

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»  
Химический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Декан химического факультета,  
Акад. РАН, профессор



*С.Н.Калмыков*

«30» августа 2022 г.

## ***РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ***

*направленной на подготовку к сдаче кандидатского экзамена по специальности*

***Высокомолекулярные соединения***

***Polymer Science***

**Уровень высшего образования:**

Программа подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре  
(104-01-00-147-хн)

Москва 2022

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Требованиями к основным программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, самостоятельно устанавливаемыми Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова (приказ №1216 от 24 ноября 2021 г.) и **паспортом научной специальности**

#### **1.4.7 "Высокомолекулярные соединения"**

1. Краткая аннотация:

**Название дисциплины – Высокомолекулярные соединения (*Polymer Science*)**

**Цель** изучения дисциплины – подготовить аспирантов к сдаче кандидатского экзамена по специальности «Высокомолекулярные соединения», ознакомить обучающихся с современными проблемами науки о полимерах, такими как молекулярное конструирование полимеров методами полимеризации и поликонденсации, направленное изменение химических и физических свойств полимеров путем химической модификации полимеров, свойства разбавленных, полуразбавленных и концентрированных растворов полимеров и применение растворов полимеров для анализа индивидуальных характеристик полимеров и переработки полимеров, основные принципы получения и свойства полимерных материалов, полимерных композиционных материалов и нанокompозитов, надмолекулярная структура аморфных и кристаллизующихся полимеров, современные физико-химические методы анализа полимеров и полимерных материалов в растворе и блоке, основные классы полимеров, их методы синтеза, свойства и области применения.

2. Уровень высшего образования – подготовка кадров высшей квалификации.

3. Научная специальность: **1.4.7** Высокомолекулярные соединения, область науки: 1. Естественные науки.

4. Место дисциплины (модуля) в структуре Программы аспирантуры: Дисциплины (модули), направленные на подготовку к кандидатским экзаменам - курс по специальности (для сдачи канд. минимума), может быть прослушана аспирантами в качестве факультативного курса.

5. Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единицы, всего 108 часов, из которых 100 часов составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (72 часа – занятия лекционного типа, 18 часов – занятия семинарского типа, 10 часов- учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации), 8 часов – самостоятельная работа.

6. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия: на предыдущих уровнях высшего образования должны быть освоены общие курсы:

- 1) «Неорганическая химия»,
- 2) «Физическая химия»,
- 3) «Аналитическая химия»,

- 4) «Органическая химия»,
- 5) «Химические основы биологических процессов»,
- 6) «Математический анализ»,
- 7) «Механика. Электричество»,
- 8) «Колебания и волны. Оптика».

7. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам:

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	в том числе						
		контактная работа во взаимодействии с преподавателем (часы), из них			самостоятельная работа (часы), из них			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка к коллоквиумам	Всего
Тема 1. Общие представления о высокомолекулярных соединениях (п.1,3,7 Паспорта научной специальности)	<b>9</b>	6	2		<b>8</b>	1		<b>1</b>
Тема 2. Полимеризационные и поликонденсационные процессы (п.2,4 Паспорта научной специальности).	<b>11</b>	8	2		<b>10</b>	1		<b>1</b>
Тема 3. Химические превращения высокомолекулярных соединений (п.4 Паспорта научной специальности).	<b>11</b>	8	2		<b>10</b>	1		<b>1</b>
Тема 4. Физико-химия растворов полимеров. (п.6 Паспорта научной специальности).	<b>11</b>	8	2		<b>10</b>	1		<b>1</b>
Тема 5. Особенности физико-химии растворов полиэлектролитов. (п.2,4,6 Паспорта научной специальности)	<b>11</b>	8	2		<b>10</b>	1		<b>1</b>
Тема 6. Надмолекулярная структура полимеров (п.3,5,6 Паспорта научной специальности).	<b>11</b>	8	2		<b>10</b>	1		<b>1</b>
Тема 7. Механические свойства полимерных тел (п.3,7,8 Паспорта научной специальности).	<b>11</b>	8	2		<b>10</b>	1		<b>1</b>
Тема 8. Полимерные материалы (п.4,8,9,10 Паспорта научной специальности).	<b>23</b>	18	4		<b>22</b>	1		<b>1</b>
Промежуточная аттестация: <i>допуск к кандидатскому минимуму</i>	<b>10</b>			10	<b>10</b>			
<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>72</b>	<b>18</b>		<b>100</b>	8		<b>8</b>

