

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**Навчально-науковий інститут високих технологій  
Кафедра супрамолекулярної хімії**

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**  
Заступник директора  
з науково-педагогічної роботи  
Галина ГРАБЧУК  
« 20 » березня 2021 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**ФІЗИЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ В ХІМІЇ**  
для студентів

галузь знань                    09    «Біологія»  
спеціальність                091   «Біологія»  
освітній рівень                Бакалавр  
освітньо-професійна  
програма                        «Біологія (високі технології)»  
спеціалізація                 «Нанотехнології в біології»  
вид дисципліни               Вибіркова

Форма навчання	<u>денна</u>
Навчальний рік	2021/2022
Семестр	7
Кількість кредитів ECTS	4
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	залік

Викладач: Гринь С.В., 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**

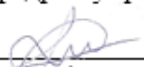
Розробники:

Комаров І.В., д.х.н, проєсор кафедри супрамолекулярної хімії

Гринь С.В., к.х.н., доцент кафедри супрамолекулярної хімії

ЗАТВЕРДЖЕНО

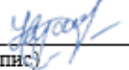
Зав. кафедри супрамолекулярної хімії

  
\_\_\_\_\_ (Рябухін С.В.)  
(підпис)

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.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## ВСТУП

**1. Мета дисципліни** – формування у майбутніх фахівців з високих технологій у біології уявлень про сучасні фізичні методи досліджень (а саме, спектроскопію в УФ та видимій області, інфрачервону спектроскопію, мас-спектрометрію та ядерний магнітний резонанс), принципи, які покладені в основу методів та їх застосування в біології та хімії для розв'язання завдань ідентифікації та кількісного аналізу речовин.

**2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни (за наявності):**

1. Успішне опанування курсів “Органічна хімія”, “Загальна та неорганічна хімія”, “Основи вищої математики”, “Електромагнетизм, коливання та хвилі”
2. Знання будови атомів, простих та складних неорганічних та органічних сполук та типів зв'язків між ними,
3. Володіти навичками логічного мислення.

**3. Анотація навчальної дисципліни:**

Мета курсу: дати студентам уявлення про принципи та можливості сучасних методів досліджень. Студент повинен зрозуміти природу фізичних явищ, покладених в основу методів та використовувати їх на практиці, для встановлення природи та будови речовини на основі даних фізичних методів аналізу (повна або часткова ідентифікація речовини в залежності від методу, кількісний аналіз). Курс покликаний формувати цілісну картину світу та взаємозв'язок між дисциплінами.

**4. Завдання (навчальні цілі):**

*Навчання дисципліні має на меті розвивати 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.*

**5. Результати навчання за дисципліною:** (описуються з детальною достовірністю для розробки заходів оцінювання)

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1.1	Знати основні принципи, що покладені в основу фізичних методів досліджень, можливості цих методів та сфери їхнього застосування	Лекція, лабораторне заняття, самостійна робота студентів	Тестові та модульні контрольні роботи	20%
1.2	Мати уявлення: про принципи роботи сучасних приладів, вимоги до пробопідготовки, чутливість окремих методів.	Лекція, лабораторне заняття, самостійна робота студентів	Тестові та модульні контрольні роботи	10%

2.1	Вміти застосовувати результати різних фізичних методів дослідження для аналізу речовин, встановлення їх будови та структури.	Лекція, лабораторне, заняття самостійна робота студентів, консультація	модульні контрольні роботи	50%
4.1	Вміти самостійно інтерпретувати результати спектральних досліджень речовини.	самостійна робота студентів	Тест, модульні контрольні роботи	20%
4.2	Обирати найбільш придатні для розв'язання поставленої задачі ( ідентифікація, встановлення кількості речовини тощо) методи	Лабораторне заняття, самостійна робота студентів		

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

Результати навчання дисципліни	Програмні результати навчання				
	1.1	1.2	2.1	4.1	4.2
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.			+	+	+

**7. Схема формування оцінки.**

**7.1 Форми оцінювання студентів**

**- семестрове оцінювання:**

1. Модульні контрольні роботи: РН 1.1-1.3, 4.1 - 30 балів/18 балів.
2. Виконання домашніх завдань та завдань на лабораторних: РН 2.1. – 30 балів/18 балів.
3. Встановлення будови органічної речовини за результатами її аналізу: РН 1.4,3.1 - 40 балів/24 бали.

