

Программа утверждена на заседании  
Ученого Совета химического факультета  
МГУ имени М.В.Ломоносова  
Протокол № 4 от 03 июня 2015 г.

### Рабочая программа дисциплины (модуля)

1. Наименование дисциплины (модуля): **«Супрамолекулярные самоорганизованные структуры на межфазных поверхностях»**

Краткая аннотация: В спецкурсе рассмотрены теоретические основы и закономерности самоорганизации поверхностно-активных веществ (ПАВ), а также их смесей с полимерами, белками и наночастицами на различных межфазных поверхностях. В спецкурс включены следующие темы: термодинамика адсорбции ПАВ (индивидуальных и смесей) на границах раздела фаз жидкость/газ, жидкость<sub>1</sub>/жидкость<sub>2</sub> и жидкость/твердое тело; механизмы адсорбции ПАВ на различных межфазных поверхностях; совместная адсорбция смесей полимер-ПАВ и белок-ПАВ на различных межфазных поверхностях; адсорбционные слои водонерастворимых ПАВ, пленки Лэнгмюра-Блоджетт; основы межфазной реологии; принципы подбора ПАВ для получения и стабилизации пен, эмульсий и микроэмульсий. Также в спецкурсе рассмотрены процессы самоорганизации смесей ПАВ с наночастицами на границах жидкость/газ и жидкость<sub>1</sub>/жидкость<sub>2</sub>; теоретические основы получения эмульсий Пикеринга. Кроме того, спецкурс включает рассмотрение вопросов модифицирования твердых поверхностей с помощью ПАВ и влияние модифицирования на изменение условий смачивания, на структуру и устойчивость дисперсных систем. В заключении кратко обсуждено практическое использование процессов поверхностной самоорганизации ПАВ в различных технологических процессах.

2. Уровень высшего образования– подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре

3. Направление подготовки: 04.06.01 Химические науки. направленность (профиль) Коллоидная химия..

4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП, дисциплина по выбору (4 семестр 2 год 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>
УК-1 способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	З1 (УК-1) ЗНАТЬ: методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.
УК-2 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	З1(УК-2) ЗНАТЬ: методы научно-исследовательской деятельности.
ОПК-1 способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	У1 (ОПК-1) УМЕТЬ: выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования.
ПК-10 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) 02.00.11 Коллоидная химия	З4 (ПК-10) знать: теоретические основы традиционных и новых разделов коллоидной химии многокомпонентных систем, содержащих поверхностно-активные вещества
	У4 (ПК-10) уметь: использовать теоретические знания о закономерностях самоорганизации поверхностно-активных веществ (ПАВ), а также их смесей с полимерами, белками и наночастицами на различных межфазных поверхностях для создания дисперсных систем с контролируемыми свойствами
	В4 (ПК-10) владеть: теоретическими основами традиционных и новых разделов коллоидной химии многокомпонентных систем, содержащих ПАВ; навыками планирования научного эксперимента и способностью интерпретации его результатов в области управления свойствами межфазных поверхностей и дисперсных систем

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 зачетные единицы, всего 108 часов, из которых 56 часов составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (36 часов занятия лекционного типа, 10 часов - мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации, 12 часов - групповые и индивидуальные консультации), 50 часов составляет самостоятельная работа учащегося.*

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

В специалитете или магистратуре должны быть освоены общие курсы «Коллоидная химия», «Физическая химия» и «Высокомолекулярные соединения».

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
Тема 1. Самоорганизованные ад-		10			2		12	4		4

сорбционные слои на границе жидкость/газ										
Тема 2. ПАВ в двухфазных системах жидкость/жидкость		6			2		8	4		4
Тема 3. Частицы на межфазных поверхностях жидкость/газ и жидкость/жидкость		8			2	2	12		16	16
Тема 4. Самоорганизованные супрамолекулярные структуры на границе жидкость/твердое тело		8			2	2	12	6		6
Тема 5 Практическое использование самоорганизованных супрамолекулярных структур на основе ПАВ		4			2	2	8	8		8
Промежуточная аттестация : <u>зачет</u>	18			2		4	6			12
<b>Итого</b>		<b>36</b>		<b>2</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>58</b>			<b>50</b>

#### 8. Образовательные технологии

Используются следующие технологии: лекции-демонстрации и семинарские занятия, на которых аспиранты решают задачи по тематике прочитанных лекций. Возможно написание реферата по теме, предложенной преподавателем. Преподавание дисциплин проводится в форме авторских курсов по программам, которые составлены на основе результатов исследований, полученных научными школами МГУ.

