

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Ректор Белорусского
государственного университета

А.Д.Король

27 июня 2025 г.

Регистрационный № УД- 14033/уч.



ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА И САМООРГАНИЗУЮЩИЕСЯ СИСТЕМЫ

Учебная программа учреждения образования по учебной дисциплине для
специальностей:

1-31 05 04 Фундаментальная химия

2025 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 05 04-2021, учебного плана № G31-1-237/уч. от 22.03.2022.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Т.А.Савицкая, профессор кафедры физической химии химического факультета Белорусского государственного университета, доктор химических наук, профессор

РЕЦЕНЗЕНТ:

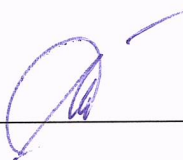
Л.В.Овсеенко, заместитель директора по научной и инновационной работе ГНУ «Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси», кандидат химических наук.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

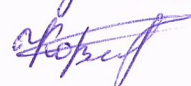
Кафедрой физической химии и электрохимии БГУ
(протокол № 15 от 19.06.2025)

Научно-методическим советом БГУ
(протокол № 11 от 26.06.2025)

Заведующий кафедрой



Е.А.Стрельцов

Т.В. Ковалюк-Радзинская


ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели и задачи учебной дисциплины

Цель учебной дисциплины – получение студентом знаний об основных классах поверхностно-активных веществ (ПАВ), их строении и свойствах, явлении самоорганизации в растворах мицеллообразующих ПАВ.

Задачи учебной дисциплины:

1. ознакомить студентов с понятием поверхностной активности и основными классами ПАВ, особенностями их свойств и областями применения;
2. дать представление о мицеллообразовании как явлении самоорганизации в растворах ПАВ;
3. показать особенности взаимодействия ПАВ с полимерами;
4. сформировать у студентов представление о роли ПАВ в образовании эмульсий, нано- и микроэмульсий.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием.

Учебная дисциплина относится к модулю «Функциональные материалы» компонента учреждения высшего образования

Учебная программа составлена с учетом межпредметных связей с учебными дисциплинами «Физическая химия» и «Коллоидная химия»:

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Поверхностно-активные вещества и самоорганизующиеся системы» должно обеспечить формирование следующих специализированных компетенций:

Специализированной компетенции

Ориентироваться в многообразии неорганических, органических, полимерных функциональных материалов с различной структурной организацией, их специфических свойствах, областях применения в химии, технологии, экспертизе, промышленности.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- основные характеристики и особенности коллоидного состояния вещества, условия образования лиофильных и лиофобных дисперсных систем;
- причины проявления поверхностного натяжения и закономерности адсорбции на различных межфазных границах;
- теоретические особенности мицеллообразования в растворах коллоидных ПАВ и фазового состояния их растворов в широком концентрационном интервале;
- особенности взаимодействия ПАВ с полимерами;
- закономерности образования и свойства микроэмульсий;
- особенности проведения химических реакций в мицеллярных растворах ПАВ и микроэмульсиях;
- новейшие достижения в области физикохимии ПАВ и перспективы их использования для получения новых материалов;

уметь:

–обработать и проанализировать результаты физико-химического эксперимента;

– использовать экспериментальные методы коллоидной химии для изучения и количественной характеристики дисперсных систем на основе ПАВ;

– использовать основы учения о дисперсном состоянии вещества, особых свойств поверхностных слоев и поверхностных явлений для объяснения поведения дисперсных систем в научных исследованиях и технологических процессах.

владеть:

– методологией исследования поверхностно-активных свойств веществ;

– принципами и навыками самостоятельного подбора поверхностно-активных веществ для эффективного использования в разнообразных технологических процессах и научных исследованиях;

– концепцией оценки и прогнозирования уменьшения воздействия ПАВ на окружающую среду и человека для достижения целей устойчивого развития.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается в 7 семестре. В соответствии с учебным планом всего на изучение учебной дисциплины «Поверхностно-активные вещества и самоорганизующиеся системы» отведено для **очной формы** получения высшего образования – 102 часа, в том числе 44 аудиторных часа, лекции – 28 часов, семинарские занятия – 6 часов, практические занятия – 10 часов. **Из них:**

Лекции – 28 часов, практические занятия – 4 часа + 6 часов ДОТ, семинарские занятия – 2 часа, управляемая самостоятельная работа (УСР) – 4 часа.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Форма промежуточной аттестации – зачет.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Введение в физикохимию поверхностно-активных веществ

Тема 1.1 Принципы классификации ПАВ и типы структур, образуемых ими в растворах

Лиофильные и лиофобные дисперсные системы. Критерий образования лиофильных дисперсных систем. Амфифильные свойства молекул ПАВ. Поверхностное натяжение и адсорбция ПАВ на различных межфазных границах. Самоорганизующиеся структуры на основе ПАВ: поверхностные пленки, мицеллы, жидкокристаллические структуры. Мицеллы ПАВ как истинные наноразмерные структуры. Нанотермодинамика. Химический подход. Принципы классификации ПАВ. Природные ПАВ. Олеохимические и нефтехимические ПАВ. Полимерные ПАВ. Специальные ПАВ для экстремального снижения поверхностного натяжения. Поверхностно-активные полимеры.

