

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)**  
**Семинар по специализации «Высокомолекулярные соединения»**

**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) **Семинар по специализации «Высокомолекулярные соединения»**
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>УК-14.С</b> Способность использовать современные информационно-коммуникационные технологии в академической и профессиональной сферах	<b>Владеть:</b> навыками применения современных информационных технологий для обмена информацией в профессиональной сфере
<b>ОПК-9.С.</b> Способность представлять результаты профессиональной деятельности в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе.	<b>Уметь:</b> проанализировать литературные данные по заданной теме и доложить их представителям профессионального сообщества <b>Владеть:</b> навыками представления физико-химической информации в форме презентации научного доклада
<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>Уметь:</b> осмысленно решать конкретные лабораторные задачи с использованием новых и разнообразных методов исследования полимеров
<b>СПК-2.С.</b> Способность синтезировать высокомолекулярные соединения и проводить их химическую модификацию с использованием современных экспериментальных методов химии полимеров	<b>Уметь:</b> предлагать решения конкретных задач по направленному синтезу высокомолекулярных соединений
<b>СПК-3.С.</b> Способность использовать теоретические основы физической химии растворов высокомолекулярных соединений, в том числе полиэлектролитов, в практической деятельности	<b>Уметь:</b> ставить и решать теоретические и практические задачи по определению свойств растворов полимеров, в т.ч. полиэлектролитов
<b>СПК-4.С.</b> Владение современными представлениями о структуре и физических (в том числе механических) свойствах полимеров, способность применять их на практике	<b>Уметь:</b> прогнозировать надмолекулярную структуру полимеров и композиционных материалов на их основе, а также их механические свойства
<b>СПК-5.С.</b> Готовность применять знание теоретических	<b>Знать:</b> теоретические основы современной технологии синтеза

основ современной технологии синтеза полимеров и переработки полимерных материалов в профессиональной деятельности	полимеров и переработки полимерных материалов <b>Знать:</b> основные подходы к масштабированию лабораторных методик синтеза полимеров <b>Уметь:</b> решать задачи по созданию полимерных материалов с заданными свойствами
--	--

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 7 зачетных единиц, всего 252 часа, из которых 32 часа составляет контактная работа студента с преподавателем (28 часов – занятия семинарского типа, 2 часа – групповые консультации, 2 часа – промежуточный контроль успеваемости), 220 часов составляет самостоятельная работа студента.*

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

Обучающийся должен

**знать:** основы науки о полимерах;

**уметь:** интерпретировать теоретический и экспериментальный материал в области высокомолекулярных соединений и смежных областях;

**владеть:** методами научного поиска.

## 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 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, промежуточной аттестации	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п.	Всего
Общие представления о высокомолекулярных соединениях	16		2				2	14		14
Синтез полимеров	28		4				4	24		24
Химические превращения полимеров	16		2				2	14		14
Механические свойства полимеров	16		2				2	14		14
Надмолекулярная структура полимеров	16		2				2	14		14
Физическая химия растворов	16		2				2	14		14

полимеров										
Полиэлектролиты	16		2				2	14		14
Полимерные материалы и основы их технологии	24		4				4	20		20
Методы исследования в науке о полимерах	24		4				4	20		20
Навыки научного доклада	44		4				4	40		40
Промежуточная аттестация <u>экзамен</u>	36			2			2	4	32	32
<b>Итого</b>	<b>252</b>		<b>28</b>	<b>2</b>		<b>2</b>	<b>32</b>	<b>188</b>	<b>32</b>	<b>220</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, методические разработки по каждому разделу.

#### 11. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу

##### Основная литература

1. Высокмолекулярные 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**

Периодические научные издания по высокомолекулярным соединениям (в т.ч. зарубежные), например, Высокомолекулярные соединения, *Macromolecules*, *Polymer*, *Langmuir*

### **Программное обеспечение**

12. Язык преподавания – русский

13. Преподаватели: доц. к.х.н. Жирнов Артём Евгеньевич

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

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

Текущий контроль усвоения материала проводится при работе на семинаре (индивидуальный, групповой опрос, доклад, проблемный поиск)

1. Предложите способ синтеза полиметилметакрилата с повышенной термостойкостью. Охарактеризуйте полученный материал.
2. Сформулируйте основные выводы из обзора литературы (по предложенной теме). Сформулируйте вопросы к этим выводам.

### **Вопросы к экзамену**

#### **Общие представления о полимерах**

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.

- Молекулярно-массовые характеристики полимеров и методы их определения.

