярные превращения. Особенности реакционной способности функциональных групп макромолекул. Примеры использования полимераналогичных превращений и внутримолекулярных реакций для получения новых полимеров.

19. Химические реакции, приводящие к изменению степени полимеризации макромолекул. Деструкция полимеров. Механизм цепной и случайной деструкции. Деполимеризация. Термоокислительная и фотохимическая деструкция. Механодеструкция. Принципы стабилизации полимеров.

20. Использование химических реакций макромолекул для химического и структурно-химического модифицирования полимерных материалов и изделий. Привитие и блок-сополимеры – основные принципы синтеза и физико-химические свойства.

21. Ориентированные структуры кристаллических и аморфных полимеров. Анизотропия механических свойств. Способы ориентации.

22. Классификация основных методов получения полимеров. Полимеризация. Термодинамика полимеризации.

23. Классификация цепных полимеризационных процессов. Радикальная полимеризация. Инициирование радикальной полимеризации. Типы инициаторов. Реакции роста, обрыва и передачи цепи. Молекулярная масса и молекулярно-массовое распределение полимеров, образующихся при радикальной полимеризации.

24. Способы проведения полимеризации: в массе, в растворе, в суспензии и в эмульсии.

25. Катионная полимеризация. Характеристика мономеров, способных вступать в катионную полимеризацию. Катализаторы и сокатализаторы. Рост и ограничение роста цепей при катионной полимеризации. Влияние природы растворителя.

26. Анионная полимеризация. Характеристика мономеров, способных вступать в анионную полимеризацию. Катализаторы анионной полимеризации. Инициирование, рост и ограничение роста цепей при анионной полимеризации.

27. Поликонденсация. Типы реакций поликонденсации. Основные различия полимеризационных и поликонденсационных процессов. Термодинамика поликонденсации и поликонденсационное равновесие.

28. Сшивание полимеров (вулканизация каучуков, отверждение эпоксидных смол).

29. Координационно-ионная полимеризация в присутствии гомогенных и гетерогенных катализаторов типа Циглера – Натта. Принципы синтеза стереорегулярных полимеров

30. Кинетика поликонденсации. Проведение поликонденсации в расплаве, в растворе и на границе раздела фаз.

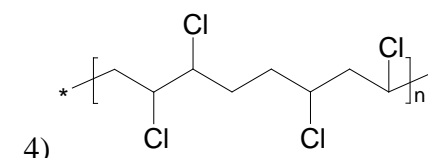
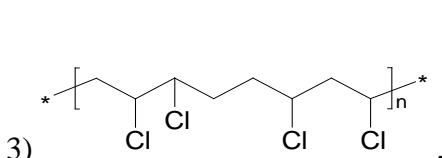
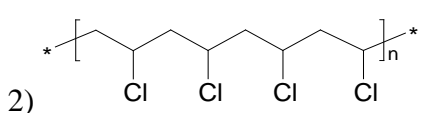
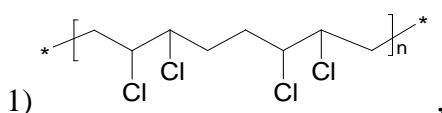
31. Нарисуйте фрагмент молекулы природного полимера гуттаперчи, состоящего из 3-х мономерных звеньев.

32. Нарисуйте фрагмент молекулы природного полимера полиизопрена, состоящего из 3-х мономерных звеньев.

33. Нарисуйте фрагмент молекулы природного полимера крахмала, состоящего из 3-х мономерных звеньев

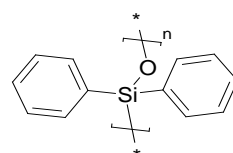
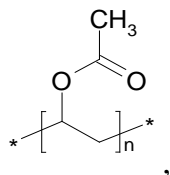
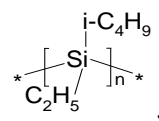
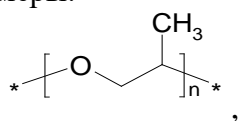
34. Нарисуйте фрагмент молекулы природного полимера целлюлозы, состоящего из 3-х мономерных звеньев.

35. Какой из приведенных ниже фрагментов макромолекул поливинилхлорида относится а) к регулярным б) к нерегулярным полимерам.



36. Напишите пример реакции получения гомоцепного полимера в условиях ступенчатой полимеризации.

37. Назовите по рациональной и систематической номенклатуре следующие полимеры:



38. Нарисуйте схему получения нитроцеллюлозы. К какому типу реакций ВМС этот процесс относится?

39. Нарисуйте схему получения поливинилового спирта. К какому типу реакций ВМС этот процесс относится?

40. Нарисуйте пример образования поперечных связей между макромолекулами за счет химических сил.

41. Под действием, каких химических факторов происходят реакции деструкции полимеров? Нарисуйте схему реакции.

