

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО ВГУ)

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой высокомолекулярных  
соединений и коллоидной химии

/А.С. Шестаков/

01.07.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ДВ.02.02 Поверхностно-активные вещества и**  
**полимеры в водных растворах**

1. Шифр и наименование направления подготовки:  
04.06.01 «Химические науки»
2. Профиль подготовки: высокомолекулярные соединения
3. Квалификация (степень) выпускника: Исследователь. Преподаватель-исследователь
4. Форма образования: очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: высокомолекулярных соединений и коллоидной химии
6. Составители программы: Слепцова Ольга Валентиновна, к.х.н, доцент
7. Рекомендована: научно-методическим советом химического факультета, протокол № 5 от 17.06.2021
8. Учебный год: 2024-2025 Семестр(-ы): 7

### 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Данный курс ставит целью формирование у аспиранта представления об общности наиболее существенных физико-химических свойств, определяющих поведение полимеров и мицеллообразующих ПАВ в водных растворах. В задачи курса входит рассмотрение процесса мицеллообразования, фазового поведения растворов ПАВ и полимеров, явления, характеризующие сосуществование и взаимодействие полимеров и ПАВ в водных растворах, свойства смесей ПАВ-полимер.

### 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: дисциплина входит в вариативную часть блока «Дисциплины» и является дисциплиной по выбору.

Для освоения дисциплины обучающийся должен знать основы физико-химической механики, иметь общие представления о ПАВ, поведении полимеров в растворах, знать практическое применение растворов полимеров, понимать строение коллоидных систем. Владеть: теоретическими представлениями коллоидной химии, знаниями о составе, строении и свойствах дисперсных систем; владеть основами синтеза полимеров и физико-химическими методами анализа высокомолекулярных соединений. Дисциплина является параллельной для курсов «Высокомолекулярные соединения» и «Физика полимеров».

### 11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОПК 1	способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Знать: типы информационных химических ресурсов, особенности структурной химической информации, методы поиска научной химической информации, формы представления научной и технической информации Уметь: осознанно использовать структурные данные (в т.ч. банки данных) в химическом исследовании, пользоваться справочной литературой и привлекать материалы из сети Internet для решения профессиональных задач Владеть: приемами планирования и организации работ по решению конкретных задач профессиональной деятельности
ПК-12	способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области химии высокомолекулярных соединений с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Знать: типы информационных химических ресурсов, особенности структурной химической информации, методы поиска научной химической информации, формы представления научной и технической информации в химии высокомолекулярных соединений Уметь: осознанно использовать структурные данные (в т.ч. банки данных) в химическом исследовании, пользоваться справочной литературой и привлекать материалы из сети Internet для решения профессиональных задач в химии высокомолекулярных соединений Владеть: приемами планирования и организации работ по решению конкретных задач профессио-

		нальной деятельности в химии высокомолекулярных соединений
--	--	--

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.(в соответствии с учебным планом) — 4/144.

Форма промежуточной аттестации - зачет.

### 13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		7 семестр		...
Аудиторные занятия	-			
в том числе: лекции	-			
практические	-			
лабораторные	-			
Индивидуальные занятия	4	4		
Самостоятельная работа	68	68		
Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час. / экзамен – ___ час.)	зачет – 0 час.			
Итого:	72	72		

#### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
Индивидуальные занятия			
1	Мицеллообразование поверхностно-активных веществ	Разнообразие систем, формируемых дифильными веществами. Критическая концентрация мицеллообразования. Размер и структура мицелл. Зависимость ККМ от строения молекул ПАВ, температуры, природы растворенных веществ. Термодинамика мицеллообразования. Связывание противоионов. Солюбилизация. Геометрические принципы упаковки цепей, концепция критической упаковки. Смешанные мицеллы. Фазовое поведение концентрированных систем ПАВ-вода.	ЭУМК «ПАВ и полимеры в водных растворах» <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4513">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4513</a>
2	ПАВ и полимеры с оксиэтиленовыми группами.	Полиоксиэтиленовые (ПОЭ) цепи как гидрофильные части молекул ПАВ и макромолекул. Температурная зависимость ККМ и размера мицелл НПАВ. Фазовые диаграммы НПАВ. Температура помутнения. Сходство свойств оксиэтилированных ПАВ и полимеров и характерные для них температурные аномалии. Микроэмульсии. Фазовые диаграммы систем масло-ПАВ-вода.	
3	Растворы полимеров	Классы водорастворимых полимеров. Проблемы, возникающие при растворении полимеров. Вязкость растворов полимеров. Фазовое разделение растворов полимеров, в том числе – с ПОЭ-группами. Концепция параметра растворимости, выбор растворителя. Теория Брэгга-Вильямса для неидеаль-	

