

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

### Рабочая программа дисциплины (модуля)

1. Код и наименование дисциплины **Методы исследования структуры и свойств 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 диссертаций на соискание ученой степени канди-	<i>З1 (ПК-6)</i> <b>Знать</b> современное состояние науки в области химии, физики и механики высокомолекулярных соединений
	<i>З2 (ПК-6)</i> <b>Знать</b> теоретические основы экспериментальных методов исследования высокомолекулярных соединений и си-

дата наук по направленности (научной специальности) 02.00.06 Высокомолекулярные соединения	стем, их содержащих
---	---------------------

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 единицы, всего 108 часов, из которых 82 часа составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (36 часов - занятия лекционного типа, 20 часов групповые консультации, 20 часов мероприятия текущего контроля успеваемости, 6 мероприятия промежуточной аттестации), 26 часов 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. Гель-проникающая хроматография (ГПХ)	8	4	0	2	0	2	8	0	0	0
Тема 2. Светорассеяние	8	4	0	2	0	2	8	0	0	0
Тема 3. ИК-спектроскопия	8	4	0	2	0	2	8	0	0	0
Тема 4. Флуоресцентные методы	8	4	0	2	0	2	8	0	0	0
Тема 5. Электронный парамагнитный резонанс (ЭПР)	6	2	0	2	0	2	6	0	0	0
Тема 6. Рентгеноструктурный анализ (РСА)	8	4	0	2	0	2	8	0	0	0
Тема 7. Термический анализ	4	4	0	2	0	2	4	0	0	0

Тема 8. Методы исследования механических свойств полимеров	8	4	0	2	0	2	8	0	0	0
Тема 9. Сканирующая зондовая микроскопия	6	2	0	2	0	2	6	0	0	0
Тема 10. Электронная микроскопия	8	4	0	2	0	2	8	0	0	0
<b>Промежуточная аттестация зачёт</b>	32					6				26
<b>Итого</b>	<b>108</b>	36	0	20	0	20	<b>82</b>	0	0	<b>26</b>

10. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы аспирантов.

11. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Беленький Б.Г., Виленчик Л.З. «Хроматография полимеров». М.: 1978.
2. П.Д.Жен. Идеи скейлинга в физике полимеров. М.: Мир, 1982. 368 с.
3. Дехант И., Данц Р., Киммер В., Шмольке Р., Инфракрасная спектроскопия полимеров, Учебник М.: Химия, 1976.
4. Основы аналитической химии. Ю.А. Золотов, Е.Н. Дорохова, В.И. Фадеева и др. М.: Высш. шк., 2002.
5. Эллиот А., Инфракрасные спектры и структура полимеров, Учебник М.: Мир, 1972.
6. Паркер С. Фото-люминесценция растворов, Мир, 1972, 512 с.
7. Лакович Дж. Основы флуоресцентной спектроскопии, Мир, 1986, 496 с.
8. Вертц Дж., Болтон Дж. Теория и практические приложения метода ЭПР, М.: Мир, 1975.
9. P.N.Rieger. Electron Spin Resonance. Analysis and Interpretation. Cambridge: The Royal Society of Chemistry, 2007, 186 p.
10. Хохлов А.Р., Кучанов С.И. Лекции по физической химии полимеров. М.: Мир, 2000., 192 с.
11. А. Тобольский Структура и свойства полимеров М.: Химия, 1964.
12. А.А. Аскадский, А.Р. Хохлов. Введение в физико-химию полимеров. М.: Научный мир, 2009.
13. Д.Х.Джейл. Полимерные монокристаллы. Глава 2, 1968.
14. В.А.Берштейн, В.М.Егоров. Дифференциальная сканирующая калориметрия в физикохимии полимеров. Л.: Химия, 1990.

15. Ю.К.Годовский. Теплофизические методы исследования полимеров. М.: Химия, 1976.
16. В.А. Каргин, Г.Л. Слонимский. Краткие очерки по физико-химии полимеров. М.: Химия., 1967
17. В.Н. Кулезнев, В.А. Шершнева Химия и физика полимеров. М.: Высш. шк., 1988.
18. С. Л. Баженов, А. А. Берлин, А. А. Кульков, В. Г. Ошмян. Полимерные композиционные материалы. Долгопрудный: Интеллект, 2010.
19. Большакова А.В., Киселева О.И., Никонорова Н.И., Яминский И.В. Сканирующая зондовая микроскопия блоксополимеров/. Учебное пособие, описание задачи лабораторного практикума — М.: Центр перспективных технологий, 2011, 25 с.
20. Г.Шиммель. Методика электронной микроскопии. Главы 5,6, 1972.
21. Справочник по микроскопии для нанотехнологии. Под ред. Нан Яо, Чжун Лин Ван. – М.: Научный мир, 2011, 712 с.
22. P. Eaton, P. West. Atomic force microscopy, Oxford University Press, 2010. ISBN: 978-0199570454.
23. Миронов В.Л Основы сканирующей зондовой микроскопии. М.: Техносфера, 2004

