

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

Навчально-науковий  
Інститут високих технологій  
Кафедра супрамолекулярної хімії

«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
Заступник директора  
з науково-педагогічної роботи  
Галина ГРАБЧУК  
« 04 » березня 2021 року  
Грещак О.В.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ПОЛІМЕРИ І КОЛОЇДИ**  
для студентів

галузь знань 09 « Біологія »  
спеціальність 091 « Біологія »  
освітній рівень Бакалавр  
освітня програма « Біологія (високі технології) »  
вид дисципліни вибіркова

Форма навчання	<u>денна</u>
Навчальний рік	2021/2022
Семестр	8
Кількість кредитів ECTS	5
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	екзамен

Викладач: Булавко Геннадій Володимирович, доцент кафедри  
супрамолекулярної хімії

Пролонговано: на 20 /20 н.р. ( ) « » 20 р.  
(підпис, ПІБ, дата)

на 20 /20 н.р. ( ) « » 20 р.  
(підпис, ПІБ, дата)

**КИЇВ – 2021**

Розробник: Булавко Геннадій Володимирович., к.х.н., доцент кафедри супрамолекулярної хімії

ЗАТВЕРДЖЕНО

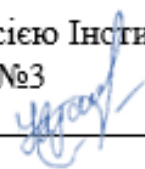
Зав. кафедри супрамолекулярної хімії

 (Рябухін С.В.)

Протокол №7 від «25» лютого 2021р.

Схвалено науково - методичною комісією Інституту високих технологій

Протокол від «05» березня 2021 року №3

Голова науково-методичної комісії  (Русінчук Н.М.)

## ВСТУП

**1. Мета дисципліни.** Метою викладання дисципліни є вивчення хімії полімерів, методів синтезу полімерів, особливостей їх фізико-хімічних властивостей; вивчення методів створення полімерних композиційних матеріалів і розгляд основних сфер їх застосування.

**2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:** В результаті вивчення попередніх навчальних дисциплін у студента мають бути елементарні знання з органічної хімії, вміння писати структурні формули органічних сполук, знання хімічних властивостей основних класів органічних сполук. Студенти мають знати:

1. терміни, поняття і визначення, що використовуються в органічній хімії
2. Класифікацію, номенклатуру і основні типи органічних сполук
3. Методи, механізми і способи синтезу найбільш поширених класів органічних сполук
4. Властивості розчинів, способи вираження концентрації розчинів, колігативні властивості розчинів.

**3. Анотація навчальної дисципліни.** Питання що розглядаються в курсі «Полімери і колоїди» включають в себе наступні аспекти: полімерні речовини як приклад переходу кількісних змін в якісні, основні класи полімерів, поняття молекулярної маси полімерів, класифікація полімерів за їх хімічною будовою, основні способи синтезу полімерів, особливості фізико-хімічної поведінки полімерних макромолекул, надмолекулярна структура полімерів, особливості розчинів та сумішей полімерів, макромолекулярні реакції, супряжені полімери – як особливий клас полімерів, їх електронна будова та сфери застосування.

#### **4. Завдання (навчальні цілі):**

*Навчання дисципліні має на меті розвинути у студентів такі загальні та фахові компетентності:*

*ЗК03. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.*

*ЗК04. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.*

*ЗК05. Здатність спілкуватися державною мовою як усно так і письмово.*

*ЗК07. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.*

*ЗК08. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.*

*СК01. Здатність застосовувати знання та вміння з математики, фізики, хімії та інших суміжних наук для вирішення конкретних біологічних завдань.*

*СК04. Здатність здійснювати збір, реєстрацію і аналіз даних за допомогою відповідних методів і технологічних засобів у польових і лабораторних умовах.*

*СК05. Здатність до критичного осмислення новітніх розробок у галузі біології і професійній діяльності.*

*СК12. Здатність використовувати та модифікувати сучасні біотехнології для вирішення актуальних біологічних проблем.*

*ПР06. Застосовувати моделі, методи і дані фізики, хімії, екології, математики у процесі навчання та забезпечення професійної діяльності.*

*ПР08. Знати та розуміти основні терміни, концепції, теорії і закони в галузі біологічних наук і на межі предметних галузей.*

*ПР11. Розуміти структурну організацію біологічних систем на молекулярному рівні.*

*ПР12. Демонструвати знання будови, процесів життєдіяльності та функцій живих організмів, розуміти механізми регуляції фізіологічних функцій для підтримання гомеостазу біологічних систем.*

ПР19. Застосовувати у практичній діяльності методи визначення структурних та функціональних характеристик біологічних систем на різних рівнях організації.

