

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан химического факультета,  
Акад. РАН, профессор



/В.В. Лунин/

«27» февраля 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Введение в структуру полимеров**

**Уровень высшего образования:**  
Специалитет

---

**Направление подготовки (специальность):**  
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

**Направленность (профиль) ОПОП:**  
Высокомолекулярные соединения

**Форма обучения:**  
очная

---

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
Учебно-методической комиссией факультета  
(протокол №1 от 27.01.2017)

Москва 2017

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки / специальности 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» (программа специалитета), утвержденного приказом МГУ от 22 июля 2011 года № 729 (в редакции приказов МГУ от 22 ноября 2011 года № 1066, от 21 декабря 2011 года № 1228, от 30 декабря 2011 года № 1289, от 27 апреля 2012 года № 303, от 30 декабря 2016 года № 1671).

Год (годы) приема на обучение 2014/2015, 2015/2016, 2016/2017, 2017/2018,  
2018/2019

1. Наименование дисциплины (модуля) **Введение в структуру полимеров**

2. Уровень высшего образования – **специалитет.**

3. Направление подготовки: **04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия.**

4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП, блок ПД

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Компетенция	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
<b>СПК-1.С</b> Владение современными теоретическими и экспериментальными методами исследования высокомолекулярных соединений и материалов на их основе, способность использовать эти методы при решении задач в профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> теоретические основы методов исследования структуры полимеров <b>Уметь:</b> предлагать методы исследования структуры полимеров в соответствии с заданной научной задачей <b>Владеть:</b> способностью использовать экспериментальные и теоретические методы при исследовании структуры полимеров
<b>СПК-2.С.</b> Способность синтезировать высокомолекулярные соединения и проводить их химическую модификацию с использованием современных экспериментальных методов химии полимеров	<b>Знать:</b> взаимосвязь между процессами синтеза и модификации полимеров и их структурой <b>Уметь:</b> прогнозировать структуру полимеров исходя из способа их синтеза или модификации <b>Владеть:</b> способностью предлагать методы синтеза и модификации полимеров с целью получения вещества с заданной структурой
<b>СПК-3.С.</b> Способность использовать теоретические основы физической химии растворов высокомолекулярных соединений, в том числе полиэлектролитов, в практической деятельности	<b>Знать:</b> взаимосвязь между свойствами растворов полимеров и их структурой <b>Уметь:</b> прогнозировать структуру полимеров с использованием знаний о свойствах их растворов <b>Владеть:</b> способностью использовать структурный подход при исследовании растворов полимеров
<b>СПК-4.С.</b> Владение современными представлениями о структуре и физических (в том числе механических) свойствах полимеров, способность применять их на практике	<b>Знать:</b> основы молекулярной и надмолекулярной структуры полимеров <b>Уметь:</b> прогнозировать надмолекулярную структуру полимера исходя из молекулярной <b>Владеть:</b> способностью применять на практике знания о структуре полимеров во взаимосвязи с их механическими свойствами

<b>СПК-5.С.</b> Готовность применять знание теоретических основ современной технологии синтеза полимеров и переработки полимерных материалов в профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> взаимосвязь между технологией переработки полимеров и их структурой <b>Уметь:</b> прогнозировать структуру полимерных материалов в тех или иных технологических условиях <b>Владеть:</b> способностью использовать знания о структуре полимеров при разработке технологии получения и переработки полимеров
--	---

6. Объем дисциплины 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:  
*Объем дисциплины (модуля) составляет 2 зачетных единицы, всего 72 часа, из которых 40 часов составляет контактная работа студента с преподавателем (18 часов занятия лекционного типа, 18 часов занятия семинарского типа, 2 часа – групповые консультации, 2 часа – промежуточный контроль успеваемости), 32 часа составляет самостоятельная работа студента.*

7. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия.

Обучающийся должен

**знать:** основы науки о полимерах;

**уметь:** работать с научной литературой и лекционным материалом, анализировать графики функций, проводить элементарные математические преобразования и вычисления;

**владеть:** методами математической обработки экспериментальных величин, в том числе с использованием математической статистики.