42. Нарисуйте схему образования стабилизированного лавсана.

43. Нарисуйте схему образования блок-сополимера в ходе реакции концевых функциональных групп полиэпоксида и полиамида (найлона-7).

44. Нарисуйте пример полиэлектролитов, относящихся к классу гомоцепных, карбоцепных полимеров.

45. Какое значение будет иметь степень набухания, если исходный полимер имел массу 10000 а.е.м., а после взаимодействия с растворителем 14000?



## Правила выставления оценки на экзамене

В экзаменационный билет включается два теоретических и один практический вопрос. На подготовку к ответу дается не менее 1 часа.

По итогам экзамена выставляется одна из оценок: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

**Оценка «Отлично»** выставляется студенту, который демонстрирует глубокое и полное владение содержанием материала дисциплины «Высокомолекулярные соединения»; осуществляет междисциплинарные связи; умеет связывать теорию с практикой. Студент дает развернутые, полные и четкие ответы на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы, соблюдает логическую последовательность при изложении материала. Грамотно использует терминологию предмета «Высокомолекулярные соединения»

**Оценка «Хорошо»** выставляется студенту, ответ которого на экзамене в целом соответствуют указанным выше критериям, но отличается меньшей обстоятельностью, глубиной, обоснованностью и полнотой. В ответе имеют место отдельные неточности (несущественные ошибки), которые исправляются самим студентом после дополнительных и (или) уточняющих вопросов экзаменатора.

**Оценка «Удовлетворительно»** выставляется студенту, который дает недостаточно полные и последовательные ответы на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы, но при этом демонстрирует умение выделить существенные и несущественные признаки и установить причинно-следственные связи. Ответы излагаются в терминах предмета «Высокомолекулярные соединения», но при этом допускаются ошибки в определении и раскрытии некоторых основных понятий, формулировке положений, которые студент затрудняется исправить самостоятельно. При аргументации ответа студент не обосновывает свои суждения. На часть дополнительных вопросов студент затрудняется дать ответ или дает неверные ответы.

**Оценка «Неудовлетворительно»** выставляется студенту, который демонстрирует разрозненные, бессистемные знания; беспорядочно и неуверенно излагает материал; не умеет выделять главное и второстепенное, не умеет соединять теоретические положения с практикой, не устанавливает межпредметные связи; допускает грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, явлений, вследствие непонимания их существенных и несущественных признаков и связей; дает неполные ответы, логика и последовательность изложения которых имеют существенные и принципиальные нарушения, в ответах отсутствуют выводы. Дополнительные и уточняющие вопросы экзаменатора не приводят к коррекции ответов студента. На основную часть дополнительных вопросов студент затрудняется дать ответ или дает неверные ответы.

Оценка «Неудовлетворительно» выставляется также студенту, который взял экзаменационный билет, но отвечать отказался.

## Приложение №2 к рабочей программе дисциплины «Высокомолекулярные соединения»

### Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Высокомолекулярные соединения» являются лекции с использованием презентаций. Это связано с тем, что учебный материал содержит большое число схем, таблиц, рисунков, которые затем используются студентами в самостоятельной работе при подготовке к занятиям. Очень важным компонентом занятий является выполнение лабораторной работы, которые охватывают все основные разделы курса, и способствует закреплению теоретических знаний, полученных студентами при прослушивании лекций.

Для успешного освоения дисциплины очень важно решение достаточно большого количества задач, как в аудитории, так и самостоятельно в качестве домашних заданий. Примеры решения задач разбираются на лекциях и практических занятиях, при необходимости по наиболее трудным темам проводятся дополнительные консультации. Основная цель решения задач – помочь усвоить фундаментальные понятия и основы дисциплины «Высокомолекулярные соединения».

Для проверки и контроля усвоения теоретического материала, приобретенных практических навыков в течение обучения проводятся мероприятия текущей аттестации в виде контрольной и самостоятельных работ.

По окончании изучения дисциплины в конце семестра студенты сдают экзамен. Экзамен принимается по экзаменационным билетам, каждый из которых включает в себя два теоретических и один практический вопроса. На самостоятельную подготовку к экзамену выделяется 3 дня, в это время предусмотрена и групповая консультация.

Для подбора учебной литературы рекомендуется использовать ряд интернет-ресурсов:

1. [http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)

Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ: более 3000 полных текстов учебных и учебно-методических материалов по основным изучаемым дисциплинам, изданных в университете.

2. <http://urait.ru>

Электронно-библиотечная система «Юрайт»: мультидисциплинарный ресурс (учебная, научная и художественная литература, периодика)

3. <http://window.edu.ru/catalog>

Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам": свободный доступ к интегральному каталогу образовательных интернет-ресурсов и к электронной библиотеке учебно-методических материалов для общего и профессионального образования.