Основные функции ПАВ. Воздействие ПАВ на окружающую среду и человека. Скорость биоразложения и структура молекул ПАВ. Защита окружающей среды как стимул поиска новых безопасных ПАВ.

Тема 1.2 Мицеллообразование в растворах ПАВ

Общая характеристика явления. Термодинамика мицеллообразования. Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ). Зависимость ККМ от строения молекул ПАВ. Влияние температуры и растворенных веществ на ККМ. Зависимость растворимости ПАВ от температуры. Точка и линия Крафта. Движущие силы мицеллообразования и термодинамические модели. Кинетика мицеллообразования. Размер и структура мицелл. Геометрические принципы упаковки мицелл. Полиоксиэтиленовые цепи как гидрофильные части многих ПАВ. Температурная зависимость ККМ и размеров мицелл оксиэтилированных ПАВ. Концентрированные дисперсии мицеллообразующих ПАВ. Смешанные мицеллы. Технологическое использование смесей ПАВ. Солюбилизация гидрофобных веществ в мицеллах. Механизм солюбилизации. Термодинамика солюбилизации. Влияние различных факторов на солюбилизацию. Примеры использования солюбилизации. Агрегирование ПАВ в неводных средах.

Тема 1.3 Свойства смесей ПАВ и высокомолекулярных соединений

Индуктированное полимерами агрегирование ПАВ. Модели, описывающие взаимодействие ПАВ и полимеров. Корреляция поведения смесей ПАВ- полимер с фазовым поведением смесей двух полимеров или смесей ПАВ. Дифильность белков. Роль взаимодействий белков с ПАВ. Поверхностное натяжение и солюбилизация как подтверждение связывания ПАВ с белками. Фазовое разделение растворов смесей ПАВ и белков. Введение в реологию растворов полимеров и ПАВ. Пенообразование в растворах ПАВ. Влияние полимеров на устойчивость пен.

Раздел 2. Типы дисперсных систем, образуемых с участием ПАВ

Тема 2.1 Получение и свойства эмульсий

Теория ДЛФО для эмульсий. Концепция гидрофильно-липофильного баланса (ГЛБ). Подбор эмульгатора методом определения ТИФ. Правило Банкрофта и динамика адсорбции ПАВ. Новые поверхностно-активные вещества. Нано- и микроэмульсии: получение, строение, свойства. Отличие микроэмульсий от обычных эмульсий. Фазовое поведение и фазовые диаграммы систем «масло-вода-ПАВ». Методы получения микроэмульсий. Влияние ПАВ на микроструктуру микроэмульсий. Образование микроэмульсий в процессах очистки поверхностей от масляных загрязнений. Использование микроэмульсий для повышения нефтеотдачи. Использование микроэмульсий в химических синтезах для получения неорганических и органических веществ. Различие между нано- и микроэмульсиями.

Тема 2.2 Применение микроэмульсий

Капли микроэмульсии как микрореакторы для химических реакций. Мицеллярный катализ и области его применения. Микроэмульсии как растворители для органического синтеза. Микроэмульсии как среды для ферментативных реакций. Применение микроэмульсий для получения наноразмерных латексов. Получение наночастиц неорганических веществ с помощью микроэмульсий. Использование жидких кристаллов ПАВ для получения мезопористых материалов.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Очная (дневная) форма получения высшего образования с применением дистанционных образовательных технологий
(ДОТ)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Введение в физикохимию поверхностно-активных веществ							
1.1.	Принципы классификации ПАВ и типы структур, образуемых ими в растворах	6	2 (ДОТ)					Экспресс-опрос
1.2.	Мицеллообразование в растворах ПАВ	8	2 (ДОТ)	2				Устный опрос, выступление с презентацией
1.3.	Свойства смесей ПАВ и высокомолекулярных соединений	6	2				2	Экспресс-опрос, контрольная работа
2.	Типы дисперсных систем, образуемых с участием ПАВ							
2.1.	Получение и свойства эмульсий	4	2					Устный опрос
2.2.	Применение микроэмульсий	4	2 (ДОТ)				2	Экспресс-опрос, аналитический обзор
	Итого:	28	4+6 ДОТ	2			4	

