

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио ректора  
Дата подписания: 25.03.2025 16:41:22  
Уникальный программный ключ:  
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

УП:  
04.05.01  
ФПХ

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФГБОУ ВО «ТВЕРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Утверждаю:

Руководитель ООП

Феофанова М.А.

24 апреля 2024 г.



Рабочая программа дисциплины

**Химия поверхностно-активных веществ**

Закреплена за кафедрой:	<b>Органической химии</b>
Направление подготовки:	<b>04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия</b>
Направленность (профиль):	<b>Экспертная и медицинская химия: теория и практика.</b>
Квалификация:	<b>Химик. Преподаватель химии</b>
Форма	<b>очная</b>
Семестр:	<b>5,6</b>

Программу

*канд. хим. наук, доц., Веролайнен Наталья Владимировна*

Тверь, 2025

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цели освоения дисциплины (модуля):

Цель изучения дисциплины: изучение теоретических и экспериментальных основ химии поверхностно-активных веществ.

### Задачи :

Задачи изучения дисциплины:

формирование базовых знаний о механизмах действия поверхностно-активных веществ на межфазных границах;

формирование представлений о методах синтеза и применении поверхностно-активных веществ;

приобретение навыков владения экспериментальными методами определения физико-химических характеристик поверхностно-активных веществ;

формирование у студентов знаний и умений, позволяющих планировать синтезы поверхностно-активных веществ.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ОП: Б1.В

### Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Для успешного освоения дисциплины студент должен обладать знаниями основ органической химии и физической химии; владение приемами и методами эксперимента в органической химии.

Органическая химия

Методика научного исследования

**Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:**

«Прикладная органическая химия», «Методы анализа поверхностно-активных веществ».

Прикладная органическая химия

Научно-исследовательская работа

Методы анализа поверхностно-активных веществ

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

<b>Общая трудоемкость</b>	5 ЗЕТ
Часов по учебному плану	180
<b>в том числе:</b>	
самостоятельная работа	31
часов на контроль	27

#### 4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

ПК-1.1: Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР

ПК-1.2: Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР

ПК-1.3: Готовит объекты исследования

ПК-2.1: Проводит первичный поиск информации по заданной тематике (в т.ч., с использованием патентных баз данных)

ПК-2.2: Анализирует и обобщает результаты патентного поиска по тематике проекта в выбранной области химии (химической техно-логии)

#### 5. ВИДЫ КОНТРОЛЯ

Виды контроля в семестрах:	
экзамены	6
зачеты	5

#### 6. ЯЗЫК ПРЕПОДАВАНИЯ

Язык преподавания: русский.

#### 7. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

№	Наименование разделов и тем	Вид занятия	Сем.	Часов	Образоват. технологии
---	-----------------------------	-------------	------	-------	-----------------------

##### Образовательные технологии

Традиционные (фронтальная лекция)

Технология проблемного обучения

Групповая работа, лабораторная, практическая работа

##### Список образовательных технологий

1	Дискуссионные технологии (форум, симпозиум, дебаты, аквариумная дискуссия, панельная дискуссия, круглый стол, фасилитированная и т.д.)
2	Информационные (цифровые) технологии
3	Активное слушание

#### 8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

##### 8.1. Оценочные материалы для проведения текущей аттестации

Тема 1. Синтез ПАВ различных классов. Методы получения и свойства анионных ПАВ (мыла, алкилсульфонаты, алкиларилсульфонаты, алкилсульфаты, алкилфосфаты). Преимущества и недостатки АПАВ. Методы получения катионных ПАВ (соли высших аминов, ЧАС, алкилимидазолины). Общие свойства КПАВ. Амфолитные ПАВ, их свойства и методы получения (кватернизация третичных аминов, из первичных аминов, на основе низших аминокислот). Общие свойства АмПАВ (изоэлектрическая точка, бетаины, цвиттер-

ионные ПАВ). Способы получения неионогенных ПАВ (реакция оксиэтилирования, неполные эфиры многоатомных спиртов, окиси третичных аминов, алканол-амиды высших кислот) и их специфические свойства. Блок-сополимеры.

Тема 2. Сырьевая база. Методы получения высших спиртов (гидролиз восков, восстановление сложных эфиров, оксосинтез, метод Циглера). Получение высших кислот (гидролиз жиров, окисление по Башкирову, гидрокарбокислирование). Способы получения высших аминов (аминирование, метод Гофмана, восстановление нитросоединений). Методы получения глицерина, окисей этилена и пропилена.