8. 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 (работа во взаимодействии с преподавателем), часы						Самостоятельная работа обучающегося, часы		
		из них						из них		
Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п..	Всего		
Структура макромолекул	10	4	2	0	0	0	6	4	0	4
Структура аморфных полимеров	14	2	2	0	0	0	4	4	0	4

Структура кристаллических полимеров	8	12	14	0	0	0	26	22	0	22
Промежуточная аттестация <i>зачёт</i>	4			2		2	4		2	2
<b>Итого</b>	<b>72</b>	18	18	2	0	2	<b>40</b>	30	2	<b>32</b>

#### 9. Образовательные технологии:

- применение компьютерных симуляторов, обработка данных на компьютерах, использование компьютерных программ, управляющих приборами;
- использование средств дистанционного сопровождения учебного процесса;
- преподавание дисциплин в форме авторских курсов по программам, составленным на основе результатов исследований научных школ МГУ.

#### 10. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы по дисциплине (модулю):

Студентам предоставляется программа курса, план занятий и задания для самостоятельной работы, презентации к лекционным занятиям.

#### 11. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу

##### 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 <http://vmsmsu.ru/what.html>

##### Дополнительная литература

1. Ю. Д. Семчиков. Высокомолекулярные соединения. 5-е изд., стереотип .М. : АКАДЕМИЯ, 2010.
2. В.В.Киреев. Высокомолекулярные соединения. Учебник для бакалавров. М., изд-во "Юрайт", 2013.
3. Гросберг А.Ю., Хохлов А.Р.. Полимеры и биополимеры с точки зрения физики. М. Интеллект, 2010.
4. Кленин В.И., Федусенко И.В. Высокомолекулярные соединения. Изд.2, испр., 2013.
5. Н.Г. Рамбиди. Структура полимеров - от молекул до наноансамблей. М., Интеллект, 2009.
6. В.Н.Кулезнёв, В.А.Шершнёв Химия и физика полимеров, Учебник М. КолосС, 2007
7. Энциклопедия полимеров, М.Изд. БСЭ, т.т.1-3 1977
8. Химическая энциклопедия, Изд. БРЭ, т.т. 1-5, 1988-1998
9. Научно-популярные статьи на сайте кафедры <http://welcome.vmsmsu.ru/papers.html>

- Материально-техническое обеспечение: специальных требований нет, занятия проводятся в обычной аудитории, оснащенной доской и мелом (маркерами)

12. Язык преподавания – русский

13. Преподаватели: д.х.н. проф. Аржаков М.С., к.х.н. с.н.с. Аржакова О.В., к.х.н. с.н.с. Большакова А.В.

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

Образцы оценочных средств для текущего контроля усвоения материала и промежуточной аттестации - зачёта. На зачёте проверяется достижение промежуточных индикаторов компетенций, перечисленных в п.5.

#### **Теоретические контрольные вопросы и практические контрольные задания**

1. Что такое "структура" полимеров? В чем состоит различие между понятиями конформация и конфигурация полимера? Дать примеры.
2. Оцените плотность заполнения макромолекулярного клубка сегментами полимерной цепи.
3. Понятие гибкости полимерной цепи. Механизмы гибкости. Дать примеры.
4. Идеальная полимерная цепь. Размер клубка.
5. Сегмент Куна. Гибкие и жесткие цепи. Гауссово распределение длин векторов между концами цепей для идеальной цепи. Дать примеры.
6. Аморфные полимеры. Темнопольная электронная микроскопия в применении для исследования структуры аморфных полимеров.
7. Надмолекулярные структуры в полимерах. Основные типы. Дать примеры.
8. Общие представления о структуре ориентированных аморфно-кристаллических полимеров. Дать примеры.
9. Жидкокристаллические полимеры. Специфика строения и свойств.
10. Обоснуйте образование складчатой конформации макромолекул в кристалле в рамках основных положений кинетической теории кристаллизации полимеров.
11. Обоснуйте соотношение для скорости кристаллизации расплава полимера на основании теории абсолютных скоростей реакций. Обоснуйте существование температурной зависимости скорости кристаллизации расплава полимера.
12. Выведите соотношение для продольных и поперечных размеров  $l^*_g$  и  $a^*$  критического зародыша кристаллизации для механизма вторичного зародышеобразования, и соответствующее соотношение для величины энергетического барьера его образования  $\Delta F^*$ .
13. Выведите соотношение для продольных и поперечных размеров  $l^*_g$  и  $a^*$  критического зародыша кристаллизации для механизма первичного зародышеобразования, и соответствующее соотношение для величины энергетического барьера его образования  $\Delta F^*$ .
14. Сравните размеры кристаллов полиэтилена и полипропилена, закристаллизованные при одинаковом переохлаждении  $\Delta T = 10^\circ\text{C}$ .
15. Сравните размеры кристаллов полиэтилена и полипропилена, закристаллизованные при одинаковой температуре  $T = 120^\circ\text{C}$ .
16. Опишите известные вам методы экспериментального определения степени кристалличности полимера. Дать примеры.

