

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

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

Вченою радою

Інституту біоорганічної хімії та  
нафтохімії НАН України

протокол № 8

від « 26 » 09 20 17 року

Голова Вченої ради

Інституту біоорганічної хімії та  
нафтохімії НАН України

чл. кор. НАН України



*A.I. Vovk* А.І. Вовк

**ПРОГРАМА**

**навчальної дисципліни**

**“МОНОМЕРИ ТА ПОЛІМЕРИ В ОРГАНІЧНОМУ ТА  
НАФТОХІМІЧНОМУ СИНТЕЗІ”**

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

Київ -2017 р.

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ:

Завідувач відділу ІБОНХ НАН України, доктор хімічних наук,  
професор Пуд О. А.

Програму затверджено на засіданні Вченої ради  
Інституту біоорганічної хімії та нафтохімії НАН України  
протокол № 1  
від « 26 » 09 2017 року

Вчений секретар



Попільніченко С.В.

## ВСТУП

Програму обов'язкової навчальної дисципліни **“Мономери та полімери в органічному та нафтохімічному синтезі”** складено відповідно до освітньо-професійної програми підготовки **“доктор філософії”** в галузі природничих наук спеціальності **102 – “Хімія”**.

**Предметом** вивчення навчальної дисципліни є сучасні положення з хімії мономерів і полімерів у контексті нафтохімії та вуглехімії як джерел новітніх поліфункціональних, зокрема електропровідних, матеріалів, придатних до різноманітних високотехнологічних застосувань, зокрема таких як активних компонентів у сенсорних пристроях для контролю складу навколишнього середовища та аналізу шкідливих і біологічно активних сполук, композитних матеріалах для антистатичного та електромагнітного захисту, очистки водних розчинів, нових джерелах відновлюваної енергії, тощо.

**Міждисциплінарні зв'язки:** Навчальна дисципліна **“Мономери та полімери в органічному та нафтохімічному синтезі”** згідно з навчальним планом належить до циклу дисциплін професійної підготовки, яка викладається на 2 курсі аспірантури. Базою для вивчення дисципліни **“Мономери та полімери в органічному та нафтохімічному синтезі”** є курси **“Нафтохімічний синтез”** **“Органічна хімія”**, **“Хімія високомолекулярних спорлук”**, **“Колоїдна хімія”**, **“Будова речовини”**, **“Фізичні методи дослідження”**, які вивчаються при підготовці більшості напрямів підготовки бакалавра, спеціаліста та магістра спеціальності **“Хімія”**. Хоча курс **“Мономери та полімери в органічному та нафтохімічному синтезі”** відноситься до вибіркового курсу спеціалізації **“Нафтохімія та вуглехімія”**, для його ефективного сприйняття будуть корисними знання та вміння, набуті аспірантами з курсу **“Фізико-хімічні методи доведення будови органічних речовин”**.

Матеріал курсу слугує теоретичною основою для формування умінь та навичок, необхідних для ефективною дослідницької роботи, формування

цілісного уявлення про взаємозв'язок між хімічною будовою молекул та їхніми електронними та фізико-хімічними властивостями, аналізу прикладних аспектів в галузі нафтохімії і вуглехімії з застосуванням теоретичних основ для розв'язання практичних задач.

## **1. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

### **1.1. Мета навчальної дисципліни:**

нагадати слухачам загальні положення з хімії мономерів і полімерів, та, на базі цього розглянути їх сучасні аспекти у контексті нафтохімії та вуглехімії як джерел новітніх поліфункціональних, зокрема електропровідних, матеріалів, придатних до різноманітних високотехнологічних застосувань, зокрема таких як активних компонентів у сенсорних пристроях для контролю складу навколишнього середовища та аналізу шкідливих і біологічно активних сполук, композитних матеріалах для антистатичного та електромагнітного захисту, очистки водних розчинів, нових джерелах відновлюваної енергії, тощо

### **1.2. Основні завдання навчальної дисципліни:**

- Формування цілісного уявлення про вплив хімічної будови таких продуктів нафтохімії та вуглехімії як мономерів та полімерів на їх властивості та цільові застосування у сучасних високотехнологічних галузях.
- Дати розуміння взаємозв'язків властивостей, структури, морфології та стабільності полімерів, зокрема спряжених полімерів і матеріалів на їх основі, а також їх залежностей від умов синтезу та експлуатації.
- Навчати сучасним підходам до постановки і проведення практичних досліджень властивостей, структури, морфології та стабільності полімерів, зокрема спряжених полімерів і матеріалів на їх основі.
- Сприяти розширенню професійного світогляду, підвищенню загальної освіченості та культури фахівця зі спеціальності 102 – «Хімія».

