

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)**

**Полиэлектролиты и биополимеры**

**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) **Полиэлектролиты и биополимеры**
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	<p><b>Знать:</b> теоретические основы методов исследования полиэлектролитов и биополимеров</p> <p><b>Уметь:</b> предлагать методы исследования полиэлектролитов и биополимеров в соответствии с заданной научной задачей</p> <p><b>Владеть:</b> способностью использовать экспериментальные и теоретические методы при исследовании полиэлектролитов и биополимеров</p>
<b>СПК-2.С.</b> Способность синтезировать высокомолекулярные соединения и проводить их химическую модификацию с использованием современных экспериментальных методов химии полимеров	<p><b>Знать:</b> современные представления о полиэлектролитах и биополимерах в контексте их синтеза и модификации, а также химических свойств</p> <p><b>Уметь:</b> прогнозировать особенности реакций получения полимеров, обусловленных их свойствами как полиэлектролитов и биополимеров</p> <p><b>Владеть:</b> способностью предлагать методы синтеза и химической модификации полиэлектролитов и биополимеров</p>
<b>СПК-3.С.</b> Способность использовать теоретические основы физической химии растворов высокомолекулярных соединений, в том числе полиэлектролитов, в практической деятельности	<p><b>Знать:</b> современные представления о физической химии и реологии полиэлектролитов и биополимеров</p> <p><b>Уметь:</b> прогнозировать свойства полиэлектролитов и биополимеров исходя из их химического строения</p> <p><b>Владеть:</b> способностью использовать знания о полиэлектролитах и биополимерах при исследовании полимеров</p>
<b>СПК-4.С.</b> Владение современными представлениями о структуре и физических (в том числе механических) свойствах полимеров, способность применять их на практике	<p><b>Знать:</b> взаимосвязь между свойствами полиэлектролитов и биополимеров и их структурой и механическими свойствами</p> <p><b>Уметь:</b> прогнозировать свойства полиэлектролитов и биополимеров с учётом их структуры</p> <p><b>Владеть:</b> способностью применять на практике знания о взаимосвязи структуры и свойств полиэлектролитов и биополимеров (в том числе характеристиках процесса растворения)</p>

<p><b>СПК-5.С.</b> Готовность применять знание теоретических основ современной технологии синтеза полимеров и переработки полимерных материалов в профессиональной деятельности</p>	<p><b>Знать:</b> взаимосвязь между технологией получения и переработки полимеров и их свойствами как полиэлектролитов и биополимеров  <b>Уметь:</b> прогнозировать свойства полиэлектролитов и биополимеров в тех или иных технологических условиях  <b>Владеть:</b> способностью использовать знания о свойствах полиэлектролитов и биополимеров при разработке технологии получения и переработки полимеров</p>
---	---

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 40 часов составляет контактная работа студента с преподавателем (18 часов занятия лекционного типа, 18 часов занятия семинарского типа, 2 часа – групповые консультации, 2 часа – промежуточный контроль успеваемости), 32 часа 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	<b>Всего</b>	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п.	<b>Всего</b>

Тема 1. Общие представления о полиэлектролитах: классификация, свойства и способы получения	22	6	6				12	10		10
Тема 2. Реакции взаимодействия полиэлектролитов с противоположно заряженными полиэлектролитами и поверхностно активными веществами	22	6	6				12	10		10
Тема 3. Применение полиэлектролитов	22	6	6				12	10		10
Промежуточная аттестация <i>зачет</i>	6			2		2	4		2	2
<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>2</b>		<b>2</b>	<b>40</b>	<b>30</b>	<b>2</b>	<b>32</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. J. Kotz, S. Kosmella, T. Beitz. Self-assembled polyelectrolyte systems. Prog. Polym. Sci. 26 (2001) 1199-1232.