## Содержание тем:

### **Тема 1.** Общие представления о высокомолекулярных соединениях.

Понятие о высокомолекулярных соединениях. Макромолекула. Классификация высокомолекулярных соединений. Конфигурация и изомерия. Конформация макромолекулы. Гибкость. Количественные характеристики гибкости. Модели макромолекулы. Статистический сегмент. Молекулярно-массовые характеристики (полидисперсность, распределение, средние величины). Экспериментальные методы определения молекулярно-массовых характеристик.

### **Тема 2.** Полимеризационные и поликонденсационные процессы.

Классификация полимеризационных процессов. Цепные и ступенчатые процессы. Кинетика полимеризации на начальных стадиях и в предельных конверсиях. Сополимеризация. Поликонденсация. Современные методы макромолекулярного дизайна.

### **Тема 3.** Химические превращения высокомолекулярных соединений.

Классификация химических реакций с участием макромолекул. Внутримолекулярные и полимераналогичные реакции. Особенности кинетики реакций, вызванные цепным строением участвующих реагентов. Сшивание. Синтез привитых и блок-сополимеров. Деструкция.

### **Тема 4.** Физико-химия растворов полимеров.

Общие особенности растворов полимеров, их отличие от растворов низкомолекулярных соединений. Фазовые диаграммы «полимер-растворитель». Термодинамическое качество растворителя. Осмометрия. Свойства разбавленных, полуразбавленных и концентрированных растворов. Гидродинамические свойства растворов полимеров. Капиллярная вискозиметрия. Виды аналитического и препаративного фракционирования. Статическое и динамическое светорассеяние.

### **Тема 5.** Особенности физико-химии растворов полиэлектролитов.

Особенности поведения полиэлектролитов в водном растворе, их осмотическое и гидродинамическое поведения. Кислотно-основные свойства полиэлектролитов. Полиамфолиты, понятие об изоэлектрической и изоионной точке.

### **Тема 6.** Надмолекулярная структура полимеров.

Аморфная и кристаллическая структура полимеров. Морфология кристаллической фазы. Термодинамика и кинетика кристаллизации полимеров. Способы исследования надмолекулярной структуры полимеров.

**Тема 7.** Механические свойства полимерных тел.

Напряжение и деформация полимерных тел. Разрушение. Динамометрия при разных режимах деформации. Релаксационные процессы. Физические состояния полимерного тела. Термомеханический анализ. Особенности механических свойств (полу)кристаллических полимеров. Современные методы анализа полимеров и полимерных материалов в блоке.

**Тема 8.** Полимерные материалы.

Классификация полимерных материалов. Принципы получения полимерных материалов. Эксплуатационные характеристики полимерных материалов, их связь со структурой и способом формования изделий. Полимерные композиционные материалы и нанокompозиты. Жизненный цикл полимерного материала, способы их утилизации и вторичной переработки.

8. Образовательные технологии.

- использование средств дистанционного сопровождения образовательного процесса;
- использование презентаций.

9. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы по дисциплине (модулю): аспирантам предоставляется программа курса, план занятий и задания для самостоятельной работы, презентации к лекционным занятиям.

