

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ БІООРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ ТА НАФТОХІМІЇ**

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою

Інституту біоорганічної хімії та  
нафтохімії НАН України

протокол № 8

від « 26 » 09 2017 року

Голова Вченої ради

Інституту біоорганічної хімії та  
нафтохімії НАН України

чл.-кор. НАН України



*A.I. Vovk*  
\_\_\_\_\_ А.І. Вовк

**ПРОГРАМА**  
**навчальної дисципліни**  
**«ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНІ РЕЧОВИНИ:**  
**СИНТЕЗ, ВЛАСТИВОСТІ, ЗАСТОСУВАННЯ»**

<b>ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ</b>	<b>10 – ПРИРОДНИЧІ НАУКИ</b>
<b>СПЕЦІАЛЬНІСТЬ</b>	<b>102 – ХІМІЯ</b>
<b>СПЕЦІАЛІЗАЦІЯ</b>	<b>НАФТОХІМІЯ ТА ВУГЛЕХІМІЯ</b>
<b>РІВЕНЬ ОСВІТИ</b>	<b>ТРЕТІЙ (ОСВІТНЬО-НАУКОВИЙ)</b>

Київ - 2017 р.

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ:

Доктор хімічних наук, ст. н. с. **Поп Г.С.**

Завідувач відділу ІБОНХ НАН України,  
доктор хімічних наук **Патриляк Любов Казимирівна**

  
(підпис)

Програму затверджено на засіданні Вченої ради  
Інституту біоорганічної хімії та нафтохімії НАН України  
протокол № 8  
від « 26 » вересня 2017 року

Вчений секретар

  
Попільніченко С.В.

## ВСТУП

Програму обов'язкової навчальної дисципліни **«Поверхнево-активні речовини: синтез, властивості, застосування»** складено відповідно до освітньо-професійної програми підготовки **«доктор філософії»** в галузі природничих наук за спеціальністю **102 - «Хімія»**.

**Предметом** вивчення навчальної дисципліни є засвоєння загальних закономірностей підбору сировини і спрямованого синтезу ПАР, дослідження їх будови і властивостей та встановлення ефективних сфер і напрямків застосування.

**Міждисциплінарні зв'язки:** Навчальна дисципліна **«Поверхнево-активні речовини: синтез, властивості, застосування»** згідно з навчальним планом належить до циклу дисциплін професійної підготовки, яка викладається на 2 курсі аспірантури, та відноситься до вибіркових курсів спеціалізації **«Нафтохімія і вуглехімія»**.

Для вивчення курсу **«Поверхнево-активні речовини: синтез, властивості, застосування»** необхідні знання та вміння, набуті аспірантами з дисциплін **«Загальні питання нафтохімії та вуглехімії»**, **«Фізико-хімічні методи доведення будови органічних речовин»**.

Матеріал курсу слугує теоретичною основою для формування умінь та навичок, необхідних для оволодіння сучасними теоретичними досягненнями фізико-хімії ПАР та експериментальними навиками з розроблення ефективних композиційних систем і технологій їх використання в різноманітних напрямках людської діяльності. Значна увага приділена нанохімії та нанотехнологіям у зв'язку з особливостями перебігу каталітичних процесів у міцелах, мікроемульсіях і на межі поділу фаз, а також зі створенням принципово нових препаратів для фармації і медицини, екобезпечних засобів побутового і промислового використання, паливно-мастильних матеріалів і численних хімреагентів для інтенсифікації і підвищення видобутку вуглеводневої сировини та інших корисних копалин.

# 1. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

## 1.1. Мета навчальної дисципліни:

засвоєння сучасних теоретичних досягнень з синтезу і фізико-хімії ПАР, а також оволодіння експериментальними навиками з розроблення ефективних поверхнево-активних систем і технологій їх використання для різноманітних напрямків людської діяльності.

## 1.2. Основні завдання навчальної дисципліни:

Аспіранти одержать нові знання та навички в теоретичній області фізико-хімії ПАР та у практичному розробленні ефективних поверхнево-активних систем.