Усього: 100 балів/60 балів.

**- підсумкове оцінювання: відсутнє**

Оцінювання	Min	Max
Семестрове оцінювання	60	100
<b>Всього</b>	<b>60</b>	<b>100</b>

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

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. Протягом семестру студенти пишуть 3 модульні письмові контрольні роботи. Одна- після завершення ЗМ1, друга- після завершення вивчення ЗМ2, третя- після завершення курсу на останній лекції. Також студенти мають виконати завдання з ідентифікації органічних речовин та представленими до розбору спектрами та

аргументувати вибір структури. Контрольні роботи спрямовані на визначення рівня знань студентами матеріалів лекцій за весь семестр. Модульна контрольна робота вважається складеною, якщо студент дав вірні відповіді на 60 %, в залежності від їх рівня складності. Студент має право протягом семестру переписати 1 контрольну роботу, якщо вона написана незадовільно.

Протягом семестру студенти виконують лабораторні роботи, за результатами чого готують письмові та усні звіти. Лабораторна робота вважається виконаною, якщо студент особисто провів необхідні експерименти (за наявності) та/або **розрахунки** та представив результати у вигляді протоколу. Також протягом лабораторних робіт студенти вчаться ідентифікувати органічні сполуки за результатами представлених спектральних даних.

Студент отримує залік лише за умови успішного виконання кожного з трьох оцінювань хоча б на мінімально можливий бал: написання модульних контрольних робіт, виконання лабораторних, представлення доповіді.

### 7.3 Шкала відповідності оцінок

### 7.3 Шкала відповідності оцінок

<b>Зараховано / Passed</b>	<b>60-100</b>
<b>Не зараховано / Fail</b>	<b>0-59</b>

## 8. Структура навчальної дисципліни.

### Тематичний план лекцій і практичних занять

№ п/п	Назва теми*	Кількість годин		
		лекції	лабораторні	Самостійна робота
<b><u>ЗМ1: Методи електронної та інфрачервоної спектроскопії</u></b>				
1	<b>Тема 1.</b> Характеристики електромагнітного випромінення: довжина хвилі, частота, енергія, спектральний діапазон, хвильове число. Поглинання та випромінення світла. Оптична густина, закон Бугера-Ламберта-Бера, умови його виконання.	2	0	8
2	<b>Тема 2.</b> Принцип методу UV-ViS спектроскопії. Електронні переходи: класифікація за типом та інтенсивністю. Молекули, що поглинають. Хромофори та ауксохроми та їх взаємний вплив. UV-VIS-фотометри та спектрофотометри. Застосування спектроскопії в УФ- та видимій області для кількісного та якісного аналізу. Типові органічні хромофори. Найбільш поширені неорганічні хромофори. <i>Спектри випромінювання</i> (емісійні спектри). Флуоресцентна спектроскопія. Принцип молекулярної флуоресценції. Взаємозв'язок між спектрами збудження та поглинання. Обладнання та практичне застосування. Флуоресцентні зонди	4	4	8
3	<b>Тема 3. ІЧ-спектроскопія.</b> Принцип методу. Обладнання та пробопідготовка для ІЧ-спектроскопії. Можливості методу, використання для кількісного та якісного аналізу. ІЧ-ФП-спектрометр. Спектри ППВВ та їх особливості. Інтерпретація ІЧ-спектрів. Основні принципи. Основні типи зв'язків в органічних молекулах та їх поглинання в ІЧ-спектрах. Характеристичні частоти функціональних груп у органічних молекулах. КР-спектроскопія.	6	2	8
	<i>Контрольна робота № 1</i>		x	
<b><u>ЗМ2: Мас-спектрометричні методи аналізу</u></b>				
4	<b>Тема 4.</b> Основи мас-спектрометрії. Методи іонізації: електронний удар, хімічна іонізація, електроспей, хімічна іонізація при атмосферному тиску, лазерна десорбція-іонізація. Типи мас-аналізаторів: магнітосекторний, йонна пастка, квадруполь, часопротітний. Тандемна мас-спектрометрія. Хроматографічні методи аналізу у поєднанні з мас-спектрометрією.	4	0	10