Тема 3. Особенности строения ПАВ и физико-химические свойства их растворов. Строение молекул поверхностно-активных веществ (ПАВ). Поверхностная активность. Поверхностное натяжение. Эффект понижения механической прочности твердых тел в растворах ПАВ (эффект Ребиндера). Мицеллообразование. Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ). Строение мицелл (мицеллы Хартли, МакБейна и др.), виды мицелл (прямые и обратные). Точка Крафта. Механизм солубилизации. Смачивающая способность. Краевой угол смачивания. Уравнения Юнга и Лапласа. Работа смачивания. Смачивание тканей и волокон. Эмульгирующая способность ПАВ. Прямые и обратные эмульсии. Разрушение эмульсий. Суспендирующее действие ПАВ. Факторы устойчивости суспензий. Суспензионный эффект. Механизм антистатического действия растворов ПАВ. Пенообразующая способность. Виды пен. Механизм образования пен. Устойчивость пен. Механизм моющего действия. Три стадии процесса отмыывания поверхности.

## 8.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации

Результат

(индикатор) Типовые контрольные задания Показатели и критерии оценивания, шкала оценивания

ПК-1.1. 1. Приведите качественные реакции определения принадлежности к классу поверхностно-активных веществ. Какой класс ПАВ дает помутнение водных растворов при нагревании?

2. Назовите поверхностно-активные вещества, которые можно использовать для нахождения кислотного числа вещества? Какой лабораторный метод применяется при нахождении этой характеристики? Факты, приведенные в ответе и примеры, в полном объеме обосновывают выводы – 3 балла

Допущена фактическая ошибка, не приведшая к существенному искажению смысла – 2 балла

Примеры, приведенные в ответе, в полном объеме обосновывают выводы, но опущена фактическая ошибка – 1 балла

Допущены фактические и логические ошибки, свидетельствующие о непонимании вопроса – 0 баллов

1 балл – «3» 2 балла – «4» 3 балла – «5»

ПК-1.2. 1. Опишите каким образом экспериментально определить краевой угол смачивания и работу смачивания поверхности растворов децилпиридиний хлорида? По какой формуле находится работа смачивания поверхности?

2. Опишите, каким образом экспериментально определить пенообразующую способность и стабильность пены синтанола ДС-20? Что представляет собой это соединение?

ПК-1.3. 1. Что является носителем поверхностной активности у молекул КПАВ и АПАВ? Что является носителем поверхностной активности у молекул АмПАВ?

а) противоион;

б) углеводородный радикал;

в) вся молекула.

Что представляют собой и какое строение имеют цвиттер-ионные ПАВ.

2. Определите, в соответствии с правилом Дюкло-Траубе, во сколько раз возрастает поверхностная активность при увеличении длины углеводородного радикала на 2 метиленовые группы?

а) в 3–3,5 раза;

б) в 6–7 раз;

в) в 1,5–2 раза;

г) в 9–10,5 раз. Имеется полное верное решение, включающее правильный ответ – 3 балла; Дано верное решение, но допущены несущественные фактические ошибки, не искажающие общего смысла – 2 балла; Имеется верное решение только части задания – 1 балл. 1 балл – «3» 2 балла – «4» 3 балла – «5»

ПК-2.1. 1. Каким образом поддерживают одинаковую температуру изучаемых растворов при работе на интерферометре? Какие характеристики водных растворов исследуют интерферометрическим методом?

2. С помощью какого прибора проводят осаждение частиц при изучении кинетики седиментации суспензий оксида цинка в водных растворах ПАВ? Факты, приведенные в ответе и примеры, в полном объеме обосновывают выводы – 3 балла

Допущена фактическая ошибка, не приведшая к существенному искажению смысла – 2 балла

Примеры, приведенные в ответе в полном объеме обосновывают выводы, но опущена фактическая ошибка – 1 балла

Допущены фактические и логические ошибки, свидетельствующие о непонимании вопроса – 0 баллов

1 балл – «3» 2 балла – «4» 3 балла – «5»

1. На каком приборе можно исследовать стабилизирующее действие ПАВ суспензий карбонильного железа в воде? Назовите основные методы исследования кинетики седиментации суспензий.

2. Какие физико-химические характеристики ПАВ можно определить с помощью прибора тензиометра дюНуи? Приведите конкретные примеры использования прибора.