#### 9. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы по дисциплине (модулю):

Самостоятельная работа включает освоение основной и дополнительной литературы в объеме, указанном преподавателем, а также поиск и анализ научных публикаций по темам, указанным преподавателем.

10. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу

### **Основная литература**

1. Холмберг К., Йёнссон Б., Кронберг Б., Линдман Б. Поверхностно-активные вещества и полимеры в водных растворах. М.: Бином. 2007.
2. Rosen M.J. Surfactants and Interfacial Phenomena. Hoboken, New Jersey, John Wiley & Sons, Inc. 2004.
3. Русанов А.И. Мицеллообразование в растворах поверхностно-активных веществ. Санкт-Петербург. Химия. 1992.
4. Практикум по коллоидной химии. Под ред. В.Г.Куличихина. – М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2012.
5. Шенфельд Н. Поверхностно-активные вещества на основе оксида этилена. М.: Химия. 1982
6. Ролдугин В.И. Физикохимия поверхности. 2008. Изд.Дом Интеллект. 568с.
7. Практикум и задачник по коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы. Под ред. В.В.Назарова, А.С.Горского. М.: Академкнига. 2007. 375с.

### **Вспомогательная литература**

1. Адамсон А. Физическая химия поверхностей: Пер. с англ.-М.: Мир, 1979.
2. Encyclopedia of Surface and Colloid Science. Ed. P.Somasundaran. New York – London. Taylor & Francis. 2006.
3. Поверхностно–активные вещества. Под ред. А.А.Абрамзона и Г.М.Гаевого. Ленинград. Химия. 1979.
4. Holmberg K., Shah D.O., Schwuger M.J. Handbook of applied surface and colloid chemistry V.1. West Sussex, England, John Willey & Sons, 2002.
5. Шрам Г. Основы практической реологии и реометрии 2003. Из-во КолосС. 312 с.
6. Арсланов В.В. Нанотехнология. Коллоидная и супрамолекулярная химия. Энциклопедический справочник.2015. Из-во ЛЕНАНД. 400с
7. Научные статьи из периодических изданий.

11. Язык преподавания – русский

12. Преподаватель:

Соболева Оксана Анатольевна, кандидат химических наук, доцент, Oxana\_Soboleva@mail.ru

### 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. Образцы оценочных средств для текущего контроля усвоения материала

#### Образцы задач (ПКЗ):

1. Рассчитать, какой максимальный объем эквимолярного смешанного водного раствора додецил- и тетрадецилсульфатов натрия общей концентрации 1мМ можно вылить в водоем, объемом  $5 \cdot 10^7$  м<sup>3</sup>, чтобы поверхностное натяжение воды в водоеме было не ниже 61 мН/м? Использовать данные из таблицы:

ПАВ	площадь на молекулу в насыщенном адсорбционном слое, нм <sup>2</sup>	адсорбционная активность, л/моль
додецилсульфат натрия	0,53	$2 \cdot 10^6$
тетрадецилсульфат натрия	0,56	$10^7$

Как изменится ответ, если в водоем будет помещено 5 т ила с удельной поверхностью 10 м<sup>2</sup>/г. Считать, что на границе водный раствор/ил адсорбционная активность такая же, как на границе водный раствор/воздух.