2. K. Letchford, H. Burt. A review of the formation and classification of amphiphilic block copolymer nanoparticulate structures: micelles, nanospheres, nanocapsules and polymersomes. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics* 65 (2007) 259–269.
3. G. M. Dykes. Dendrimers: a review of their appeal and applications. *J Chem Technol Biotechnol.* 76 (2001) 903-918.
4. V. A. Bloomfield. Hydrodynamic properties of DNA. *J Polym Sci: Macromolecular Review.* 3 (1) (1968) 255-316.
5. J. Ruhe, M. Ballauff, M. Biesalski, P. Dziezok, F. Grohn, D. Johannsmann, N. Houbenov, N. Hugenberg, R. Konradi, S. Minko, M. Motornov, R. R. Netz, M. Schmidt, C. Seidel, M. Stamm, T. Stephan, D. Usov, H. Zhang. Polyelectrolyte Brushes. *Adv Polym Sci*, 165 (2004) 79–150.
6. I. Gibas and H. Janik. Review: synthetic polymer hydrogels for biomedical applications. *Chemistry & chemical technology.* 4 (2010) 297-304.
7. K. Ulbrich, K. Hola, V. Subr, A. Bakandritsos, J. Tucek, and R. Zboril. Targeted Drug Delivery with Polymers and Magnetic Nanoparticles: Covalent and Noncovalent Approaches, Release Control, and Clinical Studies. *Chem. Rev.* 116 (2016) 5338 – 5431.
8. G. Li, H. Ma and J. Hao. Surfactant ion-selective electrodes: A promising approach to the study of the aggregation of ionic surfactants in solution. *Soft Matter.* 8 (2012) 896.
9. M. Schonhoff. Layered polyelectrolyte complexes: physics of formation and molecular properties. *J. Phys.: Condens. Matter* 15 (2003) R1781–R1808.
10. H. Jiang, P. Taranekar, J. R. Reynolds, and K. S. Schanze. Conjugated Polyelectrolytes: Synthesis, Photophysics, and Applications. *Angew. Chem. Int. Ed.* 48 (2009) 4300 – 4316.
11. D. Langevin. Complexation of oppositely charged polyelectrolytes and surfactants in aqueous solutions. A review. *Advances in Colloid and Interface Science* 147–148 (2009) 170–177.
12. H. J. Kwon, K. Yasuda, J. P. Gong, and Y. Ohmiya. Polyelectrolyte Hydrogels for Replacement and Regeneration of Biological Tissues. *Macromolecular Research*, 22 (2014) 227-235.
13. *Encyclopedia of Molecular Cell Biology and Molecular Medicine.* Ed. R. A. Meyers. R. D. Blake. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim. (2004) chapter Denaturation of DNA.
14. *Multilayer Thin Films.* Ed. G. Decher and J. B. Schlenoff. Wiley-VCH Verlag & Co. KGaA, Weinheim (2012).
15. D. Schmaljohann. Thermo- and pH-responsive polymers in drug delivery. *Advanced Drug Delivery Reviews* 58 (2006) 1655–1670.
16. V.A.Kabanov, A.B.Zezin. Soluble interpolymeric complexes as a new class of synthetic polyelectrolytes. *Pure & Appl. Chem.* 56 (1984) 343-354.
17. V.A.Kabanov, A.B.Zezin, V.A.Izumrudov, T.K.Bronich, K. N. Bakeev. Cooperative interpolyelectrolyte reactions. *Makromol. Chem.* 13 (1985) 137-155.
18. 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. с.н.с. Пышкина О.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. Чем различаются и чем схожи способы получения ПЭ щеток и дендримеров?
2. Почему существует температурный интервал плавления ДНК?
3. Чем обусловлено самопроизвольное образование мицелл из амфифильных блок-сополимеров в полярных средах?
4. Какова движущая сила образования мицелл поверхностно-активными веществами (ПАВ) в водных растворах?
5. Сформулируйте механизм работы ПАВ-селективного электрода.
6. Почему реакция взаимодействия противоположно заряженных ПЭ является кооперативной?
7. Каково основное характеристическое свойство гидрогелей?
8. В чем заключается процесс плавления (денатурации) ДНК?
9. Почему в настоящее время в качестве полимерных средств доставки лекарственных препаратов и генетического материала в клетки используют только несколько гидрофильных полимеров и полиэлектролитов?
10. Рассчитайте степень набухания гидрогеля полиакрилата натрия (концентрация 0,01 М).
2. Рассчитайте средний заряд полиамфолита в изоионной точке ( $pS = 4$ ) в отсутствие других ионов при его концентрации 0.001 М.
3. Рассчитайте параметр кооперативности  $K_u$  для связывания ионов додецилпиридиния хлорида макромолекулами полиметакрилата натрия, если  $\lg C_{fr}$  при  $\alpha = 0,5$  равен -3,6.