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Русанов А.И. Мицеллообразование в растворах поверхностно-активных веществ : монография / А.И. Русанов, А.К. Щёкин. – 3-е изд. стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 612 с.
2. Клындюк А.И. Поверхностные явления и дисперсные системы : учебник для студ. учреждений высшего образования по группе специальностей "Химическая инженерия и процессы, технологии в области охраны окружающей среды" / А. И. Клындюк. - Минск : РИВШ, 2024. - 395 с.
3. Малов В.А. Коллоидная химия. Поверхностные явления и дисперсные системы. Словарь-справочник: учебное пособие для вузов / В.А.Малов, В.Н. Наумов. – 2-е изд. стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 180 с.

Дополнительная литература

1. Поверхностно-активные вещества и полимеры в водных растворах / К. Холмберг [и др.] ; пер. с англ. Г. П. Ямпольской под ред. Б. Д. Сумма. – 4-е изд. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2020. - 531 с.
2. Морачевский, А. Г. Физическая химия. Поверхностные явления и дисперсные системы : учебное пособие / А. Г. Морачевский. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 160 с.
3. Неудачина Л. К. Применение поверхностно-активных веществ в анализе: [учеб. пособие] / Л. К. Неудачина, Ю. С. Петрова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2017. – 76 с.
4. Волков В.А. Самоорганизованные нанодисперсные структуры в растворах поверхностно-активных веществ / В.А. Волков, А.А. Агеев. – Изд-во Росс. Гос. ун-та им. А.Н.Косыгина, 2017. – 238 с.
5. Плетнев М.Ю. Технология эмульсий. Гидрофильно-липофильный баланс и обращение фаз : учебное пособие для вузов /М.Ю. Плетнев – 4-е изд. стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 100 с.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой отметки

Текущий контроль уровня знаний, обучающихся может осуществляться с использованием следующих средств диагностики:

1. Экспресс- и устные опросы;
2. Выступление с презентацией.
3. Аналитический обзор.
4. Контрольная работа.

Формой промежуточной аттестации по дисциплине «Поверхностно-активные вещества и самоорганизующиеся системы» учебным планом предусмотрен зачет.

Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы

Тема 1.3. Свойства смесей ПАВ и высокомолекулярных соединений. (2 часа)

Охарактеризовать модели, описывающие взаимодействие ПАВ и полимеров. Показать корреляцию поведения смесей ПАВ- полимер с фазовым поведением смесей двух полимеров или смесей ПАВ. Подготовить контрольные вопросы по теме.

(Форма контроля – контрольная работа, предложенная преподавателем).

Тема 2.2. Применение микроэмульсий (2 часа).

Написать аналитический обзор по одной из тем: применение микроэмульсий как растворителей для органического синтеза, как среды для ферментативных реакций и для получения наноразмерных латексов.

(Форма контроля – аналитический обзор)

Примерная тематика семинарских занятий

1. Мицеллообразование в растворах ПАВ.
2. Получение и свойства эмульсий.
3. Применение микроэмульсий.

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

Линейный (традиционный) метод (лекция, семинарские занятия);

Активные (интерактивные) методы:

проблемно-ориентированное обучение PBL (Problem-Based Learning).

Обучающиеся приобретают знания и навыки при решении реальных, открытых проблем. Учебный процесс строится на основе практических заданий, а не традиционного изложения материала, что способствует более глубокому пониманию и развитию навыков критического мышления;

командно-ориентированное обучение TBL (Team-Based Learning).

Обучение, основанное на использовании малых групп, дает возможность сначала изучить учебный материал, а на занятии применить полученные знания, умения и навыки при помощи последовательности действий, включающей индивидуальную работу, командную работу, а также мгновенную обратную связь;

научно-ориентированное обучение RBL (Research-Based Learning).

Исследование становится центральным инструментом образовательного процесса. Вместо традиционного усвоения готовых знаний, студенты активно участвуют в исследовательской деятельности, что способствует более глубокому пониманию материала и развитию навыков критического мышления.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы

При изучении учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- поиск и обзор литературы и электронных источников по заданной теме;
- изучение материалов, размещенных на образовательном портале <https://educhem.bsu.by/> (дисциплина «Зеленая химия»);
- изучение цикла материалов, размещенных на сайте химического факультета <https://chemistry.bsu.by/index.php/ru/zelenaya-khimiya>
- подготовка к семинарским занятиям.

Внеаудиторные учебные занятия проводятся с использованием электронной образовательной среды образовательного портала <https://educhem.bsu.by/>.