2. При флотационном разделении сильвинита (смеси NaCl и KCl) используют октадециламин (ОДА), избирательно необратимо адсорбирующийся на поверхности частиц KCl. Известно, что краевой угол насыщенного водного раствора KCl на пластине KCl, покрытой насыщенным адсорбционным слоем ОДА равен 102 град. Для успешной флотации краевой угол должен составлять 90 град. Определить количество ОДА, необходимое для успешной флотации 10 кг KCl, если считать, что порошок KCl представлен частицами кубической формы с длиной ребра 10 мкм, а площадь, занимаемая молекулой ОДА в насыщенном адсорбционном слое, равна 0,24 нм<sup>2</sup>.

3. Рассчитать, как изменится энергия отрыва сферической частицы радиусом 100 нм от поверхности вода/октан, при изменении краевого угла избирательного смачивания от 0 до 180 град. Межфазное натяжение на границе вода/октан равно 50 мДж/м<sup>2</sup>.

#### Образцы тем рефератов.

1. Способы получения и области применения эмульсий Пикеринга.

2. Роль капиллярных эффектов при стабилизации пен твердыми частицами.
3. Капли жидкости, стабилизированные частицами: «сухая вода» и «жидкий мрамор».
4. Частицы Януса как стабилизаторы эмульсий.

#### **Вопросы к зачету.**

1. Адсорбционные слои водонерастворимых ПАВ. Весы Лэнгмюра. Типы изотерм двумерного давления.
2. Адсорбционные слои смесей ПАВ на границе водный раствор/воздух. Расчет состава слоя и параметров взаимодействия между молекулами.
3. Мицеллообразование в растворах смесей ПАВ. Влияние химической природы ПАВ на состав смешанных мицелл и величины критической концентрации мицеллообразования.
4. Микроэмульсии, стабилизированные неионогенными ПАВ. Влияние температуры и строения ПАВ на тип микроэмульсий.
5. Процессы самоорганизации ПАВ в адсорбционных слоях на границе раствор/твердое тело. Влияние строения ПАВ на критическую концентрацию поверхностного агрегирования.
6. Термодинамическое рассмотрение частиц на межфазной поверхности жидкость<sub>1</sub>/жидкость<sub>2</sub>. Изменение свободной поверхностной энергии при отрыве частицы от межфазной поверхности.
7. Изменение условий смачивания при модификации поверхности частицы. Влияние модификации поверхности на тип дисперсных систем, стабилизированных частицами.
8. Эмульсии Пикеринга. Условия получения, механизмы стабилизации, влияние гидрофобности поверхности частиц на инверсию фаз в эмульсиях.
9. Пены, стабилизированные смесью ПАВ и твердых частиц. Механизмы стабилизации.
10. Области применения дисперсных систем, стабилизированных частицами.

#### **Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения**

Зачет проводится по билетам. В ходе сдачи зачета проверяется, в первую очередь, формирование «знаниевой» компоненты компетенций, перечисленных в п.5, а также сформированность перечисленных в п.5 умений. Уровень знаний аспиранта по каждому вопросу оценивается на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». В случае, если на все вопросы был дан ответ, оцененный не ниже чем «удовлетворительно», аспирант получает общую оценку «зачтено». Ведомость приема зачета подписывается членами комиссии.

**Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине «Супрамолекулярные самоорганизованные структуры на межфазных поверхностях» на основе карт компетенций выпускников**

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) и ШКАЛА оценивания					ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ*
	1	2	3	4	5	
31 (УК-1) ЗНАТЬ: методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания о современных достижениях коллоидной химии	Неполные знания о современных достижениях коллоидной химии	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о современных достижениях коллоидной химии	Сформированные систематические знания о современных достижениях коллоидной химии.	Зачет в форме индивидуального собеседования
31 (УК-2) ЗНАТЬ: методы научно-исследовательской деятельности	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания о методах научно-исследовательской деятельности в области коллоидной химии.	Неполные знания о методах научно-исследовательской деятельности в области коллоидной химии.	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о методах научно-исследовательской деятельности в области коллоидной химии.	Сформированные систематические знания о методах научно-исследовательской деятельности в области коллоидной химии.	Зачет в форме индивидуального собеседования
У1 (ОПК-1) УМЕТЬ: вы-	Отсутст-	Частично осво-	В целом успеш-	В целом успеш-	Успешное и	Письмен-