		ных смесей Теория растворов полимеров Флори-Хаггинса, описание фазовых превращений. Тэта–температура, плохие и хорошие растворители.	
4	Поверхностно-активные полимеры. ПАВ с разрушающимися связями (экологически привлекательные)	Полимеры с гидрофильной основной цепью и гидрофобными боковыми цепями. Полимеры с гидрофобной основной цепью и гидрофильными боковыми цепями. Полимеры из чередующихся гидрофильных и гидрофобных блоков. Уникальные свойства ВМ ПАВ. «Лабильные» ПАВ - гидролизующиеся в кислой среде, в щелочной среде	
5	Свойства растворов смесей ПАВ и ВМС	Агрегирование ПАВ, индуцированное полимерами. Взаимное притяжение между ПАВ и полимером. Сильная ассоциация ПАВ с поверхностно-активными полимерами. Аналогия взаимодействия ПАВ-полимер с образованием смешанных мицелл. Смеси ПАВ и белков. Поверхностное натяжение и солубилизация в системах ПАВ-белок. Изотермы связывания ПАВ белками. Фазовое разделение растворов ПАВ-белок. Техническое использование смесей ПАВ-полимер.	
6	Адсорбция ПАВ и полимеров на твердых поверхностях	Влияние природы ПАВ и твердой поверхности на адсорбцию. Анализ адсорбции ПАВ на основе уравнения Ленгмюра. Адсорбция 1) на гидрофобных поверхностях; 2) на гидрофильных поверхностях. Конкурентная адсорбция. Растекание и смачивание: концепция критического поверхностного натяжения. Адсорбция полимеров: влияние молекулярной массы, природы растворителя, необратимость адсорбции. Адсорбция полиэлектролитов. Концепция кислот и оснований Льюиса для описания адсорбции полимеров.	

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				
		ИЗ	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Мицеллообразование поверхностно-активных веществ	1			8	
2	ПАВ и полимеры с оксиэтиленовыми группами.	1			10	
3	Растворы полимеров				10	
4	Поверхностно-активные полимеры. ПАВ с разрушающимися связями (экологически привлекательные)				10	
5	Свойства растворов смесей ПАВ и ВМС	1			20	
6	Адсорбция ПАВ и полимеров на твердых поверхностях	1			10	
Итого		4			68	72

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

(рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: работа с конспектами лекций, презентационным материалом, выполнение практических заданий, тестов, заданий текущей аттестации и т.д.)

Организация изучения дисциплины предполагает:

- изучение основных и дополнительных литературных источников;
- решение практических задач, предложенных преподавателем для работы на индивидуальных занятиях;
- выполнение контрольных работ;
- тестирование;
- текущий контроль успеваемости в форме устного опроса по основным разделам дисциплины.

При реализации дисциплины с использованием дистанционных образовательных технологий используются инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>) и/или «МООК ВГУ» (<https://mooc.vsu.ru>), сервисы видеоконференций (BigBlueButton, Zoom, Discord и др.), электронная почта, мессенджеры и соцсети.

**15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)**

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Холмберг К. Поверхностно-активные вещества и полимеры в водных растворах / К. Холмберг, Б. Йёнссон, Б. Кронберг, Б. Линдман.- М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007.- 528 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
2	Сумм Б.Д. Основы коллоидной химии / Б.Д. Сумм.- М. : Академия, 2006 .- 238.
3	Измайлова В.Н. Поверхностные явления в белковых системах / В.Н.Измайлова, Г.П.Ямпольская, Б.Д.Сумм. – М. : Химия, 1988. – 240 с.
4	Щукин Е.Д. Коллоидная химия / Е.Д. Щукин, А.В. Перцов, Е.А. Амелина. - М. : Высш. шк., 2004. - 444 с.
5	Ланге К.Р. Поверхностно-активные вещества / К.Р.Ланге. – СПб. : Профессия, 2004. – 240 с.

в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

№ п/п	Ресурс
6	"Университетская библиотека online", <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a>
7	Электронно-библиотечная система "Консультант студента", <a href="http://www.studmedlib.ru">http://www.studmedlib.ru</a>
8	<a href="https://www.lib.vsu.ru">https://www.lib.vsu.ru</a> - Зональная научная библиотека ВГУ.
9	<a href="http://www.en.edu.ru/">http://www.en.edu.ru/</a> - Естественно-научный образовательный портал - является составной частью федерального портала "Российское образование". Содержит ресурсы и ссылки на ресурсы по естественно-научным дисциплинам (физика, химия и биология).
10	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a> - информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам».
11	<a href="http://www.elibrary.ru">http://www.elibrary.ru</a> –Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 12 млн. научных статей и публикаций. На платформе eLIBRARY.RU доступны электронные версии более 1400 российских научно-технических журналов, в том числе более 500 журналов в открытом доступе.
12	ЭУМК «ПАВ и полимеры в водных растворах» <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4513">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4513</a>

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы** (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

**17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)**

При реализации учебной дисциплины используются элементы электронного обучения и различные дистанционные образовательные технологии, позволяющие обеспечивать опосредованное взаимодействие (на расстоянии) преподавателей и обучающихся, включая инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>) и/или «МООК ВГУ» (<https://mooc.vsu.ru>), проведение вебинаров, видеоконференций (в том числе с применением сервисов Zoom, Discord и др.), взаимодействие в соц-сетях, посредством электронной почты, мессенджеров.