5	<b>Тема 5.</b> Інтерпретація спектрів електронного удару. Визначення піку молекулярного іона. Визначення молекулярної формули. Ізотопні піки. Фрагментація та перегрупування. Мас-спектри основних класів органічних сполук. Бібліотеки мас-спектрів. Приклади застосування мас-спектрометрії у біології	4	2	8
	<i>Контрольна робота № 2</i>		x	
<b><u>ЗМЗ: Спектроскопія ядерного магнітно резонансу (ЯМР-спектроскопія)</u></b>				
6	<b>Тема 6.</b> $^1\text{H}$ –ЯМР- спектроскопія. Магнітні властивості ядер. Збудження та релаксація ядер. Простий експеримент в ЯМР-спектроскопії. Найбільш популярні розчинники. Хімічний зсув та інтегральна інтенсивність. Спін-спінова взаємодія, мультиплетність сигналів. Прості та складні мультиплети першого порядку. Спінові системи.	4	2	8
7	<b>Тема 7.</b> Аналіз спінових систем першого порядку. Магнітно-анізотропні групи. КССВ- константи сін-спінової взаємодії. Застосування методу для аналізу структури органічних речовин. Обмінні процеси та їх значення. Імітація простих спектрів за допомогою розрахункових програм типу ChemDraw 12.0	4	4	10
8	<b>Тема 8.</b> $^{13}\text{C}$ - ЯМР спектроскопія. Теорія та можливості методу. Різні види експериментів: $^{13}\text{C}$ - $^1\text{H}$ розв'язка по спіну, ефект Оверхаузера, DEPT експеримент. Інші магнітні ядра та їх застосування.	4	2	8
9	<b>Тема 9.</b> Двовимірні спектри ЯМР та їх застосування (загальний огляд методів)	2	0	8
	<i>Модульна контрольна робота №3</i>		x	
	<b>ВСЬОГО</b>	<b>34</b>	<b>16</b>	<b>70</b>

\*Примітка: слід зазначити також теми, винесені на самостійне вивчення

**Загальний обсяг – 120 год.**, в тому числі (вибрати необхідне):

Лекцій – **34 год.**

Практичні заняття – **16 год.**

Самостійна робота – **70 год.**

## 9. Рекомендовані джерела:

### Основна:

1. Мельничук Д.О. Аналітичні методи досліджень. Спектроскопічні методи аналізу: теоретичні основи і методики: навчальний посібник для підготовки студентів вищих навчальних закладів / Д.О. Мельничук, С.Д. Мельничук, В.М. Войціцький та ін.: за ред. акад. Д.О. Мельничука. – К.: ЦП «Компринт», 2016. – 289 с..

2. Воловенко Ю.М., Комаров І.В., Туров О.В., Хиля В.П. Спектроскопія ядерного магнітного резонансу для хіміків. Видавництво Київського університету, Київ, 2017 р., 685 с.
3. Воловенко Ю.М., Комаров І.В., Туров О.В., Хиля В.П. Практикум зі спектроскопії ЯМР. Видавництво Київського університету, Київ, 2016 р., 335 с.
4. Smith, R. Martin. Understanding mass spectra : a basic approach. – 2nd ed. / R. Martin Smith Copyright # 2004 by John Wiley & Sons,

*Додаткова:*

1. Сильверстейн Р Спектрометрическая идентификация органических соединений / Р. Сильверстейн, Ф. Вебстер, Д. Кимл ; пер. с англ. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. — 557 с. : ил. — (Методы в химии).

**10. Додаткові ресурси:**

<https://webbook.nist.gov/chemistry/form-ser/>