<p>бирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно- теоретические методы исследования.</p>	<p>вие умений</p>	<p>енное умение в выборе и применении экспериментальных и расчетно- теоретических методов исследования в области коллоидной химии</p>	<p>ное, но не систематическое умение в выборе и применении экспериментальных и расчетно- теоретических методов исследования в области коллоидной химии</p>	<p>ное, но содержащее отдельные пробелы умение в выборе и применении экспериментальных и расчетно- теоретических методов исследования в области коллоидной химии</p>	<p>систематическое умение в выборе и применении экспериментальных и расчетно- теоретических методов исследования в области коллоидной химии</p>	<p>ное решение задач (ПКЗ)</p>
<p>34 (ПК-10) теоретические основы традиционных и новых разделов коллоидной химии многокомпонентных систем, содержащих поверхностно- активные вещества</p>	<p>Отсутствие знаний</p>	<p>Фрагментарные представления о теоретических основах традиционных и новых разделах коллоидной химии многокомпонентных систем, содержащих поверхностно- активные вещества</p>	<p>В целом успешные, но не систематические представления о традиционных и новых разделах коллоидной химии многокомпонентных систем, содержащих поверхностно- активные вещества</p>	<p>В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы, представления о традиционных и новых разделах коллоидной химии многокомпонентных систем, содержащих поверхностно- активные вещества</p>	<p>Сформированные представления о традиционных и новых разделах коллоидной химии многокомпонентных систем, содержащих поверхностно- активные вещества</p>	<p>Оценочные средства промежуточного контроля - зачет по дисциплине.</p>
<p>У4 (ПК-10) уметь: использовать теоретические знания о закономерностях самоорганизации поверхностно-</p>	<p>Отсутствие умений</p>	<p>Частично освоенное умение использовать теоретические знания законо-</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое умение использовать теоретиче-</p>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение исполь-</p>	<p>Успешное и систематическое умение использовать теоретические</p>	<p>ПКЗ</p>

<p>активных веществ (ПАВ), а также их смесей с полимерами, белками и наночастицами на различных межфазных поверхностях для создания дисперсных систем с контролируемыми свойствами</p>		<p>мерностей самоорганизации ПАВ и их смесей с полимерами, белками и наночастицами для создания дисперсных систем с контролируемыми свойствами</p>	<p>ские знания закономерностей самоорганизации ПАВ и их смесей с полимерами, белками и наночастицами для создания дисперсных систем с контролируемыми свойствами</p>	<p>зовать теоретические знания закономерностей самоорганизации ПАВ и их смесей с полимерами, белками и наночастицами для создания дисперсных систем с контролируемыми свойствами</p>	<p>знания закономерностей самоорганизации ПАВ и их смесей с полимерами, белками и наночастицами для создания дисперсных систем с контролируемыми свойствами</p>	
<p>В4 (ПК-10) владеть: теоретическими основами традиционных и новых разделов коллоидной химии многокомпонентных систем, содержащих ПАВ; навыками планирования научного эксперимента и способностью интерпретации его результатов в области управления свойствами межфазных поверхностей и дисперсных систем</p>	<p>Отсутствие навыков</p>	<p>Фрагментарное применение навыков планирования научного эксперимента и способностью интерпретации его результатов в области управления свойствами межфазных поверхностей и дисперсных систем</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое применение навыков планирования научного эксперимента и способностью интерпретации его результатов в области управления свойствами межфазных поверхностей и дисперсных систем</p>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков планирования научного эксперимента и способностью интерпретации его результатов в области управления свойствами межфазных поверхностей и дисперсных систем</p>	<p>Успешное и систематическое применение навыков планирования научного эксперимента и способностью интерпретации его результатов в области управления свойствами межфазных поверхностей и дисперсных систем</p>	<p>Оценочные средства промежуточного контроля - зачет по дисциплине, ПКЗ, рефераты</p>