#### Дополнительная литература

1. Нефедов П.П., Лавренко П.Н. Транспортные методы в аналитической химии полимеров, М.: Химия, 1979.
2. Збинден Р., Инфракрасная спектроскопия высокополимеров, Учебник, М.: Мир, 1966.
3. Цветков В.Н., Эскин В.Е., Френкель С.Я. Структура макромолекул в растворах. - М.: Наука, 1964.
4. Кендал Д., Прикладная инфракрасная спектроскопия, Учебник, М.: Мир, 1970.
5. Кросс А., Введение в практическую инфракрасную спектроскопию, Учебник, М.: Издательство иностранной литературы, 1961.
6. Noel P.G. Roeges, A Guide to the complete interpretation of Infrared Spectra of organic structures, John Wiley and Sons, Chichester, 1998.
7. Brustolon M., Giamello E. Electron Paramagnetic Resonance. A Practitioner's Toolkit. Hoboken: John Wiley& Sons, Inc., 2009.
8. В.А.Марихин, Л.П.Мясникова. Надмолекулярная организация полимеров. Москва. Химия, 1977, С.29-48, 86-122.
9. Б.Вундерлих. Физика макромолекул. Часть 2. М.: Мир, 1979.
10. В.Е. Гуль, В.Н. Кулезнев. Структура и механические свойства полимеров. М.: Высшая школа, 1972.
11. И. Уорд. Механические свойства твердых полимеров М.: Химия, 1975.
12. И. Нарисава. Прочность полимерных материалов, М.: Химия, 1987.
13. А.Я. Малкин, А.А. Аскадский, В.В. Коврига Методы измерения механических свойств полимеров. М.: Химия, 1978.
14. Техника электронной микроскопии. Под редакцией Кеэ., 1967.
15. Я.Рабек. Экспериментальные методы в химии полимеров. Часть 1,2. М.: Мир, 1983
16. Спецпрактикум по физико-химическим и физико-механическим методам исследования полимеров, п/р. В.П.Шиббаева М: МГУ, 2013.
17. Dror Sarid. Exploring Scanning Probe Microscopy with MATHEMATICA. 2007
18. Sergei N. Magonov, Myung-Hwan Whangbo Surface Analysis with STM and AFM. 1996
19. Ikai. /The world of nano-bio mechanics. 2007/

## Периодическая литература

1. Журнал «Высокомолекулярные соединения»
2. Как это устроено. Сканирующий зондовый микроскоп Большакова Анастасия, Белецкий Александр в журнале Квантик, 2013 № 9, с. 18-22
3. Методы анализа АСМ-изображений тонких пленок блок-сополимеров Меньшиков Е.А., Большакова А.В., Виноградова О.И., Яминский И.В. в журнале Физикохимия Поверхности и Защита Материалов, 2009 том 45, № 1, с. 108-111

## Интернет-ресурсы

1. vmsmsu.ru
  2. <http://learn.femtoscanonline.com> – задачи дистанционного практикума по теме «Сканирующая зондовая микроскопия» на русском и английском языках.
  3. <http://www.femtoscanonline.com/wiki/ru/start> - описание ПО для обработки данных микроскопии «ФемтоСкан Онлайн»
  4. <http://www.youtube.com/femtoscanonline> - видео уроки по обработке микроскопических данных ПО «ФемтоСкан Онлайн»
  5. <http://www.nanoscopy.org/Applications.shtml> - настройка обратной связи в СЗМ в онлайн режиме на весовой модели зондового микроскопа/ Методические указания к лабораторным занятиям
- 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. Демонстрация научного оборудования осуществляется в лабораторных комнатах 616, 402, 105, 226.

12. Язык преподавания - русский

13. Преподаватель (преподаватели).

Доцент, кандидат химических наук Ефимова Анна Александровна (отв.)

## 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. Как определить молекулярную массу полимера методом статического светорассеяния.
2. Какую информацию и каким образом можно получить методом динамического светорассеяния?
3. Какую информацию о полимерах позволяет получать метод ИК-спектроскопии?
4. Использование метода флуоресценции для исследования полимеров.
5. Какие объекты и процессы исследуют методом ЭПР?
6. Понятие интерференции волн.
7. Понятие дифракции волн.
8. Формула Вульфа-Брэгга.
9. Какие процессы, происходящие в полимерах, можно изучать с помощью методов термического анализа?
10. Как определить модуль упругости полимера?
11. Какими методами можно определить температуру стеклования полимера?
12. Термомеханические кривые линейных и сшитых полимеров.
13. Термомеханические кривые аморфизованных полимеров.
14. В каких единицах измеряются модуль упругости материала, прочность, относительное удлинение при разрыве?
15. Метод сканирующей зондовой микроскопии.
16. Какую информацию о полимере можно получить, используя метод сканирующей электронной микроскопии?
17. Какую информацию можно получить методом просвечивающей электронной микроскопии?
18. Какую информацию можно получить методом сканирующей электронной микроскопии?