ПР24. Аналізувати фізико-хімічні властивості та функціональну роль біологічних макромолекул і молекулярних комплексів живих організмів, характер взаємодії їх з іонами, молекулами і радикалами, їхню будову й енергетику процесів.

ПР26. Застосовувати та модифікувати сучасні біотехнології для вирішення актуальних біологічних проблем.

## 5. Результати навчання за дисципліною

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Форми і методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код				
1. Знати	1.1. терміни, поняття і визначення, що використовуються в хімії і фізико-хімії полімерів;	Лекція, лабораторні заняття, самостійна робота студентів	Письмове опитування	50 %
	1.2. класифікацію, номенклатуру і основні типи полімерів;			
	1.3. методи, механізми і способи синтезу найбільш поширених полімерів;			
	1.4. вплив термодинамічних і кінетичних факторів на процеси формування полімерних макромолекул;			
	1.5. основні шляхи і способи хімічних перетворень полімерів;			
	1.6. особливості фізико-хімічних властивостей полімерів, їх сумішей і розчинів;			
	1.7. особливості електронної будови супречених полімерів, основні класи супречених полімерів, методи їх синтезу та сфери застосування.			
2. Вміти	2.1. Розраховувати молекулярну масу полімерів, класифікувати полімери за їх хімічною будовою, записувати хімічні формули полімерів; називати полімери за хімічною номенклатурою, записувати хімічні рівняння їх синтезу;	Письмове опитування	50 %	
	2.2. називати полімери за хімічною номенклатурою, записувати хімічні рівняння їх синтезу;			
	2.3. записувати постадійні схеми процесів, що відбуваються при радикальній полімеризації, радикальній кополімеризації та поліконденсації;			
	2.4. записувати кінетичні рівняння швидкості різних стадій процесів радикальної полімеризації, кополімеризації та поліконденсації;			

2.5. прогнозувати фізико-хімічні властивості полімерів, виходячи з їх хімічної будови, молекулярної маси та способу одержання, записувати хімічні рівняння макромолекулярних реакцій (полімераналогічних перетворень, термодеструкції, фотодеструкції, вулканізації, термоокиснювальної деструкції);			
--	--	--	--

**6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання (необов'язково для вибіркових дисциплін які не входять до блоків спеціалізації)**

<b>Результати навчання дисципліни</b> <b>Програмні результати навчання</b>	<b>1.1</b>	<b>1.2</b>	<b>1.3</b>	<b>1.4</b>	<b>1.5</b>	<b>2.1</b>	<b>2.2</b>	<b>2.3</b>	<b>2.4</b>	<b>2.5</b>
<i>ПР06. Застосовувати моделі, методи і дані фізики, хімії, екології, математики у процесі навчання та забезпечення професійної діяльності.</i>	+		+	+	+					
<i>ПР08. Знати та розуміти основні терміни, концепції, теорії і закони в галузі біологічних наук і на межі предметних галузей.</i>	+	+	+	+	+			+		
<i>ПР11. Розуміти структурну організацію біологічних систем на молекулярному рівні.</i>		+		+	+	+	+			
<i>ПР12. Демонструвати знання будови, процесів життєдіяльності та функцій живих організмів, розуміти механізми регуляції фізіологічних функцій для підтримання гомеостазу біологічних систем.</i>	+		+				+			+
<i>ПР19. Застосовувати у практичній діяльності методи визначення структурних та функціональних характеристик біологічних систем на різних рівнях організації.</i>		+		+					+	+
<i>ПР24. Аналізувати фізико-хімічні властивості та функціональну роль біологічних макромолекул і молекулярних комплексів живих організмів, характер взаємодії їх з іонами, молекулами і радикалами, їхню будову й енергетику процесів.</i>	+	+		+		+			+	
<i>ПР26. Застосовувати та модифікувати сучасні біотехнології для вирішення актуальних біологічних проблем.</i>			+				+			+

## 7. Схема формування оцінки

### 7.1. Форми оцінювання студентів:

Контроль знань здійснюється за модульно-рейтинговою системою, яка складається із 2 змістових модулів. Система оцінювання знань включає поточний, модульний та семестровий контроль знань. Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за 100-бальною шкалою. Форми поточного контролю: оцінювання лабораторних робіт і модульних контрольних робіт. Студент може отримати максимально 60 балів за виконання лабораторних робіт, самостійних завдань, усні відповіді, тести, доповнення на лабораторних заняттях (по 30 балів у кожному змістовому модулі). Модульний контроль: 2 модульні контрольні роботи (МКР). Підсумковий семестровий контроль проводиться у формі екзамену (40 балів). Екзаменаційний білет включає 1 теоретичне питання (10 балів) та 2 практичних завдання (по 15 балів кожне).

