

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

### Рабочая программа дисциплины

1. Код и наименование дисциплины **Полимерные материалы: физика и химия**
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>ОПК-1</i> способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных	<i>У1 (ОПК-1)</i> <b>Уметь</b> выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования

технологий	
ПК-6 способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) 02.00.06 Высокомолекулярные соединения	31 (ПК-6) <b>Знать</b> современное состояние науки в области химии, физики и механики высокомолекулярных соединений
	38 (ПК-6) <b>Знать</b> современные технологические методы создания полимерных материалов и изделий на их основе (в том числе полимерных композиционных материалов)

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 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),  форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них					Самостоятельная работа обучающегося, часы из них			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости коллоквиумы, практические контрольные занятия и др.)	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п..	Всего
Тема 1. Общие представления о полимерных материалах	10	6	0	2	0	2	10	0	0	0
Тема 2. Структурная механика полимерных материалов	12	8	0	2	0	2	12	0	0	0
Тема 3. Основы производства полимерных материалов	20	12	0	4	0	4	20	0	0	0
Тема 4. Перспективные материалы	18	10	0	4	0	4	18	0	0	0

<b>Промежуточная ат-тестация 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», Учебник, М.Изд «Академия». 2006, 386 с.
2. В.В.Киреев. Высокомолекулярные соединения. Учебник. М., изд-во Высшая школа, 1992
3. 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

Журнал «Высокомолекулярные соединения»

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

#### **Общие представления о полимерных материалах**

1. Конфигурация и конформация макромолекул. Типы конфигурационных изомеров.
2. Гибкость макромолекул. Природа гибкости. Заторможенность внутреннего вращения.
3. Гибкость макромолекул. Влияние химической структуры полимера на его гибкость.
4. Гибкость макромолекул. Количественные характеристики гибкости (среднеквадратичное расстояние между концами цепи и статистический сегмент). Степень свернутости.
5. Гибкость макромолекул. Основные модели, описывающие поведение гибких макроцепей.
6. Гибкость макромолекул. Энергетические барьеры внутреннего вращения. Понятие о термодинамической и кинетической гибкости.
7. Понятие о сегменте Куна. Экспериментальное определение сегмента Куна.
8. Молекулярно-массовые характеристики полимеров. Полидисперсность синтетических полимеров. Среднечисловая, средневесовая и z-средняя молекулярные массы.
9. Молекулярно-массовые характеристики полимеров и методы их определения.

#### **Структурная механика полимерных материалов**

1. Термомеханический метод анализа. Три физических состояния аморфных полимеров. Температуры стеклования и текучести и их зависимость от молекулярной массы полимера.
2. Термомеханический метод анализа. Термомеханические кривые для полимер-гомологического ряда. Экспериментальное определение величины сегмента Куна с использованием термомеханического метода.
3. Высокоэластическое состояние аморфных полимеров. Энтропийная природа обратимой высокоэластической деформации.
4. Высокоэластическое состояние аморфных полимеров. Релаксация напряжения. Время релаксации. Зависимость времени релаксации от температуры.
5. Гистерезисные явления при механических испытаниях полимеров. Механические потери и природа их появления. Коэффициент механических потерь.
6. Динамометрический метод исследования полимерных стекол. Механизм вынужденно-эластической деформации.
7. Динамометрический метод исследования полимерных стекол. Предел вынужденной эластичности и его зависимость от температуры.
8. Динамометрический метод исследования полимерных стекол. Хрупкость полимеров. Температура хрупкости и метод ее определения.
9. Полукристаллические полимеры. Термомеханические кривые полукристаллических полимеров.
10. Аморфизованные полимеры. Термомеханические кривые аморфизованных полимеров.
11. Кристаллизация полимеров. Условия, необходимые для кристаллизации полимеров.
12. Термодинамика кристаллизации полимеров. Температуры плавления и кристаллизации. Фактор переохлаждения.
13. Кинетика кристаллизации полимеров. Температурные зависимости скоростей зародышеобразования и роста кристаллов.
14. Получение аморфизованных полимеров.
15. Структура и морфологические типы полукристаллических полимеров (ламели и сферолиты). Степень кристалличности.