Факты приведенные в ответе и примеры в полном объеме обосновывают выводы – 3 балла

Допущена фактическая ошибка, не приведшая к существенному искажению смысла – 2 балла

Примеры, приведенные в ответе, в полном объеме обосновывают выводы, но опущена фактическая ошибка – 1 балла

Допущены фактические и логические ошибки, свидетельствующие о непонимании вопроса – 0 баллов

1 балл – «3» 2 балла – «4» 3 балла – «5»

Имеется полное верное решение, включающее правильный ответ – 3 балла; Дано верное решение, но допущены несущественные фактические ошибки, не искажающие общего смысла – 2 балла; Имеется верное решение только части задания – 1 балл. 1 балл – «3» 2 балла – «4» 3 балла – «5»

1. Какие концентрации поверхностно-активного вещества додецилсульфата натрия в воде необходимо приготовить для

нахождения поверхностного натяжения, ККМ и значений максимальной адсорбции? По каким формулам рассчитываются приведенные параметры?

2. Какие характеристики ПАВ можно исследовать динамическим методом пластины Вильгельми?

Каковы основные требования предъявляемые к растворам ПАВ, исследуемых этим

методом?

ПК-2.2. 1. Каким программным обеспечением нужно воспользоваться для построения изотерм поверхностного натяжения растворов ПАВ на границе с воздухом найденных методом наибольшего давления пузырька воздуха на приборе Ребиндера?

2. Каким программным обеспечением нужно воспользоваться для обработки результатов по определению краевого угла и работы смачивания растворами ПАВ твердых поверхностей.

Факты, приведенные в ответе и примеры, в полном объеме обосновывают выводы – 3 балла

Допущена фактическая ошибка, не приведшая к существенному искажению смысла – 2 балла

Примеры, приведенные в ответе, в полном объеме обосновывают выводы, но опущена фактическая ошибка – 1 балла

Допущены фактические и логические ошибки, свидетельствующие о непонимании вопроса – 0 баллов

1 балл – «3» 2 балла – «4» 3 балла – «5»

1. Каким образом построить графики зависимости эмульгирующей способности НПАВ от времени при стабилизации эмульсии масла в воде?

2. Каким образом построить график зависимости устойчивости пены ЦПБ от концентрации растворов при определении стабильности пены на поверхности полярной жидкости? Факты, приведенные в ответе, и примеры в полном объеме обосновывают выводы – 3 балла

Допущена фактическая ошибка, не приведшая к существенному искажению смысла – 2 балла

Примеры, приведенные в ответе, в полном объеме обосновывают выводы, но опущена фактическая ошибка – 1 балла

Допущены фактические и логические ошибки, свидетельствующие о непонимании вопроса – 0 баллов

1 балл – «3» 2 балла – «4» 3 балла – «5»

ПК-2.2. 1. Какие катионные поверхностно-активные вещества используются в промышленности как бактерициды? Приведите формулу хлорида бензалкония, в каких концентрациях должно использоваться это ПАВ в бактерицидных растворах?

2. Что представляют собой поверхностно-активные вещества бетаины? В каких областях промышленности используются данные соединения? Факты, приведенные в ответе, и примеры в полном объеме обосновывают выводы – 3 балла

Допущена фактическая ошибка, не приведшая к существенному искажению смысла – 2 балла

Примеры, приведенные в ответе в полном объеме, обосновывают выводы, но опущена фактическая ошибка – 1 балла

Допущены фактические и логические ошибки, свидетельствующие о непонимании вопроса – 0 баллов

1 балл – «3» 2 балла – «4» 3 балла – «5»

2 балла – «4» 3 балла – «5»

ПК-1.2. 1. Напишите реакцию кватернизации третичных аминов на конкретном примере, приведите название полученного продукта. Приведите примеры промышленного применения четвертичных солей аммония.

2. Напишите реакцию получения высших кислот методом гидролиза жиров, приведите название полученного продукта. Приведите примеры промышленного использования высших карбоновых кислот в производстве. Факты, приведенные в ответе, и примеры в полном объеме обосновывают выводы – 3 балла

Допущена фактическая ошибка, не приведшая к существенному искажению смысла –

2 балла

Примеры, приведенные в ответе в полном объеме, обосновывают выводы, но опущена фактическая ошибка – 1 балла

Допущены фактические и логические ошибки, свидетельствующие о непонимании вопроса – 0 баллов

1 балл – «3» 2 балла – «4» 3 балла – «5»

ПК-1.3. 1. Назовите промышленные методы получения анионных поверхностно-активных веществ: алкилсульфонаты, алкиларилсульфонаты, алкилсульфаты. Какие АПАВ используются при производстве мыл и моющих средств?