Аспірант з даної дисципліни повинен мати фундаментальні уявлення з нафтохімії та вуглехімії, хімії та фізичної хімії мономерів та полімерів, зокрема спряжених полімерів та матеріалів на їх основі.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми аспіранти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання:

***Знати:***

- Властивості мономерів, полімерів, особливості їх синтезу та зв'язок з нафтохімією і вуглехімією. Концептуальні підходи до цільового синтезу таких матеріалів.
- Навіщо використовувати матеріали на основі полімерів. Їх переваги перед іншими матеріалами. Їх недоліки.
- Особливості та «підводні камені» функціонування полімерів зі спеціальними властивостями, зокрема спряжених полімерів, у різному стані (допованому і недопованому).
- Роль природи і будови полімерів у різних застосуваннях.
- Методи синтезу, властивості і застосування мономерів і полімерів на їх основі; сучасні фізико-хімічні методи дослідження властивостей мономерів та полімерів; вплив функціональних груп на властивості полімерів.

***Вміти:***

- Формулювати на сучасному рівні наукову проблему за темою дисертації та робочі задачі і гіпотези досліджуваної проблеми.
- Планувати оригінальні дослідження.
- Розв'язувати проблеми та задачі, що виникають в процесі досліджень.
- Застосовувати отримані знання у реальних ситуаціях.
- Використовувати сучасні фізико-хімічні методи досліджень.

- Знаходити підтвердження отриманих результатів незалежними методами.

***Мати навички:***

- Аналітичної роботи з науковою літературою не тільки з теми дисертації, але й з суміжних областей.
- Перспективного та короткочасного планування роботи.
- Проведення експериментів з аналізом отриманих результатів.
- Коригування експериментальних планів в разі отримання негативних результатів.
- Співставлення результатів отриманих різними методами. Знаходити їх пояснення.
- Формування шарів електропровідних полімерів на частинках різного розміру та плоских поверхнях різними методами.
- Практичного застосування отриманих знань.

В рамках даної дисципліни поглиблюються і розвиваються такі компетенції:

❖ ***Універсальні компетенції:***

Здатність проектувати і здійснювати комплексні дослідження, в тому числі міждисциплінарні, на основі цілісного системного наукового світогляду з використанням знань з різних областей.

❖ ***Загальнопрофесійні компетенції:***

Здатність самостійно здійснювати науково-дослідницьку діяльність в нафтохімії та вуглехімії з використанням сучасних методів дослідження та інформаційно-комунікаційних технологій.

❖ ***Професійні компетенції:***

здатність організувати проведення експериментів і випробувань, проводити їх обробку, аналізувати їх результати та узагальнювати у вигляді

наукових статей для провідних профільних журналів; готовність до розробки навчально-методичної документації; уміння представляти отримані результати у доповідях на міжнародних конференціях, професійно проводити наукові дискусії з колегами, тощо.

## 2. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

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

Модулі дисципліни і види занять.

№	Модулі дисципліни	Кількість кредитів ECTS	Обсяг навчальної роботи (в годинах)						Вид підсумкового контролю
			загальний обсяг	всього аудиторних	лекції	практичні	семінари	Самостійна робота	
1.	Вступ, загальні положення з хімії мономерів і полімерів. Мономерні продукти нафтохімії, вуглехімії, органічного та нафтохімічного синтезу, зокрема гетероциклічні мономерні. Їх хімічні та фізичні властивості, застосування.	1	30	8	6	-	2	22	
2.	Особливості синтезу полімерів різної будови, зокрема спряжених полімерів. Хімічні перетворення полімерів.	1	30	8	6	-	2	22	
3.	Специфічні фізичні властивості полімерних продуктів, зокрема спряжених полімерів, органічного та нафтохімічного синтезу та їх будова.	1	30	6	4	-	2	24	
4.	Спряжені полімери у різних станах (допованому або недопованому). Композиційні матеріали, що містять електропровідні компоненти. Фізичні, фізико-хімічні та електрохімічні методи дослідження таких матеріалів.	1	30	8	6	-	2	22	
<b>Разом</b>		<b>4</b>	<b>120</b>	<b>30</b>	<b>22</b>	<b>-</b>	<b>8</b>	<b>90</b>	<b>Екзамен</b>



Навчальна дисципліна містить чотири модулі:

