

Программа утверждена на заседании  
Ученого Совета химического факультета  
Протокол № 4 от 29 мая 2014 г.

### Рабочая программа дисциплины

1. Код и наименование дисциплины **Молекулярная и надмолекулярная структура полимеров**
2. Уровень высшего образования – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре.
3. Направление подготовки 04.06.01 Химические науки. Направленность программы Высокомолекулярные соединения
4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП  
Вариативная часть ООП, Дисциплина по выбору аспиранта (время освоения определяется индивидуальным планом аспиранта, в течение 2, 3 или 4 семестра, 1 или 2 года обучения).
5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

<b>Формируемые компетенции (код компетенции)</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)</b>
<i>УК-1</i> способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	<i>В1 (УК-1)</i> <b>Владеть</b> навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
<i>УК-2</i> способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки	<i>З1 (УК-2)</i> <b>Знать</b> методы научно-исследовательской деятельности
<i>ПК-6</i> способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию	<i>З1 (ПК-6)</i> <b>Знать</b> современное состояние науки в области химии, физики и механики высокомолекулярных соединений

диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) 02.00.06 Высокомолекулярные соединения

37 (ПК-6) **Знать** современные представления о структуре полимеров и композитов на их основе

Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) приведены в Приложении.

6. 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:

*Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единиц, всего 108 часов, из которых 66 часов составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (36 часов - занятия лекционного типа, 12 часов групповые консультации, 12 часов мероприятия текущего контроля успеваемости, 6 мероприятия промежуточной аттестации), 42 часа составляет самостоятельная работа аспиранта.*

7. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (если есть).  
Должны быть успешно освоены дисциплины базовой части учебного плана

8. Образовательные технологии (отметить если применяется электронное обучение и дистанционные технологии).  
Используются следующие технологии: лекции-демонстрации и интерактивные лекции. Преподавание дисциплины проводится в форме авторских курсов по программам, которые составлены на основе результатов исследований, полученных научными школами МГУ.

9. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),	Всего (часы)	В том числе	
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них	Самостоятельная работа обучающегося, часы из них

форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости коллоквиумы, практические контрольные занятия и др.)	<b>Всего</b>	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п..	<b>Всего</b>
Тема 1. Структура макромолекул	14	6	0	4	0	4	14	0	0	0
Тема 2. Структура аморфных полимеров.	8	4	0	2	0	2	8	0	0	0
Тема 3. Структура кристаллических полимеров	38	26	0	6	0	6	38	0	0	0
<b>Промежуточная аттестация зачёт</b>	48						6			42
<b>Итого</b>	<b>108</b>	36	0	12	0	12	<b>66</b>	0	0	<b>42</b>

10. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы аспирантов.

## 11. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная 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 наноструктур. М., Интеллект, 2009.
6. В.Н.Кулезнёв, В.А.Шершнёв Химия и физика полимеров, Учебник М. КолосС, 2007

### Дополнительная литература

1. Энциклопедия полимеров, М.Изд. БСЭ, т.т.1-3 1977
2. Химическая энциклопедия, Изд. БРЭ, т.т. 1-5, 1988-1998

### Периодическая литература

Журналы «Высокомолекулярные соединения», "Химические волокна", "Пластические массы", Macromolecules, Polymer, Colloid and Polymer Science.

### Интернет-ресурсы

1. vmsmsu.ru

- Перечень используемых информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости):

Поддерживается сайт с методическими материалами к курсу в сети Интернет [www.vmsmsu.ru](http://www.vmsmsu.ru)

- Описание материально-технической базы.

Занятия проводятся в специально оборудованных аудиториях (ауд. 501, ауд. 619 лабораторного корпуса А). Аудитории снабжены средствами мультимедиа презентаций и доступом в сеть Интернет.

## 12. Язык преподавания - русский

13. Преподаватель (преподаватели).