2. Назовите промышленные методы получения катионных поверхностно-активных веществ: соли высших аминов, ЧАС, алкилимидазолины. Какие из приведенных ПАВ часто используют для борьбы с коррозией металлов. Факты, приведенные в ответе, и примеры в полном объеме обосновывают выводы – 3 балла

Допущена фактическая ошибка, не приведшая к существенному искажению смысла – 2 балла

Примеры, приведенные в ответе в полном объеме, обосновывают выводы, но опущена фактическая ошибка – 1 балла

Допущены фактические и логические ошибки, свидетельствующие о непонимании вопроса – 0 баллов

1 балл – «3» 2 балла – «4» 3 балла – «5»

### 8.3. Требования к рейтинг-контролю

Рейтинг–контроль

по дисциплине «Химия поверхностно-активных веществ»

5 семестр зачет (100 баллов)

1 модуль

Включает темы: "Введение", "Синтез ПАВ различных классов".

Текущий контроль:

Работа на лекционных занятиях (6 занятий по 3 балла) – 18 баллов.

Самостоятельная работа (2 задания по 7 баллов) – 14 баллов.

Выполнение лабораторных работ (2 работы по 4 балла) – 8 баллов.

Рубежный контроль:

Письменное тестирование – 10 баллов.

I контрольная точка – 50 баллов.

2 модуль

ПАВ". Включает темы: "Синтез ПАВ различных классов", "Сырьевая база для синтеза

Текущий контроль:

Работа на лекционных занятиях (9 занятий по 3 балла) – 27 баллов.

Самостоятельная работа (1 задание по 7 баллов) – 7 баллов.

Рубежный контроль:

Письменное зачетное занятие (1 занятие) – 16 баллов.

II контрольная точка – 50 баллов.

Рейтинг–контроль

по дисциплине «Химия поверхностно-активных веществ»

6 семестр – экзамен (60 баллов + 40 баллов) 100 баллов

1 модуль

Включает тему "Особенности строения ПАВ".

Текущий контроль:

Посещение лекционных занятий (4 занятия по 2 балла) – 8 баллов.

Рубежный контроль:

Защита реферата – 12 баллов.

I контрольная точка – 20 баллов.

2 модуль



Включает тему "Физико-химические свойства растворов ПАВ".  
Текущий контроль:  
Посещение лекционных занятий (4 занятия по 2 балла) – 8 баллов.  
Выполнение лабораторных работ (4 работы по 6 баллов) – 24 балла.  
Рубежный контроль:  
Письменное тестирование – 8 баллов.  
II контрольная точка – 40 баллов.  
Экзамен – 40 баллов.

#### 8.4. Фонд оценочных средств

ПК-1 Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации  
(код, наименование компетенции)

Номер задания  
Правильный ответ (ключ)

Содержание вопроса/задания  
Критерии оценивания заданий

Задания закрытого типа

1 А

Какие физико-химические характеристики ПАВ можно определить методом наибольшего давления пузырька воздуха в капилляре?

А поверхностное натяжение

Б поверхностную активность

В работу адсорбции

Г критическую концентрацию мицеллообразования 1 балл за правильный ответ

2 В При концентрации ПАВ вблизи ККМ в растворе образуются:

А слоистые (пластинчатые) мицеллы;

Б эллипсоидные мицеллы;

В сферические мицеллы;

Г цилиндрические мицеллы

1 балл за правильный ответ

3 Б Укажите температурную характеристику поверхностно-активных веществ?

А изоэлектрическая точка;

Б точка Крафта;

В поверхностная активность;

Г поверхностное натяжение.

1 балл за правильный ответ

4 В Какой процесс играет решающую роль при удалении жидкого загрязнителя с поверхности?

А эмульгирование;

Б суспендирование;

В солюбилизация 1 балл за правильный ответ

5 А При каких концентрациях ПАВ обладают более высокой эффективностью?

А при концентрациях ниже 1%;

Б при концентрациях выше 1%;

В концентрация не влияет на эффективность

1 балл за правильный ответ

Задания открытого типа

1 Поверхностной... понимают способность растворенного вещества понижать поверхностную энергию Гиббса на данной поверхности раздела фаз.