**МОДУЛЬ 1. ВСТУП, ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ З ХІМІЇ МОНОМЕРІВ І ПОЛІМЕРІВ. МОНОМЕРНІ ПРОДУКТИ НАФТОХІМІЇ, ВУГЛЕХІМІЇ, ОРГАНІЧНОГО ТА НАФТОХІМІЧНОГО СИНТЕЗУ ЗОКРЕМА ГЕТЕРОЦИКЛІЧНІ МОНОМЕРИ. ЇХ ХІМІЧНІ ТА ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ, ЗАСТОСУВАННЯ.**

*Тема 1.* Історія мономерів і полімерів. Полімерні продукти органічного та нафтохімічного синтезу. Основні поняття мономер, олігомер, полімер, елементарна ланка, ступінь полімеризації та молекулярна маса. Мономерні продукти нафтохімії, органічного та нафтохімічного синтезу. Види та класифікація мономерів (алкени, ароматичні сполуки, зокрема, похідні аніліну, гетероциклічних ароматичних сполук тіофену, піролу та ін.), способи виділення мономерів з продуктів нафтохімії та вуглехімії. Органічний синтез мономерів для отримання поліолефінів, їх галогенованих похідних, електропровідних та реакційноздатних полімерів.

*Тема 2.* Властивості і класифікація полімерів. Полідисперсність полімерів. Молекулярно-масовий розподіл. Полімер гомологи та полімер аналоги. Ізомерія в полімерах. Стереорегулярні полімери. Кополімери: статистичні, альтернативні, прищеплені та блок-кополімери. Національна та міжнародна номенклатура полімерів. Класифікація полімерів: за методами синтезу, за будовою основного ланцюга (карболанцюгові та гетероланцюгові), за електрофізичними властивостями (діелектричні, напівпровідникові, електропровідні), за призначенням (термопласти, еластомери, волокна, покриття, фотоактивні матеріали, сенсорні матеріали та ін.).

*Тема 3.* Загальні хімічні та фізичні властивості і застосування мономерів та полімерів. Реакційна здатність.

**МОДУЛЬ 2. ОСОБЛИВОСТІ СИНТЕЗУ ПОЛІМЕРІВ РІЗНОЇ БУДОВИ, ЗОКРЕМА СПРЯЖЕНИХ ПОЛІМЕРІВ. ХІМІЧНІ ПЕРЕТВОРЕННЯ ПОЛІМЕРІВ.**

*Тема 4.* Механізми ініціювання полімеризації (радикальний, катіонний, аніонний, електрохімічний). Види та отримання полімерних продуктів нафтохімії та вуглехімії. Активні центри полімеризації. Залежність молекулярної маси та молекулярно-масового розподілу від кінетики та умов полімеризації. Поліетилени високого тиску. Блочний полістирол.

Поліметилметакрилат. Полівінілацетат. Поліакрилонітрил. Суспензійна полімеризація. Виробництво суспензійним способом полістиролу, полівінхлориду, фторопластів. Емульсійна полімеризація. Типові стабілізатори емульсій. Хімічна та електрохімічна окиснювальна полімеризація аніліну, піролу, тіофенових похідних. Вплив температури синтезу та наявності в полімеризаційному середовищі диспергованих часток на властивості синтезованих електропровідних полімерів і їх композитів. Відмінності. Кінетика. Методи виділення з реакційної суміші.

**Тема 5.** Поліконденсація мономерів. Визначення поліконденсації за Флорі та за Карозерсом. Мономери для поліконденсації. Функціональність мономерів. Гомополіконденсація та гетерополіконденсація. Залежність молекулярної маси полімеру при поліконденсації. Молекулярно-масовий розподіл та кінетика поліконденсації. Співвідношення концентрацій функціональних груп та молекулярна маса полімеру. Хімічні синтези з використанням металвмісних катализаторів полімеризації 2,5-дигалогенпохідних тіофенів та піролів (методи Ямамото, Кумада, Ріеке тощо). Регулярність ланцюгу отриманих полімерів.

**Тема 6.** Полімер аналогічні перетворення. Причини неповного перетворення функціональних груп. Реакційна здатність полімерів. Вплив стеричних факторів та ефекту поля сусідніх функціональних груп. Реакції деструкції та зшивання макромолекул. Деполімеризація по кінцевим групам макромолекули. Розпад макромолекул по закону випадку. Особливості деструкції в розчинах та твердому стані. Реакції зшивки макромолекул. Термоліз, фотоліз та радіоліз полімерів. Окиснювальна деструкція полімерів. Електрохімічна стабільність та деструкція полімерів. Стабілізатори полімерів.