#### **Вопросы к зачету**

1. Основные способы классификации полиэлектролитов. Способы получения полиэлектролитов.
2. Осмотическое давление и эффект Доннана. Уравнение состояния полиэлектролита в водном солевом растворе. Ионизационное равновесие в бессолевых растворах полиэлектролитов. Гидродинамические свойства полиэлектролитов в растворах. Конформационные превращения ПЭ в растворах.
3. Особенности поведения блок-сополимеров. Свойства иономеров Свойства сопряженных ПЭ. Свойства полиэлектролитных щеток.
4. Общие закономерности связывания полиэлектролитов с противоположно заряженными мицеллообразующими ПАВ. Образование комплексов. Растворимые и нерастворимые комплексы. Критерий образования растворимых комплексов. Строение комплексов в растворе. Особенности мицеллообразования и комплексообразования в присутствии добавок органических веществ.
5. Метод ПАВ-селективного электрода.

6. Основные определения. Краткая историческая справка. Кинетика и механизм реакций соединения полиэлектролитов, полиэлектролитного обмена и замещения. Строение нестехиометричных и стехиометричных комплексов.
7. Взаимодействие полиэлектролитных гидрогелей с противоположно заряженными линейными полиэлектролитами. Взаимодействие полиэлектролитных гидрогелей с противоположно заряженными мицеллообразующими ПАВ. Применение полиэлектролитных гидрогелей и сетчатых поликомплексов на их основе.
8. Строение ДНК. Полиэлектролитная природа ДНК. ИПЭК на основе ДНК. Взаимодействие ДНК с ПАВ. Взаимодействие ДНК с гидрогелями. Компактизация ДНК.
9. Применение полиэлектролитов в качестве агентов доставки генетического материала и лекарственных средств в организм.
10. Интерполиэлектролитные мультислои. Способы получения, механизмы образования и строение мультислоев в различных условиях.

### 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 непринципиального 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>
<b>Знать:</b> теоретические основы методов исследования полиэлектролитов и биополимеров <b>Знать:</b> современные представления о полиэлектролитах и биополимерах в контексте их синтеза и модификации, а также химических свойств <b>Знать:</b> современные представления о физической химии и реологии полиэлектролитов и	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете

<p>биополимеров</p> <p><b>Знать:</b> взаимосвязь между свойствами полиэлектролитов и биополимеров и их структурой и механическими свойствами</p> <p><b>Знать:</b> взаимосвязь между технологией получения и переработки полимеров и их свойствами как полиэлектролитов и биополимеров</p>	
<p><b>Уметь:</b> предлагать методы исследования полиэлектролитов и биополимеров в соответствии с заданной научной задачей</p> <p><b>Уметь:</b> прогнозировать особенности реакций получения полимеров, обусловленных их свойствами как полиэлектролитов и биополимеров</p> <p><b>Уметь:</b> прогнозировать свойства полиэлектролитов и биополимеров исходя из их химического строения</p> <p><b>Уметь:</b> прогнозировать свойства полиэлектролитов и биополимеров с учётом их структуры</p> <p><b>Уметь:</b> прогнозировать свойства полиэлектролитов и биополимеров 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 полиэлектролитов и биополимеров</p> <p><b>Владеть:</b> способностью предлагать методы синтеза и химической модификации полиэлектролитов и биополимеров</p> <p><b>Владеть:</b> способностью использовать знания о полиэлектролитах и биополимерах при исследовании полимеров</p> <p><b>Владеть:</b> способностью применять на практике знания о взаимосвязи структуры и свойств полиэлектролитов и биополимеров (в том числе характеристиках процесса растворения)</p> <p><b>Владеть:</b> способностью использовать знания о свойствах полиэлектролитов и биополимеров при разработке технологии получения и переработки полимеров</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, практические контрольные задачи, устный опрос на зачёте</p>