Буде детально розглянуто сировину для синтезу ПАР, класифікацію ПАР, способи одержання та основні властивості.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми аспіранти після засвоєння навчальної дисципліни повинні:

### *Знати:*

- основні ознаки і типи ПАР, методи їх синтезу на основі нафтохімічної і відновлювальної сировини;
- суть процесів, що лежать в основі колоїдно-хімічних і практично важливих закономірностей зміни властивостей у розчинах, композиційних системах і на межі поділу фаз;
- вміло і обгрунтовано створювати композиції ПАР з керованими властивостями для конкретних технологічних систем і процесів.

### *Вміти:*

творчо користуватися здобутими знаннями і використовувати експериментальні методи синтезу нанодисперсних речовин і матеріалів, методи визначення їх колоїдних і фізико-хімічних властивостей для розбудови композиційних систем з наперед визначеними властивостями для різноманітних напрямків людської діяльності та захисту навколишнього природного середовища.

У рамках даної дисципліни поглиблюються і розвиваються такі компетенції:

- ***Універсальні компетенції:***

здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; набуття гнучкості мислення, відкритого для застосування набутих хімічних знань для вирішення стратегічних та поточних завдань промислового розвитку, а також для застосування набутих знань у реальній практиці.

- ***Загальнопрофесійні компетенції:***

здатність самостійно здійснювати науково-дослідницьку діяльність у нафтохімії і вуглехімії з використанням сучасних методів дослідження та інформаційно-комунікаційних технологій.

- ***Професійні компетенції:***

здатність поєднати теоретичні досягнення хімії і фізико-хімії ПАР з експериментальними навиками з розроблення ефективних композиційних систем і технологій їх використання в різноманітних напрямках людської діяльності, аналізувати їх результати та узагальнювати у вигляді наукових статей для провідних профільних журналів; готовність до розробки навчально-методичної документації для проведення навчального процесу.

## 2. СТРУКТУРА ТА ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 120 годин/4 кредити ECTS.

Модулі дисципліни і види занять.

№	Розділ дисципліни	Кількість кредитів ECTS	Обсяг навчальної роботи, год					Вид підсумкового контролю
			Загальний обсяг	Всього аудиторних	Лекції	Семінарські	Самостійна робота	
1	Поверхнево-активні речовини (ПАР) і дисперсні системи, майбутнє та сьогодення. Фундаментальні поняття і закономірності		31	6	6	-	25	
2	Синтез ПАР, властивості, одержання поверхнево-активних систем. Міцелоутворення, емульгування і стабілізація дисперсних систем.		89	24	16	8	65	
<b>Разом</b>		<b>4</b>	<b>120</b>	<b>30</b>	<b>22</b>	<b>8</b>	<b>90</b>	<b>Іспит</b>

Навчальна дисципліна містить два кредитні модулі:

**МОДУЛЬ 1. Поверхнево-активні речовини (ПАР) і дисперсні системи, майбутнє та сьогодення. Фундаментальні поняття і закономірності**

**Тема 1. Поверхнево-активні речовини (ПАР) і дисперсні системи, майбутнє та сьогодення. Нафтохімічна і відновлювальна сировина для виробництва ПАР в контексті сталого розвитку. Поверхнева активність. Поверхнево-активні речовини. Характеристика, класифікація, типи ПАР. Дисперсні системи: класифікація та способи одержання. Відновлювальні рослинні і тваринні продукти олеохімічного виробництва. Розроблення схеми безвідходного виробництва олеохімічних матеріалів різного технологічного призначення на основі олієжирової сировини та побічних продуктів від їх виробництва.**

## **Тема 2. Промислові та препаративні методи синтезу ПАР.**

Промислові та препаративні методи синтезу ПАР на базі нафтохімічної та олеохімічної сировини, їх загальні й відмінні характеристики, а також технологічні, економічні та екологічні переваги. Синтез сировини для виробництва ПАР: жирні кислоти, аміни, спирти, низькомолекулярні аміни, олефіни, алкілбензоли, алкілфеноли, вуглеводи, оксиди алкенів, матеріали на основі кремнію, а також олії, тваринні жири і фосфоліпіди та їх численні похідні.

