

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)**

### **Растворы 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) **Растворы 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 растворов полимеров <b>Уметь:</b> предлагать методы исследования растворов полимеров в соответствии с заданной научной задачей <b>Владеть:</b> способностью использовать экспериментальные и теоретические методы при исследовании растворов 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> современные представления о растворах полимеров в контексте их синтеза и модификации <b>Уметь:</b> прогнозировать особенности реакций получения полимеров, обусловленных свойствами растворов <b>Владеть:</b> способностью предлагать растворные методы синтеза и химической модификации полимеров с целью получения вещества с заданными свойствами
<b>СПК-3.С.</b> Способность использовать теоретические основы физической химии растворов высокомолекулярных соединений, в том числе полиэлектролитов, в практической деятельности	<b>Знать:</b> современные представления о физической химии и реологии растворов полимеров <b>Уметь:</b> прогнозировать свойства растворов полимеров исходя из их химического строения <b>Владеть:</b> способностью использовать знания о растворах полимеров при исследовании 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> взаимосвязь между свойствами растворов полимеров и их структурой и механическими свойствами <b>Уметь:</b> прогнозировать свойства растворов полимеров с учётом их структуры <b>Владеть:</b> способностью применять на практике знания о взаимосвязи структуры и свойств растворов полимера (в том числе характеристиках процесса растворения)

<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 свойствами их растворов <b>Уметь:</b> прогнозировать свойства растворов полимеров в тех или иных технологических условиях <b>Владеть:</b> способностью использовать знания о свойствах растворов 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 32 часа составляет контактная работа студента с преподавателем (14 часов занятия лекционного типа, 14 часов занятия семинарского типа, 2 часа – групповые консультации, 2 часа – промежуточный контроль успеваемости), 40 часов 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
Классификация растворов	10	2	2				4	6		6

полимеров										
Фазовые равновесия в растворах полимеров	12	2	2				4	8		8
Растворы полимеров в хорошем растворителе	12	4	2				6	6		6
Динамические свойства растворов полимеров	10	2	2				4	6		6
Растворы полимеров в плохом растворителе	12	2	4				6	6		6
Методы исследования и применение растворов полимеров	10	2	2				4	6		6
Промежуточная аттестация <i>зачет</i>	6			2		2	4		2	2
<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>2</b>		<b>2</b>	<b>32</b>	<b>38</b>	<b>2</b>	<b>40</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, 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
4. A.S. Ushakova, E.N. Govorun, A.R. Khokhlov, Globules of Amphiphilic Macromolecules - J. Phys.: Condens. Matter, 2006, vol.18(3),p.915.
5. A.A.Askadskii, A.R.Khokhlov, Introduction to Physico-Chemistry of Polymers. - Moscow, Scientific World, 2009
6. де Жен П.-Ж., Идеи скейлинга в физике полимеров. -М.: Мир, 1982.
7. А. Ю. Гросберг, А. Р. Хохлов, «Статистическая физика макромолекул». - М.: Наука, 1989.
8. Дой М., Эдвардс С., Динамическая теория полимеров. – М.: Мир, 1998.
9. N.A.Plate, A.D.Litmanovich, O.V.Noah, Macromolecular Reactions. Peculiarities, Theory and Experimental Approaches. - John Wiley and Sons Ltd., Chichester - New York - Brisbane - Toronto - Singapore, 1995
10. Е.Феттес. «Химические реакции полимеров». М., «Мир», 1967.
11. А.Ю. Гросберг, А.Р. Хохлов. Статистическая физика макромолекул. М. «Наука», 1989.
12. Гросберг А.Ю., Хохлов А.Р. Полимеры и биополимеры с точки зрения физики. - Долгопрудный. Издат. дом «Интеллект», 2010
13. 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: к.х.н. доц. Литманович Е.А.

### **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. Перечислить концентрационные режимы растворов полимеров. Дать определение концентрации кроссовера.
2. Чем отличаются свойства разбавленных и полуразбавленных растворов полимеров?
3. Какими методами можно экспериментально оценить термодинамическое качество растворителя?.
4. Что такое бинодаль, спинодаль и критическая температура растворения?
5. Что такое тета-состояние раствора полимера?
6. Как экспериментально определить тета-температуру раствора полимера?
7. Чем отличаются переходы клубок-глобула в растворах гибкоцепных и жесткоцепных полимеров?
8. Какую информацию о макромолекулах в растворе можно получить методом вискозиметрии?