У випадку відсутності студента з поважних причин здійснюються відпрацювання та перездачі МКР.

*Оцінювання за формами контролю:*

	<b>ЗМ1</b>		<b>ЗМ2</b>		<b>екзамен</b>	
	<i>Min. 0 балів</i>	<i>Max. 30 балів</i>	<i>Min. 0 балів</i>	<i>Max. 30 балів</i>	<i>Min. 0 балів</i>	<i>Max. 40 балів</i>
Лабораторні роботи, усні відповіді і доповнення		10		10		
Модульна контрольна робота		20		20		

*Для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни оцінка за екзамен не може бути меншою 24 балів.*

*Студент не допускається до екзамену, якщо під час семестру набрав менше ніж 20 балів (рекомендований мінімум – 36 балів). Для студентів, які набрали сумарно меншу кількість балів ніж критично-розрахунковий мінімум для одержання екзамену/заліку обов'язкова перездача МКР.*

**7.2 Організація оцінювання:** Модульний контроль проводиться за графіком модульних контрольних робіт на практичних заняттях.

### 7.3 Шкала відповідності оцінок

<b>Відмінно / Excellent</b>	90-100
<b>Добре / Good</b>	75-89
<b>Задовільно / Satisfactory</b>	60-74
<b>Незадовільно / Fail</b>	0-59

**8. Структура навчальної дисципліни.**  
**Тематичний план лекцій і лабораторних занять**

Назви тем	Кількість годин		
	лекції	лабораторні	самостійна робота студента
<b>ЗМ1: Поняття про полімери та полімеризацію</b>			
<b>Тема 1. Вступ до хімії полімерів.</b> Спільне і відмінне у поняттях «полімер» і «високомолекулярна сполука». Від полімеру Берцеліуса до макромолекули Штаудінгера. Будова полімерів. Способи синтезу полімерів. Класифікація та номенклатура полімерів. Молекулярна маса, молекулярно-масовий розподіл та ступінь полімеризації полімерів.	2	2	6
<b>Тема 2. Радикальна полімеризація.</b> Характеристика вільних радикалів. Герерація радикалів - ініціювання полімеризації. Термічне ініціювання за відсутності ініціатора. Термічне ініціювання у присутності ініціаторів. Ініціювання у присутності окисно-відновних систем. Фотоініціювання. Ініціювання з перенесенням електрону. Реакції росту та обривання матеріального і кінетичного ланцюга макромолекул. Реакції обривання при радикальній полімеризації. Реакції передачі ланцюга макрорадикалом. Кінетика радикальної полімеризації. Способи дослідження кінетики радикальної полімеризації.	4	4	8
<b>Тема 3. Термодинаміка полімеризації. Способи проведення полімеризації.</b> Теплота та ентропія полімеризації. Рівновага полімеризація-деполімеризація. Полімеризація у масі. Полімеризація в розчині. Суспензійна полімеризація (бісерна). Емульсійна полімеризація. Полімеризація у газовій фазі. Полімеризація у твердій фазі.	2	4	8
<b>Тема 4. Радикальна кополімеризація.</b> Класифікація кополімерів. Бінарна кополімеризація. Рівняння складу кополімеру. Константи кополімеризації. Ідеальна і альтернантна кополімеризація. Визначення констант кополімеризації методами Майо-Льюїса і Фейнмана-Росса. Q – e схема Алфрея – Прайса. Терполімеризація. Радикальна теломеризація.	2	2	6
<b>Тема 5. Виробництво полімерів радикальною полімеризацією.</b> Поліетилен високого тиску (ПЕВТ). Кополімери етилену з вінілацетатом. Хлорований поліетилен. Полістирол. Будова, властивості і застосування полістиролу. Бутадієн-стирольний каучук. Виробництво АБС-пластиків. Полівінілхлорид (ПВХ). Будова, властивості, виробництво і застосування ПВХ. Фторопласти. Політетрафторетилен (тефлон): будова, властивості, переробка. Поліметилметакрилат (ПММА), виробництво органічного скла. Полівінілацетат та полівініловий спирт. Поліакрилонітрил. Виробництво вуглецевого волокна.	4	4	8
<b>МКР 1</b>	2	0	0
<b>ЗМ2: Поліконденсація і властивості полімерів</b>			
<b>Тема 6. Поліконденсація.</b> Поліконденсаційний процес синтезу полімерів. Мономери для поліконденсації та їх реакційна здатність. Поліконденсація з утворенням лінійних макромолекул. Кінетика поліконденсації. Рівняння Карозерса. Молекулярно-масовий розподіл у лінійній поліконденсації. Коефіцієнт нееквімолярності та його вплив на молекулярну масу поліконденсаційних полімерів. Рівноважна та	2	4	8