#### **Растворы полимеров**

- Разбавленные растворы полимеров. Правило фаз Гиббса. Фазовые диаграммы систем «полимер – растворитель». Критические температуры растворения.
- Разбавленные растворы полимеров. Закон Рауля. Положительное и отрицательное отклонение от идеального поведения «Хорошие», «плохие» и  $\Theta$ -растворители.
- Осмометрия разбавленных растворов полимеров. Закон Вант-Гоффа. Положительное и отрицательное отклонение от идеального поведения «Хорошие», «плохие» и  $\Theta$ -растворители.
- Разбавленные растворы полимеров. Уравнение состояния полимеров в растворе. Второй вириальный коэффициент.  $\Theta$ -температура и  $\Theta$ -условия.
- Разбавленные растворы полимеров.  $\Theta$ -температура и  $\Theta$ -условия. Невозмущенные размеры макромолекул и метод их оценки.
- Осмометрия разбавленных растворов полимеров. Уравнение состояния полимеров в растворе. Определение молекулярной массы полимера с использованием метода осмометрии.
- Вискозиметрия разбавленных растворов полимеров. Закон Ньютона. Вязкость. Аномалия вязкости.
- Вискозиметрия разбавленных растворов полимеров. Удельная, приведенная и характеристическая вязкости. Связь характеристической вязкости с молекулярной массой полимера и размером макромолекулы. (экспериментальное определение характеристической вязкости)
- Вискозиметрия разбавленных растворов полимеров. Определение молекулярной массы, невозмущенного размера макромолекул и сегмента Куна методом вискозиметрии.

#### **Полиэлектролиты**

- Полиэлектролиты. Классификация полиэлектролитов и основные свойства представителей каждого класса.
- Ионизационное равновесие в водных растворах полиэлектролитов.
- Термодинамика растворов полиэлектролитов: Равновесие Доннана.
- Вискозиметрия линейных полиэлектролитов. Концентрационная зависимость приведенной вязкости для бессолевого и солевых растворов полиэлектролитов. Изоионное разбавление.
- Вискозиметрия водных растворов линейных полиэлектролитов. Полиэлектролитное набухание.
- Определение молекулярных масс полиэлектролитов методом вискозиметрии.
- Полиамфолиты. Иоионная и изоэлектрическая точки.
- Особенности поведения полиэлектролитов со вторичной структурой в водных растворах.

#### **Механика полимеров**

- Термомеханический метод анализа. Три физических состояния аморфных полимеров. Температуры стеклования и текучести и их зависимость от молекулярной массы полимера.
- Термомеханический метод анализа. Термомеханические кривые для полимер-гомологического ряда. Экспериментальное определение величины сегмента Куна с использованием термомеханического метода.
- Высокоэластическое состояние аморфных полимеров. Энтропийная природа обратимой высокоэластической деформации.
- Высокоэластическое состояние аморфных полимеров. Релаксация напряжения. Время релаксации. Зависимость времени релаксации от температуры.
- Гистерезисные явления при механических испытаниях полимеров. Механические потери и природа их появления. Коэффициент механических потерь.
- Динамометрический метод исследования полимерных стекол. Механизм вынужденно-эластической деформации.
- Динамометрический метод исследования полимерных стекол. Предел вынужденной эластичности и его зависимость от температуры.
- Динамометрический метод исследования полимерных стекол. Хрупкость полимеров. Температура хрупкости и метод ее определения.
- Полукристаллические полимеры. Термомеханические кривые полукристаллических полимеров.
- Аморфизованные полимеры. Термомеханические кривые аморфизованных полимеров.

#### **Структура полимеров**

- Кристаллизация полимеров. Условия, необходимые для кристаллизации полимеров.
- Термодинамика кристаллизации полимеров. Температуры плавления и кристаллизации. Фактор переохлаждения.
- Кинетика кристаллизации полимеров. Температурные зависимости скоростей зародышеобразования и роста кристаллов.



4. Получение аморфизованных полимеров.
5. Структура и морфологические типы полукристаллических полимеров (ламели и сферолиты). Степень кристалличности.

#### **Синтез полимеров**

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.

#### **Химические превращения полимеров**

1. Классификация химических реакций с участием макромолекул.
2. Химические превращения полимеров. Полимераналогичные реакции. Отличия от реакций низкомолекулярных аналогов.
3. Особенности полимераналогичных реакций.
4. Эффект «соседа». Кинетика полимераналогичных реакций. Примеры использования полимераналогичных превращений для получения новых полимеров.
5. Химические превращения полимеров. Внутримолекулярные реакции. Примеры использования внутримолекулярных реакций для получения полимеров.
6. Химические превращения полимеров. Сшивание. Вулканизация каучуков.
7. Получение привитых и блок-сополимеров.

### **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	2	3	4	5
Результат				
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>Знать: теоретические основы современной технологии синтеза полимеров и переработки полимерных материалов</p> <p>Знать: основные подходы к масштабированию лабораторных методик синтеза полимеров</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене</p>
<p>Уметь: осмысленно решать конкретные лабораторные задачи с использованием новых и разнообразных методов исследования полимеров</p> <p>Уметь: предлагать решения конкретных задач по направленному синтезу высокомолекулярных соединений</p> <p>Уметь: ставить и решать теоретические и практические задачи по определению свойств растворов полимеров, в т.ч. полиэлектролитов</p> <p>Уметь: прогнозировать надмолекулярную структуру полимеров и композиционных материалов на их основе, а также их механические свойства</p> <p>Уметь: решать задачи по созданию полимерных материалов с заданными свойствами</p> <p>Уметь: проанализировать литературные данные по заданной теме и доложить их представителям профессионального сообщества</p>	<p>Разбор кейсов, деловые игры</p>
<p>Владеть: навыками применения современных информационных технологий для обмена информацией в профессиональной сфере</p> <p>Владеть: навыками представления физико-химической информации в форме презентации научного доклада</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, выступление на научном семинаре, устный опрос на экзамене</p>