Электронный образовательный контент по учебной дисциплине размещается на образовательном портале <https://educhem.bsu.by/>.

Доступ к ресурсам учебной дисциплины обучающихся осуществляется с использованием авторизации посредством учетных записей.

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Критерий образования лиофильных дисперсных систем. Классификация ПАВ.
2. Влияние природы ПАВ и поверхности твердого тела на адсорбцию ПАВ.
3. Адсорбция ПАВ на гидрофильных и гидрофобных поверхностях.
4. Что изучает реология. Ньютоновское и неньютоновское поведение жидкостей.
5. Реологические свойства систем ПАВ-полимер.
6. Поверхностно-активные полимеры.
7. Поверхностное натяжение. Поверхностная активность.
8. Мицеллообразование. Характерные особенности мицелл. Эволюция взглядов на строение мицелл.
9. Фундаментальные свойства ПАВ.
10. Полиморфные переходы при увеличении концентрации ПАВ.
11. Индуцированное полимерами агрегирование ПАВ. Модель мицеллообразования.
12. Классификация ПАВ.
13. Взаимодействие ПАВ и полимеров.
14. Микроэмульсии. Фазовое поведение и фазовые диаграммы систем масло-вода-ПАВ
15. Экологическая классификация ПАВ.
16. Матричная полимеризация на мицеллах ПАВ.
17. Состав и назначение компонентов моющих композиций.
18. ККМ и факторы, влияющие на ККМ.
19. Геометрические принципы формирования мицелл. Полиморфизм мицелл.

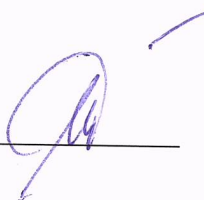
20. Возможные механизмы очистки поверхности ткани от масляных загрязнений.
21. Критические эмульсии как лиофильные дисперсные системы.
22. Фазовая диаграмма растворов ПАВ. Влияние различных факторов на точку Крафта.
23. Типы мицеллярных структур. Критические параметры упаковки и структуры агрегатов молекул ПАВ.
24. Взаимодействие ПАВ с водорастворимыми гомополимерами.
25. Адсорбция ионных и неионных ПАВ на гидрофобных поверхностях.
26. Дерматологическое действие ПАВ.
27. Воздействие ПАВ на окружающую среду.
28. Сравнение свойств наноэмульсий и микроэмульсий.
29. Концепция гидрофильно-липофильного баланса (ГЛБ).
30. Метод ТИФ. Подбор эмульгатора методом определения ТИФ.
31. Правило Банкрофта и динамика адсорбции ПАВ.
32. Фазовое поведение и фазовые диаграммы систем «масло-вода-ПАВ». Методы получения микроэмульсий.
33. Использование микроэмульсий в химических синтезах для получения неорганических и органических веществ.
34. Капли микроэмульсии как микрореакторы для химических реакций.
35. Мицеллярный катализ и области его применения.
36. Использование жидких кристаллов ПАВ для получения мезопористых материалов.
37. Пенообразование в растворах ПАВ. Влияние полимеров на устойчивость пен.
38. Нанотермодинамика. Химический подход.
39. Природные ПАВ. Олеохимические и нефтехимические ПАВ. Полимерные ПАВ.
40. Солюбилизация гидрофобных веществ в мицеллах. Механизм солюбилизации. Термодинамика солюбилизации.
41. Самоорганизующиеся структуры на основе ПАВ: поверхностные пленки, мицеллы, жидкокристаллические структуры.
42. Смешанные мицеллы. Технологическое использование смесей ПАВ.
43. Теория ДЛФО для эмульсий.
44. Дифильность белков. Роль взаимодействий белков с ПАВ. Поверхностное натяжение и солюбилизация как подтверждение связывания ПАВ с белками.
45. Строение и классификация микроэмульсий. . Использование микроэмульсий для повышения нефтеотдачи.
46. Кинетика мицеллообразования. Размер и структура мицелл. Геометрические принципы упаковки мицелл.
47. Агрегирование ПАВ в неводных средах. Сравнение структуры прямых и обратных мицелл.
48. Микроэмульсии как растворители для органического синтеза.

49. Применение микроэмульсий для получения наноразмерных латексов.
50. Микроэмульсии как среды для ферментативных реакций.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Коллоидная химия	Кафедра физической химии и электрохимии	Предложения отсутствуют	Рекомендовать к утверждению учебную программу (протокол № 15 от 19.06.2025)

Заведующий кафедрой
физической химии и электрохимии
д.х.н., профессор



Е.А.Стрельцов

19.06.2025

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УО

на ____ / ____ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (протокол № ____ от _____ 202_ г.)

Заведующий кафедрой

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