### **МОДУЛЬ 3. Специфічні фізичні властивості полімерних продуктів, зокрема спряжених полімерів, органічного та нафтохімічного синтезу та їх будова.**

**Тема 7.** Поліелектроліти. Поведінка розчинів поліелектролітів у присутності низькомолекулярних солей та без них. Ізоелектрична точка. Іонообмінні смоли. Методи синтезу поліелектролітів та їх застосування. Полімерні напівпровідники та електропровідні полімери: поліфенілени, поліацетилени, політіофени, поліпіроли інші полімери з системою спряження. Синтез та застосування.

**Тема 8.** Тверді полімерні електроліти та композиційні матеріали. Механізм транспорту іонів у твердих електролітах Застосування твердих розчинів

солей в поліетиленоксиді або у поліфосфазенах. Полімерні композиційні матеріали.

#### **МОДУЛЬ 4. СПРЯЖЕНІ ПОЛІМЕРИ У РІЗНИХ СТАНАХ (ДОПОВАНОМУ АБО НЕДОПОВАНОМУ). ФІЗИЧНІ, ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ТА ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТАКИХ МАТЕРІАЛІВ.**

**Тема 9.** Властивості спряжених полімерів та допанти. Роль допantu та електропровідність спряжених полімерів. Типи допantів, принципи дедопування та допування. Вплив природи допantu на властивості таких полімерів.

**Тема 10.** Електропровідні композити, що містять доповані спряжені полімери та неорганічні наночастки або діелектричні полімери. Електропровідні композити вуглецевих та діелектричних матеріалів. Умови виготовлення та властивості.

**Тема 11.** Фізичні, фізико-хімічні та електрохімічні методи дослідження таких матеріалів. Методи визначення середніх молекулярних мас та молекулярно-масового розподілу. Електронна та ІЧ-спектроскопія полімерів. Дослідження донорно-акцепторних комплексів. Загальні уявлення про діелектричну релаксаційну спектроскопію полімерів. Термічний аналіз полімерів.

### 3. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

#### Базова:

1. Братичак М. М. Основи промислової нафтохімії. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2008. - 604 с.
2. Щур А.М. Высокомолекулярные соединения. –М.: Высшая школа, 1981, - 656 с.
3. Ерусалимский Б.Л., Любецкий С.Г. Процессы ионной полимеризации. - Л.: Химия, 1974. – 256 с.
4. Берлин Ал. Ал., Вольфсон С.А., Ениколопан Н.С. Кинетика полимеризационных процессов. –М.: Химия, 1978 – 320 с.
5. Иванчев С.С. Радикальная полимеризация. –Л.: Химия, 1985. –280 с.
6. Хэм Д. Сополимеризация. –М.: Химия, 1971. – 616 с.
7. Соколов Л.Б. Основы синтеза полимеров методом поликонденсации. – М.: Химия, 1979 – 263 с.
8. Платэ Н.А., Литманович А.Л., Ноа О.А. Макромолекулярные реакции. –М.: Химия, 1977 –256 с.
9. Шляпинтох В.Я. Фотохимические превращения и стабилизация полимеров. –М.: Химия, 1979 – 344 с.
10. Электрические свойства полимеров. /Под. Ред. Б.И.Сажина. –Л.: Химия, 1986. –224 с.
11. A. Pron, P. Ranou, Processible conjugated polymers: from organic semiconductors to organic metals and superconductors // Prog. Polym. Sci., 2002, v.27, P. 135.
12. H.S. Nalwa, Handbook of organic conductive molecules and polymer. - Wiley, 1997.

#### Допоміжна

13. Липатов Ю.С. Коллоидная химия полимеров. – Киев.: Наукова думка, 1984. – 343 с.
14. Мельников В.С. Фотопроводимость полимеров. –К.: Химия, 1990. –240 с.

15. Барашков Н.Н., Гитлер О.А. Флуоресцирующие полимеры. –М.: Химия, 1987 – 224 с.
16. Сыромятников В.Г., Паскаль Л.П., Машкин О.А. Полимерные электролиты для литиевых источников тока. // Успехи химии, 1995. т. 64 №3.С.265.
17. E.T. Kang, K.G. Neoh, K.L. Tan, Polyaniline: a polymer with many interesting intrinsic redox states // Prog. Polym. Sci., 1998, v.23, P.277.
18. A. Pud, N. Ogurtsov, A. Korzhenko, G. Shapoval, Some aspects of preparation methods and properties of polyaniline blends and composites with organic polymers // Prog. Polym. Sci. 2003, v.28, P.1701.

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

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

Діагностика успішності навчання аспірантів під час проведення лекційних занять:

- відповіді за питаннями лекційного курсу;
- усні завдання.

Діагностика успішності навчання аспірантів під час проведення семінарських та індивідуальних занять:

- усне опитування;
- участь в обговоренні дискусійних питань.