1 балл за правильный ответ

Обязательные элементы ответа (ключ):

Активность

2 Вещества, положительно адсорбирующиеся на поверхности раздела фаз, те образующие на ней адсорбционный слой с повышенной концентрацией и снижающие избыток поверхностной энергии называются... 1 балл за правильный ответ

Обязательные элементы ответа (ключ):

Поверхностно-активными

3 Молекулы типичных ПАВ являются.... т.е. сочетают в себе полярные и неполярные группы. 1 балл за правильный ответ

Обязательные элементы ответа (ключ):

дифильные

4 При.....концентрации ПАВ происходит самопроизвольная агрегация молекул с образованием мицелл. 1 балл за правильный ответ

Обязательные элементы ответа (ключ):

критическая

5 Поверхностно-активные вещества подразделяют на следующие классы: 1 балл за правильный ответ

Обязательные элементы ответа (ключ):

КПАВ, АПАВ, АмПАВ, НПАВ

ПК-2 Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы

Номер

задания Правильный ответ (ключ)

Содержание вопроса/задания Критерии  
оценивания заданий

Задания закрытого типа

1 А

Что является носителем поверхностной активности у молекул КПАВ и АПАВ?

А противоион;

Б углеводородный радикал;

В вся молекула.

1 балл за правильный ответ

2 Б Определите, в соответствии с правилом Дюкло-Граубе, во сколько раз возрастает поверхностная активность при увеличении длины углеводородного радикала на 2 метиленовые группы?

А в 3–3,5 раза;

Б в 6–7 раз;

В в 1,5–2 раза;

Г в 9–10,5 раз. 1 балл за правильный ответ

3 В Какие физико-химические характеристики ПАВ можно определить с помощью прибора тензиометра дю Нуи?

А краевой угол смачивания поверхности

Б устойчивость пены

В поверхностное натяжение растворов ПАВ

Б мутность 1 балл за правильный ответ

4 В Какие поверхностно-активные вещества используются в промышленности как бактерициды?

А синтанолы

Б амфотерные ПАВ

В катионные ПАВ

Г анионные ПАВ 1 балл за правильный ответ

5 Г Какие ПАВ принадлежат к классу анионных ПАВ?

А  $RN+(CH_3)_3 \cdot Br^-$

Б  $RO(C_2H_4O)_nH$

В  $RCOONa$

Г  $RSO_3Na$  1 балл за правильный ответ

Задания открытого типа

1 Назовите три стадии моющего действия составляющие механизм моющего действия.

1 балл за правильный ответ

Обязательные элементы ответа (ключ):

Солюбилизация, адсорбция, пенообразование

2 Что представляют собой и какое строение имеют цвиттер-ионные ПАВ.

1 балл за правильный ответ

Обязательные элементы ответа (ключ):

Внутримолекулярные соли, положительные, отрицательные заряды

3 Каким образом экспериментально определить пенообразующую способность и стабильность пены цетилпиридиний бромид? 1 балл за правильный ответ

Обязательные элементы ответа (ключ):

Взбивание перфорированным диском, время оседания, высота столба пены

4 Эмульгирующая способность ПАВ. 1 балл за правильный ответ

Обязательные элементы ответа (ключ):

Прямые и обратные мицеллы, гидрофобная и гидрофильная часть молекул ПАВ, эмульгаторы

5 Явление поглощения нерастворимых или малорастворимых в воде органических веществ водными растворами ПАВ называют..... 1 балл за правильный ответ

Обязательные элементы ответа (ключ):

солюбилизацией

## 8.5. Перечень видов оценочных средств

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### Рекомендуемая литература

### Перечень программного обеспечения

1	Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
2	Adobe Acrobat Reader
3	Google Chrome
4	WinDjView
5	OpenOffice
6	VLC media player
7	Foxit Reader

### Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (подписка на журналы)
2	ЭБС ТвГУ
3	ЭБС BOOK.ru

4	ЭБС IPRbooks
5	ЭБС «Лань»
6	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»

#### **10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

<b>Аудит-я</b>	<b>Оборудование</b>
3-411	комплект учебной мебели, переносной ноутбук, проектор, весы лабораторные, доска классная, лаборатория подготовительная, печь муфельная, горелка,

#### **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Методические указания размещены в приложении 1