**Тема 3. Поверхневі явища і поверхнево-активні речовини та зв'язані з ними фундаментальні поняття і закономірності.** Загальна характеристика поверхні. Поверхневий натяг. Ліофільність і ліофобність. Класифікація поверхневих явищ. Термодинамічні функції поверхневого натягу. Повна поверхнева енергія. Парахор. Правило Антонова. Капілярний тиск. Формула Лапласа. Змочування і розтікання. Крайовий кут змочування. Флотация. Термодинамічна реакційна здатність і дисперсність.

**МОДУЛЬ 2. Синтез ПАР, властивості, одержання поверхнево-активних систем. Міцелоутворення, емульгування і стабілізація дисперсних систем.**

**Тема 4. Вихідна сировина і синтез ПАР.** Сировинні ресурси для синтезу ПАР нафтохімічного і органічного синтезу. Неіоногенні ПАР: алкоксилати, алканоламідиди, складні естери жирних кислот і сорбіту, ПАР на основі цукрів, алкілглюкоамідиди. Аніонні ПАР: солі карбонових кислот, карбоксильовані етоксилати, алкілбензолсульфонати, альфа-олефінсульфонати, алкансульфонати, алкілнафталінсульфонати, сульфоровані складні естери жирних кислот, сульфосукцинати, складні естери фосфорної кислоти, сульфати і естеросульфати. Катионні ПАР: четвертинні ПАР, амінооксидиди. Амфотерні ПАР. ПАР на основі кремнію. Фтормісні ПАР.

**Тема 5. Властивості ПАР у розчинах і дисперсних системах. Міцелоутворення і адсорбція ПАР.** Колоїдно-хімічні властивості ПАР у розчинах і дисперсних системах. Міцелоутворення ПАР. Прямі і зворотні міцели. Термодинаміка міцелоутворення ПАР. Будова і структура міцел ПАР. Поліморфізм міцел. Явища солубілізації, зв'язування і міцелярного каталізу. Адсорбція ПАР. Основні поняття та визначення. Теорія мономолекулярної адсорбції Ленгмюра. Рівняння адсорбції Фрейндліха. Теорія полімолекулярної адсорбції Поляни. Фундаментальне рівняння адсорбції Гіббса.

Рівняння Шишковського. Молекулярна адсорбція. Іонна адсорбція. Іонообмінна адсорбція.

**Тема 6. Емульгування і стабілізація дисперсних систем у зв'язку з природою і будовою ПАР, вплив зовнішніх чинників.** Емульгування. Флокуляція. Коалесценція. Відстоювання (розшарування). Емульсійна полімеризація. Солюбілізація міцел. Гідрофільних-ліпофільний баланс ПАР. Залежність типу і стійкості дисперсних систем від співвідношення водної та вуглеводневої фаз. Вплив ПАР, співПАР, мінеральних солей, додатків на властивості та стабільність дисперсних систем.

**Тема 7. Створення міцелярних і мікроемульсійних систем та синтез в них нанодисперсних речовин.** Мікроемульсії на основі іоногенних ПАР – вплив емульгаторів-стабілізаторів на тип і стійкість емульсійних систем в широкому діапазоні співвідношень водної і олійної фаз. Мікроемульсійні системи на основі алканоламідів та продуктів оксиетилювання кислот олій. Дослідження впливу гідрофільно-ліпофільного балансу неіоногенних емульгаторів-стабілізаторів, температури, мінералізації та природи олійної фази на тип і стійкість мікроемульсій. Солюбілізація реагентів в міцелярних розчинах та її вплив на швидкість і рівновагу хімічних реакцій. Кінетичні закономірності перебігу реакцій в мікроемульсіях за участі водорозчинних іонних та молекулярних газоподібних реагентів. Синтез ультрадисперсних речовин в інвертних мікроемульсіях та дослідження їх властивостей.

**Тема 8. Критична концентрація міцелоутворення і міжфазний натяг.** Різновиди ПАР і значення їх ККМ. Вимірювання ККМ. ККМ гомологічних рядів. Вплив сольового ефекту на ККМ. Поверхневий і міжфазний натяг, методи їх вимірювання. Розчинність ПАР: точка Крафта, точка помутніння.