### Примеры ПКЗ.

1. Какой из закристаллизованных полимеров имеет наиболее высокую температуру плавления: полиэтилен (ПЭ), полипропилен (ПП), изотактический полистирол (ПС) или 1,4 - цис - полиизопрен (НК), если величины теплот плавления (H) и энтропий плавления (S) (в расчете на мономерное звено) равны :  
для ПЭ  $H = 288$  дж/г,  $S = 19,3$  дж/моль.К ,  
для ПП  $H = 240$  дж/г,  $S = 22,3$  дж/моль.К ,  
для ПС  $H = 81$  дж/г,  $S = 16$  дж/моль.К ,

для НК  $H = 65$  дж/г  $S = 14,7$  дж/моль.К ?

2. Модуль упругости эластомера, характеризующегося величиной отрезка молекулярной цепи между узлами химической сетки  $M_c = M$ , равен  $E_1$ . Чему равен модуль упругости эластомера, если  $M_c = 3M$  ?
3. Полимерный образец на 99% по массе состоит из макромолекул с молекулярной массой 100000, но содержит 1% макромолекул с молекулярной массой 100. Рассчитайте коэффициент полидисперсности  $M_w/M_n$  образца.
4. Полимер состоит на 90% (по весу) из молекул с молекулярной массой  $M = 50000$  и на 10% (по весу) из молекул с  $M = 200000$ . Какова средняя молекулярная масса этого полимера, если они определялись методами светорассеяния ?
5. Какую информацию можно получить при использовании малоуглового рассеяния рентгеновских лучей: А. о параметрах кристаллической решетки, Б. о конформации макромолекул, В. о размерах элементов надмолекулярной структуры полимеров ?
6. Позволяет ли метод калориметрического исследования полимеров определить: А. размеры надмолекулярных структур, Б. параметры кристаллической решетки полимеров, В. величины теплот плавления и кристаллизации полимеров, Г. степень ориентации макромолекул в образце полимера ?
7. Какой полимер: полистирол (ПС), изотактический полипропилен (ПП), изопреновый каучук (НК) или полиэтилентерефталат (ПЭТФ) характеризуется наибольшей величиной деформации при 0 град. Ц (при воздействии одной и той же нагрузки), если температуры стеклования ( $T_c$ ) полимеров:  $T_c$  (НК) = - 50,  $T_c$  (ПЭТФ) = 60,  $T_c$  (ПС) = 100, а  $T_c$  (ПП) = 0 град.Ц ?
8. К образцу из слабо сшитого каучука подвешен груз весом, равным 0,1 величины разрывного напряжения. Система находится в равновесии. Что произойдет с грузом при нагревании образца? 1) поднимется, 2) положение груза не изменится, 3) опустится  
4) сначала опустится, а затем поднимется

### 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.



**Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине «Методы исследования структуры и свойств 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 берутся либо традиционной системой оценивания, либо БРС)</i>					ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА
	1	2	3	4	5	
<i><b>B1 (УК-1) Владеть</b></i> 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
<i><b>31 (УК-2) Знать</b></i> 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

<p>31(ПК-6) <b>Знать</b> современное состояние науки в области химии, физики и механики ВМС</p>	<p>Отсутствие знаний</p>	<p>Фрагментарные представления о современном состоянии науки в области химии, физики и механики ВМС</p>	<p>Неполные представления о современном состоянии науки в области химии, физики и механики ВМС</p>	<p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, представления о современном состоянии науки в области химии, физики и механики ВМС</p>	<p>Сформированные систематические представления о современном состоянии науки в области химии, физики и механики ВМС</p>	<p>Индивидуальное собеседование – устный опрос</p>
<p>32 (ПК-6) <b>Знать</b> теоретические основы экспериментальных методов исследования высокомолекулярных соединений и систем, их содержащих</p>	<p>Отсутствие знаний</p>	<p>Фрагментарные представления о теоретических основах экспериментальных методов исследования высокомолекулярных соединений и систем, их содержащих</p>	<p>Неполные представления о теоретических основах экспериментальных методов исследования высокомолекулярных соединений и систем, их содержащих</p>	<p>Сформированные: но содержащие отдельные пробелы о теоретических основах экспериментальных методов исследования высокомолекулярных соединений и систем, их содержащих</p>	<p>Сформированные систематические представления о теоретических основах экспериментальных методов исследования высокомолекулярных соединений и систем, их содержащих</p>	<p>Индивидуальное собеседование – устный опрос</p>