нерівноважна поліконденсація. Реакції обмеження росту ланцюга при поліконденсації. Тривимірна поліконденсація.			
<b>Тема 7. Макромолекулярні реакції.</b> Класифікація макромолекулярних реакцій. Полімераналогічні перетворення. Ефект сусіда. Конформаційний ефект. Конфігураційний ефект. Електростатичний ефект. Надмолекулярний ефект. Концентраційний ефект. Внутрішньомолекулярні реакції на прикладі піролізу поліакрилонітрилу. Реакції зшивання (вулканізації). Реакції отвердження епоксидних та фенол-формальдегідних смол. Реакції деполімеризації на прикладі поліметилметакрилату. Термічна деструкція поліметилакрилату. Термоокиснювальна деструкція полімерів. Фотодеструкція полімерів. Стабілізатори полімерів.	4	4	10
<b>Тема 8. Вступ до фізико-хімії полімерів.</b> Агрегатні і фазові стани речовини. Фазові переходи. Особливості впорядкованого стану полімерів. Кристалізація і склування полімерів. Фізичні стани аморфних полімерів. Термомеханічні криві аморфних і кристалічних полімерів. Відмінності між полімерами і олігомерами. Здатність полімерів до кристалізації. Механізм і кінетика кристалізації полімерів. Релаксаційні явища в полімерах. Релаксаційний характер процесу склування.	2	2	10
<b>Тема 9. Розчини полімерів.</b> Істинні розчини полімерів. Особливості розчинення полімерів. Набухання. Фактори, що визначають розчинення і набухання полімерів. Фазові рівноваги систем полімер-розчинник та полімер-полімер. Концентровані, напіврозведені і розведені розчини полімерів. В'язкість розчинів полімерів. Рівняння Марка-Куна-Хаувінка. Осмотичний тиск розчинів полімерів. Рівняння Колмогорова-Авраамі. Другий віріальний коефіцієнт та його фізичний зміст. Термодинамічна якість розчинника. Поняття про $\Theta$ -розчинник.	4	4	8
<b>Тема 10. Супряжені полімери.</b> Супряжені полімери як представники органічних напівпровідників. Провідність р- і n-типу. Поліацетилен, поліанілін, політіофен. «Синтетичні метали», історія їх відкриття. Особливості електронної будови супряжених полімерів і механізми виникнення провідності. Полі- <i>para</i> -феніленвінілен (PPV) та його розчинні похідні: МЕН-PPV, МДМО-PPV, CN-PPV. Застосування супряжених полімерів у органічній електроніці на прикладі органічної фотовольтаїки. Полі-3- <i>n</i> -гексилтіофен (РЗНТ) та його застосування. Поняття про вузькозонні полімери. Донорно-акцепторні кополімери та методи їх синтезу. Електронні спектри поглинання супряжених полімерів.	4	4	10
<b>МКР 2</b>	2	0	0
<b>Разом за ЗМ</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>82</b>

**Загальний обсяг 150 годин**, в тому числі:  
Самостійна робота студентів – 82 години  
Лекцій – 34 год, з яких  
Лабораторних робіт – 34 години



## **9. Рекомендовані джерела**

### **Базові**

1. Ю.П. Гетьманчук, М.М. Братичак – Хімія та технологія полімерів – Львів: Бескид Біт – 2006. – 496 с.
2. В.В. Нижник, Т.Ю. Нижник – Фізична хімія полімерів – Київ: Фітосоціоцентр – 2009. – 424 с.

### **Допоміжні**

3. Энциклопедия полимеров в 5-ти томах под ред. акад. В.А. Каргина – Москва: Советская Энциклопедия – 1972.
4. Г.В. Булавко, О.О. Іщенко – Органічні фотовольтаїчні структури – Київ: Наукова думка: – 2022 – 225 с.