**18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

(при использовании лабораторного оборудования указывать полный перечень, при большом количестве оборудования можно вынести данный раздел в приложение к рабочей программе)  
ноутбук

**19. Фонд оценочных средств:**

**19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения**

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ОПК 1	Знать: типы информационных химических ресурсов, особенности структурной химической информации, методы поиска научной химической информации, формы представления научной и технической информации	Темы 1-6	Ситуационная задача
	Уметь: осознанно использовать структурные данные (в т.ч. банки данных) в химическом исследовании, пользоваться справочной литературой и привлекать материалы из сети Internet для решения профессиональных задач		
	Владеть: приемами планирования и организации работ по решению конкретных задач профессиональной деятельности		
ПК-12	Знать: типы информационных химических ресурсов, особенности структурной химической информации, методы поиска научной химической информации, формы представления научной и технической информации в химии высокомолекулярных соединений	Темы 1-6	Ситуационная задача

	Уметь: осознанно использовать структурные данные (в т.ч. банки данных) в химическом исследовании, пользоваться справочной литературой и привлекать материалы из сети Internet для решения профессиональных задач в химии высокомолекулярных соединений		
	Владеть: приемами планирования и организации работ по решению конкретных задач профессиональной деятельности в химии высокомолекулярных соединений		
<b>Промежуточная аттестация</b>			КИМ

\* В графе «ФОС» в обязательном порядке перечисляются оценочные средства текущей и промежуточной аттестаций.

## 19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Для оценивания результатов обучения на зачете используются следующие показатели (ЗУНы из 19.1):

- 1) знание предметной области химии высокомолекулярных соединений в соответствии с паспортом научной специальности 02.00.06 Высокомолекулярные соединения; молекулярная физика полимерных цепей, их конфигурации и конформации, размеры и формы макромолекул, молекулярно-массовое распределение полимеров; химические превращения полимеров; физические состояния и фазовые переходы в высокомолекулярных соединениях. Реологию полимеров и композитов;
- 2) умение сформулировать цели и задачи научного исследования в области высокомолекулярных соединений и предложить методологию его проведения;
- 3) умение выбрать необходимые методы исследования и обосновать их применимость для решения поставленной задачи в области химии высокомолекулярных соединений;
- 4) владение современными методами физико-химических исследований в области высокомолекулярных соединений;
- 5) владение навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;

Для оценивания результатов обучения на зачете используется – зачтено, не зачтено. Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Аспирант отвечает на вопрос в билете, отвечает на дополнительные вопросы.	Повышенный, базовый, пороговый уровень	Зачтено
Аспирант не отвечает на вопрос в билете и на дополнительные вопросы.	-	Не зачтено

## 19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

### 19.3.1 Перечень вопросов к зачету:

1. Какие структуры реализуются в результате самоассоциации ПАВ выше ККМ?
2. Как зависит ККМ от строения молекул ПАВ, температуры, природы растворенных веществ?
3. Каковы движущие силы мицеллообразования и модели этого процесса?
4. Температурная зависимость ККМ и размера мицелл оксиэтилированных ПАВ?
5. Как описывается мицеллообразование в смесях ПАПВ с учетом взаимодействия компонентов?
6. Проанализируйте фазовую диаграмму квазитройной системы ПАВ-соПАВ-масло-вода.
7. Каковы соотношения скейлинговой теории для растворов полиэлектролитов (без соли)?
8. Физический смысл понятия  $\zeta$ -температура.
9. Влияние ассоциации ПАВ, индуцированной полимером, на поверхностное натяжение и сольubilизацию.
10. В чем проявляется аналогия между взаимодействием ПАВ-полимер и смешанным мицеллообразованием?
11. Каковы закономерности адсорбции неионных и ионных ПАВ на гидрофобных поверхностях?
12. Механизм адсорбции ионных ПАВ на гидрофильных поверхностях.
13. В чем состоит концепция критического поверхностного натяжения твердых тел?
14. Какова роль ПАВ в явлениях смачивания? Гидрофилизация и гидрофобизация поверхностей.

#### **19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме устного опроса и тестирования. Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний.

При оценивании используются количественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше. При реализации дисциплины с применением дистанционных образовательных технологий оценки за экзамен/зачет могут быть выставлены по результатам текущей аттестации обучающегося в семестре.