Профессор, доктор химических наук Аржаков Максим Сергеевич

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

1. Планируемые результаты обучения для формирования компетенций п.5 и соответствующие им критерии оценивания приведены в Приложении 1.
2. Материалы к текущей (контрольные работы, вопросы к коллоквиумам и пр.), промежуточной аттестации (вопросы к зачету)

#### Список контрольных вопросов

1. Что такое "структура" полимеров? В чем состоит различие между понятиями конформация и конфигурация полимера? Дать примеры.
2. 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. Обоснование образования складчатой конформации макромолекул в кристалле в рамках основных положений кинетической теории кристаллизации полимеров.
8. Обоснуйте соотношение для скорости кристаллизации расплава полимера на основании теории абсолютных скоростей реакций. Обоснуйте существование температурной зависимости скорости кристаллизации расплава полимера.
9. 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  $\Delta F^*$ .
10. 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  $\Delta F^*$ .
11. Как можно экспериментально определить равновесную температуру плавления полимера?
12. Надмолекулярные структуры в полимерах. Основные типы. Дать примеры.

13. Общие представления о структуре ориентированных аморфно-кристаллических полимеров. Дать примеры.
14. Жидкокристаллические полимеры. Специфика строения и свойств.

*Примеры ПКЗ.*

1. Сравните размеры кристаллов полиэтилена и полипропилена, закристаллизованные при одинаковом переохлаждении  $\Delta T = 10^\circ\text{C}$ .
2. Сравните размеры кристаллов полиэтилена и полипропилена, закристаллизованные при одинаковой температуре  $T = 120^\circ\text{C}$ .
3. Опишите известные вам методы экспериментального определения степени кристалличности полимера. Дать примеры.
4. Выведите соотношение для температуры плавления полимерного кристалла с продольным (в направлении макромолекулярной цепи) размером  $L$ .
5. Сравните температуры плавления кристаллов полиэтилена с высотой складки 10 и 50 нм.

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

Оценивание результатов обучения (текущий контроль успеваемости) ведётся по пятибалльной шкале или системе «зачёт-незачёт». Успешным прохождением контрольного мероприятия считается получение отметки «зачёт» или балла, не меньшего 3. Промежуточная аттестация в форме зачёта считается пройденной при успешном прохождении 80% мероприятий текущего контроля успеваемости. В ином случае обучающийся должен успешно продемонстрировать степень овладения знаниями, умениями и навыками в ходе ответа на вопросы зачёта и решения контрольных задач.

Приложение 1

Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине «Молекулярная и надмолекулярная структура полимеров» на основе карт компетенций выпускников

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ и ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) <i>(критерии и показатели берутся из соответствующих карт компетенций, при этом используются либо традиционной системой оценивания, либо БРС)</i>					ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА
	1	2	3	4	5	
<b><i>B1 (УК-1) Владеть</i></b> навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	В целом успешное, но не систематическое применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	Успешное и систематическое применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	ПКЗ на предмет установления последовательности действий при решении поставленной задачи с учетом знаний и навыков, полученных в курсе
<b><i>31 (УК-2) Знать</i></b> методы научно-исследовательской деятельности	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о методах научно-исследовательской деятельности	Неполные представления о методах научно-исследовательской деятельности	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о методах научно-исследовательской деятельности	Сформированные систематические представления о методах научно-исследовательской деятельности	Индивидуальное собеседование-устный опрос
<b><i>31(ПК-6) Знать</i></b> современное состояние	Отсутствие	Фрагментарные представления	Неполные представления о со-	Сформированные, но содержащие отдель-	Сформированные систематические	Индивидуальное собе-

ние науки в области химии, физики и механики ВМС	знаний	о современном состоянии науки в области химии, физики и механики ВМС	временном состоянии науки в области химии, физики и механики ВМС	ные пробелы, представления о современном состоянии науки в области химии, физики и механики ВМС	представления о современном состоянии науки в области химии, физики и механики ВМС	седование – устный опрос
37(ПК-6) <b>Знать</b> современные представления о структуре полимеров и композитов на их основе	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о структуре полимеров и композитов на их основе	Неполные представления о структуре полимеров и композитов на их основе	Сформированные: но содержащие отдельные пробелы представления о структуре полимеров и композитов на их основе	Сформированные систематические представления о структуре полимеров и композитов на их основе	Индивидуальное собеседование – устный опрос