9. Какую информацию о макромолекулах в растворе можно получить методом статического светорассеяния?
10. Какую информацию о макромолекулах в растворе можно получить методом динамического светорассеяния?
11. Сравните исключенный объем макромолекулы в хорошем, плохом и тета-растворителе.
12. Рассчитать осмотическое давление раствора крахмала в воде, концентрация 5 г/л, температура 342 К, универсальная газовая постоянная  $R$  равна 0,082 л·атм/(моль·К). Раствор считать идеальным.
13. Оценить объемную долю звеньев в полимерном клубке в тета-растворителе при степени полимеризации 10 000.
14. Опишите состояние макромолекулы в полуразбавленном растворе с использованием понятия глобов.
15. Опишите состояние макромолекулы в узкой поре с использованием скейлинговой модели.

### Вопросы к зачету

1. Концентрационные режимы растворов полимеров: разбавленные, полуразбавленные, концентрированные растворы. Понятие кроссовера. Уравнение состояния разбавленного раствора полимера. Осмотическое давление. Термодинамическое качество растворителя.
2. Решеточная модель Флори-Хаггинса для полуразбавленных растворов. Фазовая диаграмма раствора полимера. Бинодаль и спинодаль. Расчет критической точки растворения. Недостатки теории Флори-Хаггинса.
3. Диаграммы точек помутнения. Верхняя и нижняя критические температуры растворения. Понятие  $\theta$  – условий. Экспериментальные методы определения  $\theta$  – температуры.
4. Свойства изолированных макромолекул в хорошем растворителе. Радиус Флори в пространстве размерности  $d$ . Понятие глоба. Скейлинговая модель полимерной цепи в объеме раствора, в плоской щели и в узкой трубке. Статистика полимерного клубка в атермическом растворителе.
5. Полуразбавленные растворы полимеров в атермическом растворителе. Расчет концентрации кроссовера, размера цепи и радиуса корреляции. Осмотическое давление полуразбавленного раствора. Сравнение результатов теории Флори-Хаггинса и метода скейлинговых оценок.
6. Динамика полимерных цепей в разбавленном растворе. Персистентная длина и персистентное время. Модели Рауза, Кирквуда, Куна. Динамика систем многих цепей. Модель репаций. Понятие трубки. Коллективные моды.
7. Исключенный объем макромолекул в разбавленных и полуразбавленных растворах. Переход клубок – глобула.
8. Принципы фракционирования полимеров. Фракционное осаждение и фракционное растворение. Восстановление функции молекулярно-массового распределения. Эффективность фракционирования. Фракционирование сополимеров по методу Розенталя и Уайта.
9. Вискозиметрия как метод исследования макромолекул в растворах. Динамическая вязкость, кривые течения, аномалия вязкости. Вискозиметрия разбавленных растворов.
10. Рассеяние света растворами полимеров. Статическое светорассеяние и фотон-корреляционная спектроскопия.
11. Применение полимеров в процессах водоочистки и обезвоживания суспензий.

### 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 неприципиального 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

<b>РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)</b>	<b>ФОРМА ОЦЕНИВАНИЯ</b>
<p><b>Знать:</b> теоретические основы методов исследования растворов полимеров</p> <p><b>Знать:</b> современные представления о растворах полимеров в контексте их синтеза и модификации</p> <p><b>Знать:</b> современные представления о физической химии и реологии растворов полимеров</p> <p><b>Знать:</b> взаимосвязь между свойствами растворов полимеров, их структурой и механическими свойствами</p> <p><b>Знать:</b> взаимосвязь между технологией переработки полимеров и их свойствами их растворов</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете</p>
<p><b>Уметь:</b> предлагать методы исследования растворов полимеров в соответствии с заданной научной задачей</p> <p><b>Уметь:</b> прогнозировать особенности реакций получения полимеров, обусловленных свойствами растворов</p> <p><b>Уметь:</b> прогнозировать свойства растворов полимеров исходя из их химического строения</p> <p><b>Уметь:</b> прогнозировать свойства растворов полимеров с учётом их структуры</p> <p><b>Уметь:</b> прогнозировать свойства растворов полимеров 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 растворов полимеров</p> <p><b>Владеть:</b> способностью предлагать растворные методы синтеза и химической модификации полимеров с целью получения вещества с заданными свойствами</p> <p><b>Владеть:</b> способностью использовать знания о растворах полимеров при исследовании полимеров</p> <p><b>Владеть:</b> способностью применять на практике знания о взаимосвязи структуры и свойств растворов полимера (в том числе характеристиках процесса растворения)</p> <p><b>Владеть:</b> способностью использовать знания о свойствах растворов полимеров при разработке технологии получения и переработки полимеров</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, практические контрольные задачи, устный опрос на зачёте</p>
--	--