### **Основы производства полимерных материалов**

1. Цепная полимеризация. Термодинамика полимеризации. Полимеризационно-деполимеризационное равновесие.
2. Радикальная полимеризация. Инициирование радикальной полимеризации. Типы инициаторов.
3. Радикальная полимеризация. Основные элементарные стадии радикальной полимеризации.
4. Радикальная полимеризация. Кинетика радикальной полимеризации при малых степенях превращения.
5. Оценка степени полимеризации из кинетических данных.
6. Влияние температуры на скорость радикальной полимеризации и молекулярную массу полимера.
7. Катионная полимеризация. Мономеры и инициаторы.
8. Катионная полимеризация. Основные элементарные стадии катионной полимеризации.
9. Катионная полимеризация. Кинетика катионной полимеризации. Оценка степени полимеризации из кинетических данных.
10. Влияние температуры на скорость катионной полимеризации и молекулярную массу полимера.

11. Анионная полимеризация. Мономеры и инициаторы
12. Анионная полимеризация. Основные элементарные стадии анионной полимеризации. Кинетика процесса.
13. Анионная полимеризация. Выражение для оценки степени полимеризации. Получение полимеров с узким молекулярно-массовым распределением.
14. Поликонденсация, типы классификации. Основные отличия поликонденсации от цепной полимеризации.
15. Термодинамика поликонденсации. Равновесная и неравновесная поликонденсация. Поликонденсационное равновесие. Зависимость степени полимеризации от константы равновесия.
16. Кинетика неравновесной поликонденсации. Факторы, влияющие на степень полимеризации.
17. Промышленные методы синтеза полимеров.
18. Основные методы переработки полимеров.
19. Основные методы модификации полимеров.

### **Перспективные полимерные материалы**

1. Классификация полимерных материалов.
2. Преимущества и недостатки полимерных материалов по сравнению с керамикой и металлами.
3. Смеси полимеров.
4. Композиционные материалы.
5. Нанотехнологии и нанокompозиты.

### *Примеры ПКЗ.*

1. Проведите сравнительный анализ реакций радикальной и анионной полимеризации на конкретных примерах.
2. Проведите сравнительный анализ реакций радикальной полимеризации и поликонденсации на конкретных примерах.
3. Расскажите о всех возможных конфигурационных изомерах для макромолекул виниловых полимеров.
4. Расскажите о возможных различных конформационных состояниях макромолекул. Какие факторы определяют конформацию макромолекулы и как количественно ее оценить.
5. Дайте краткую характеристику фазовым и физическим состояниям полимеров.
6. Приведите конкретные химические реакции с участием макромолекул (не менее 5).
7. Химическая модификация полимеров как самостоятельный способ создания полимеров с заданным комплексом химических, физических или механических свойств (приведите 2-3 конкретных примера).

### **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 «Полимерные материалы: физика и химия» 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 состоя-	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
<i>38(ПК-6) Знать</i> современные технологические методы создания полимерных материалов и изделий на их основе (в том числе полимерных композиционных материалов)	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о современных технологических методах создания полимерных материалов и изделий на их основе (в том числе полимерных композиционных материалов)	Неполные представления о современных технологических методах создания полимерных материалов и изделий на их основе (в том числе полимерных композиционных материалов)	Сформированные: но содержащие отдельные пробелы представления о современных технологических методах создания полимерных материалов и изделий на их основе (в том числе полимерных композиционных материалов)	Сформированные систематические представления о современных технологических методах создания полимерных материалов и изделий на их основе (в том числе полимерных композиционных материалов)	Индивидуальное собеседование – устный опрос