17. Выведите соотношение для температуры плавления полимерного кристалла с продольным (в направлении макромолекулярной цепи) размером  $L$ .
18. Сравните температуры плавления кристаллов полиэтилена с высотой складки 10 и 50 нм.
19. Как можно экспериментально определить равновесную температуру плавления полимера?

### Вопросы к зачету

1. Гибкость и конформация макромолекул. Равновесные конформации.
2. Статистические характеристики макромолекул.
3. Феноменологическая теория кристаллизации полимеров. Основные соотношения, недостатки теории.
4. Кинетическая теория кристаллизации полимеров со складыванием макромолекул. Зародышеобразование: гомогенные и гетерогенные зародыши кристаллизации, первичное и вторичное зародышеобразование.
5. Кинетика и молекулярные механизмы первичной и вторичной кристаллизации.
6. Рекристаллизационные процессы при отжиге полимеров.
7. Плавление полимеров. Экспериментальная и равновесная температуры плавления.
8. Надмолекулярные структуры в полимерах.
9. Современные представления о структуре аморфных полимеров.
10. Жидкокристаллические полимеры. Особенности строения и свойств. Классификация.

### Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения

Шкала оценивания знаний, умений и навыков является единой для всех дисциплин (приведена в таблице ниже)

<b>ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)</b>				
Оценка \ Результат	2	3	4	5
Знания	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения)	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки, но не в активной форме	Сформированные навыки, применяемые при решении задач

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	ФОРМА ОЦЕНИВАНИЯ
<p><b>Знать:</b> теоретические основы методов исследования структуры полимеров</p> <p><b>Знать:</b> взаимосвязь между процессами синтеза и модификации полимеров и их структурой</p> <p><b>Знать:</b> взаимосвязь между свойствами растворов полимеров и их структурой</p> <p><b>Знать:</b> основы молекулярной и надмолекулярной структуры полимеров</p> <p><b>Знать:</b> взаимосвязь между технологией переработки полимеров и их структурой</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете</p>
<p><b>Уметь:</b> предлагать методы исследования структуры полимеров в соответствии с заданной научной задачей</p> <p><b>Уметь:</b> прогнозировать структуру полимеров исходя из способа их синтеза или модификации</p> <p><b>Уметь:</b> прогнозировать структуру полимеров с использованием знаний о свойствах их растворов</p> <p><b>Уметь:</b> прогнозировать надмолекулярную структуру полимера исходя из молекулярной</p> <p><b>Уметь:</b> прогнозировать структуру полимерных материалов в тех или иных технологических условиях</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, контрольные вопросы, устный опрос на зачёте</p>
<p><b>Владеть:</b> способностью использовать экспериментальные и теоретические методы при исследовании структуры полимеров</p> <p><b>Владеть:</b> способностью предлагать методы синтеза и модификации полимеров с целью получения вещества с заданной структурой</p> <p><b>Владеть:</b> способностью использовать структурный подход при исследовании растворов полимеров</p> <p><b>Владеть:</b> способностью применять на практике знания о структуре полимеров во взаимосвязи с их механическими свойствами</p> <p><b>Владеть:</b> способностью использовать знания о структуре полимеров при разработке технологии получения и переработки полимеров</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, практические контрольные задачи, устный опрос на зачёте</p>