**Тема 9. Особливості розробки поверхнево-активних систем на основі відновлювальної рослинної сировини та колоїдно-хімічні важелі керування їх властивостями.** Аналіз шляхів і методів синтезу ПАР на основі відновлювальної рослинної сировини. Базові склади і приготування екологічно безпечних поверхнево-активних систем. Властивості дисперсних систем на основі продуктів перетворення олій і фосфатидів та важелі керування ними. Залежність стійкості емульсій від співвідношення вищих жирних кислот олій з етанолaminaми. Вплив природи і концентрації ПАР на властивості і стійкість інвертних емульсій. Залежність колоїдно-хімічних властивостей емульсій від співвідношення фаз “вода/вуглеводень”.

**Тема 10. Синтез, властивості і використання ПАР, створення поверхнево-активних систем та їх застосування в побуті і народному господарстві.** Узагальнення експериментальних даних та результатів теоретичних досліджень в області синтезу речовин і матеріалів шляхом



хімічних перетворень у колоїдних системах. Синтез ПАР з вираженими кислотними чи основними властивостями та створення з їх використанням міцелярних і мікроемульсійних систем. Дослідження міцелярно-каталітичної активності синтезованих ПАР в реакціях трансформації біоліпідів та продуктів їх хімічного перетворення. Мікроемульсійний синтез ультрадисперсних речовин та дослідження їх каталітичного впливу в реакціях алкоголізу біоліпідів і естерифікації вищих жирних кислот. Розроблення нових композиційних систем на основі олеохімічних ПАР і ультрадисперсних речовин, визначення їх властивостей та галузей використання.

### 3. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Холмберг К. Поверхностно-активные вещества и полимеры в водных растворах [Электронный ресурс] / К. Холмберг, Б. Йёнссон, Б. Кронберг, Б. Линдман ; пер. с англ. — 3-е изд. (эл.). — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015 — 535 с.
2. Ланге К.Р. Поверхностно-активные вещества: синтез, свойства, анализ, применение /К.Р. Ланге; поднауч. ред. Л.П. Зайченко. — СПб.: Профессия.– 2007. — 240 с.
3. Миттел К. Мицеллообразование, солубилизация и микроэмульсии. – М.: Мир, 1980. – 598 с.
4. Абрамзон А. А., Гаевой Г. М. (ред.) Поверхностно-активные вещества. — Л.: Химия, 1979. — 376 с.
5. Абрамзон А. А. Поверхностно-активные вещества. Свойства и применение, 2 изд., Л.: Химия, 1981.
6. Плетнев М. Ю. (ред.) Поверхностно-активные вещества и композиции. Справочник. — М.: ИД "Косметика и медицина", 2002. — 752 с.
7. Шварц А., Перри Дж., Берч Дж., Поверхностноактивные вещества и моющие средства, пер. с англ., М.:Мир, 1960.
8. Таубман А.Б., Маркина З.Н. Физико-химические основы применения поверхностно-активных веществ, Ташкент, 1977.
9. Адамсон А. Физическая химия поверхностей. М., Мир, 1979.
10. Практикум по технологии косметических средств. Коллоидная химия поверхностно-активных веществ и полимеров. Ред. В. Кима и А.С. Гродского. М., Изд-во Топ-книга, 2003.
11. Ребиндер П. А. Избранные труды. Поверхностные явления в дисперсных системах. Физико-химическая механика дисперсных систем. М., 1979.
12. Сумм Б. Д., Горюнов Ю. В. Физико-химические основы смачивания и растекания. М.:Химия, 1976
13. Зимон А. Д. Адгезия жидкости и смачивание.-М.: Химия,1974.