10. Ресурсное обеспечение:

**Основная литература:**

1. Высокомолекулярные соединения (под ред. А.Б. Зезина) Учебник, М.: Юрайт, 2016.
2. Методические пособия по разделам науки о полимерах на сайте кафедры высокомолекулярных соединений <http://vmsmsu.ru/what.html>

**Дополнительная литература:**

- Научно-популярные статьи на сайте кафедры высокомолекулярных соединений - <http://welcome.vmsmsu.ru/papers.html>

**Интернет-ресурсы:**

- Практикум по высокомолекулярным соединениям - <https://vmsmsu.ru>

**Описание материально-технической базы:**

- Занятия проводятся в аудиториях, оборудованных для мультимедийных презентаций.

11. Язык преподавания – русский

12. Преподаватели:

*профессор, докт. хим. наук Черникова Елена Вячеславовна, [chernikova\\_elena@mail.ru](mailto:chernikova_elena@mail.ru)  
доцент, докт. хим. наук Лысенко Евгений Александрович [elalysenko@rambler.ru](mailto:elalysenko@rambler.ru)  
доцент, канд. хим. наук Жирнов Артём Евгеньевич [jurnoff@yandex.ru](mailto:jurnoff@yandex.ru)*

**Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения**

**Примеры вопросов для самостоятельной подготовки:**

1. Расскажите о специфических свойствах полимеров, которые их резко отличают от низкомолекулярных веществ.
2. Напишите конкретные химические реакции (не менее 4) синтеза полимеров.
3. Молекулярные массы и молекулярно-массовое распределение в полимерах.
4. Проведите сравнительный анализ реакций радикальной и анионной полимеризации на конкретных примерах.
5. Проведите сравнительный анализ реакций радикальной и катионной полимеризации на конкретных примерах.
6. Проведите сравнительный анализ реакций радикальной полимеризации и поликонденсации на конкретных примерах.
7. Расскажите о всех возможных конфигурационных изомерах для макромолекул виниловых полимеров.
8. Каковы особенности механических свойств полимеров, находящихся в стеклообразном состоянии.
9. Каковы особенности механических свойств полимеров, находящихся в высокоэластическом состоянии.
10. Приведите конкретные химические реакции с участием макромолекул (не менее 3).

11. Химическая модификация полимеров как самостоятельный способ создания полимеров с заданным комплексом химических, физических или механических свойств (приведите 2-3 конкретных примера).
12. Привитые и блок-сополимеры. Реакции синтеза и особенности физико-механических свойств.
13. Релаксационные процессы в полимерах.
14. Долговечность полимерных материалов. Приведите несколько конкретных примеров существенного повышения долговечности полимерных материалов.
15. Явление пластификации полимеров.

**Методические материалы  
для проведения процедур оценивания результатов обучения**

Допуск к кандидатскому экзамену в форме коллоквиума проходит по билетам, включающим 7 вопросов. Уровень знаний аспиранта по каждому вопросу на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». В случае если на все вопросы был дан ответ, оцененный не ниже, чем «удовлетворительно», аспирант получает общую оценку «допущен».

<b>ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)</b>				
Оценка Результат	Незачёт (2)	Зачёт (3)	Зачёт (4)	Зачёт (5)
Знания	Отсутствие базовых знаний о высокомолекулярных соединениях	Общие, но неглубокие знания о высокомолекулярных соединениях	Общие, но не структурированные знания о высокомолекулярных соединениях	Сформированные систематические знания о высокомолекулярных соединениях
Умения	Отсутствие умения применять знания о высокомолекулярных соединениях для решения научных задач	В целом успешное, но не систематическое умение применять знания о высокомолекулярных соединениях для решения научных задач	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение применять знания о высокомолекулярных соединениях для решения научных задач (допускает неточности не принципиального характера)	Успешное и систематическое умение применять знания о высокомолекулярных соединениях для решения научных задач
Навыки (владения)	Отсутствие навыков решения задач науки о высокомолекулярных соединениях	Наличие навыков решения задач науки о высокомолекулярных соединениях	В целом, сформированные навыки решения задач науки о высокомолекулярных соединениях, но не в активной форме	Сформированные навыки решения задач науки о высокомолекулярных соединениях