14. Волков В. А. Поверхностно-активные вещества. Синтез и свойства. - М., 1989.
15. Поп Г.С. Оливорозчинні емульгатори-стабілізатори на базі вищих жирних кислот олій для нафтогазової галузі (Огляд)/ Г.С. Поп, Ю.С. Бодачівський, О.Є. Донець//Нафтогазова галузь України.–2014, №5.– С.32-38.
16. Поп Г.С., Бодачівська Л.Ю. Синтез і властивості поверхнево-активних речовин на базі вищих жирних кислот і продуктів їх хімічної трансформації (Огляд)// Катализ и нефтехимия. – 2012, №20.- С.22-34.
17. Паниди И.С., Толстых Л.И., Трофимов В.А. Химическая технология органических веществ. Ч.2. Химия и технология производства поверхностно-активных веществ. Лабораторный практикум. – М.: РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина, 2010. – 78 с.
18. Инструментальные методы анализа функциональных групп органических соединений, пер. с англ., М.: Мир, 1974, 232 с.
19. Петров Н. А. Синтез анионных и катионных ПАВ для применения в нефтяной промышленности / Н.А Петров, В.М. Юрьев, А.И. Хисаева: Учеб. пособие/ УГНТУ. – Уфа, 2008. – 54 с.

#### **Додаткова література**

1. Фролов Ю.Г. "Курс коллоидной химии: Поверхностные явления и дисперсные системы" М.:Химия.– 2004, 3-е изд., 465 с.
2. Фридрихсберг Д.А. "Курс коллоидной химии" Л.:Химия 1984, 2-е изд., 369 с.
3. Балезин С.А., Ерофеев Е.Е., Подобаев Н.И. Основы физической и коллоидной химии: Учеб. пособ. для студ. биол.-хим. фак. пед. ин-тов – М.: Просвещение, 1975. – 398 с.
4. Воюцкий С.С. Курс коллоидной химии. – М.: Химия, 1975. – 512 с.
5. Усков І.О. Колоїдна хімія з основами фізичних хімії високомолекулярних сполук: Підручник/ І.О.Усков, Б.В.Єременко, С.С.Пельшенко, В.В.Нижник. – К.: Вища шк., 1995. – 142 с.
6. Овчаренко Ф.Д. Світ непомічених гігантів (колоїди)/ Ф.Д.Овчаренко, О.Л.Алексеев. – К.: Рад. шк., 1981. – 102 с.
7. Зимон А.Д., Лещенко Н.Ф. Коллоидная химия. М.: Агар, 2001.
8. Сафиева Р.З. Физико химия нефти. Физико-химические основы технологии переработки нефти. М.: Химия, 1998, – 448 с.
9. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии. – СПб: Химия, С.-Петербургское отделение, 1995.
10. Щукин Е.Д., Перцов А.В., Амелина Е.А. Коллоидная химия. – М.: Высшая школа, 1992.
11. Гельфман М.И., Ковалевич И.В., Юстратов В.П. Коллоидная химия. СПб.: Изд-во «Лань», 2003.
12. Лабораторные работы и задачи по коллоидной химии. Ред. Ю.Г. Фролова и А.С. Гродского, М., Химия, 1986.

13. Назаров В.В. Практикум и задачник по коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы: уч. Пос. для вузов. - М:ИКЦ «Академкнига», 2007.
14. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение: Справочник /Подред.В.М. Школьников – М.: Техинформ, 1999.–596 с.
15. Нанотехнологии. Азбука для всех. Под ред. акад. Ю.Д.Третьякова. М.: Физматлит, 2008.
16. Ратнер М., Ратнер Д. Нанотехнология. Простоеобъяснение очередной гениальной идеи. М.: Вильямс, 2007.
17. Лалаянц И.Э. Нанохимия. Химия (ИД «Первоесентября»), 2002, № 46, с.1
18. Раков Э.Г. Химия и нанотехнология: две точки зрения. Химия (ИД «Первоесентября»), 2004, № 36, с. 29.
19. Рыбалкина М. Нанотехнологии для всех. М., 2005.

#### **4. ФОРМА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ УСПІШНОСТІ НАВЧАННЯ: Іспит.**

#### **5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ УСПІШНОСТІ НАВЧАННЯ:**

Діагностика успішності навчання аспірантів під час проведення лекційних занять:

- виконання контрольних робіт;
- усне опитування.

Діагностика успішності навчання аспірантів під час проведення практичних занять:

- усне опитування;
- участь в обговоренні дискусійних питань.

Діагностика успішності навчання аспірантів під час виконання індивідуальних завдань:

- усні доповіді або усне опитування.