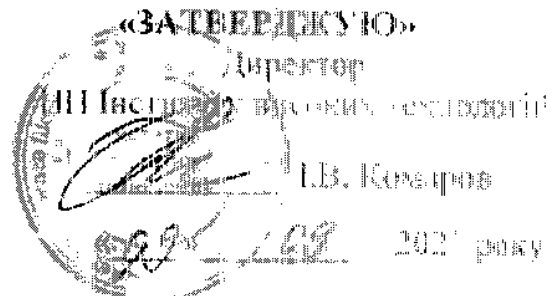


КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Інститут високих технологій  
Кафедра супрамолекулярної хімії



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Сучасні сенсорні та маркерні системи в аналізі

для здобувачів наукового ступеня доктор філософії

галузь знань 10 Природничі науки  
спеціальність 102 Хімія  
рівень вищої освіти третій освітньо-науковий  
освітньо-наукова програма "Молекулярний дизайн та синтез"  
вид дисципліни вибіркова

Форма навчання - очна (класна, збори)  
Навчальний рік - 2021-2022  
Курс - 2, півріччя - 2  
Кількість кредитів ECTS - 4  
Мова викладання, навчання та оцінювання - українська  
Форма заключного контролю - іспит

Визначач:

Ковалюк Ігор Володимирович, директор ІН Інституту високих технологій

Прозонговано: на 20 12 / 20 12 р. 12 / 20 12 р.  
на 20 12 / 20 12 р. 12 / 20 12 р.

КИЇВ – 2021

**Розробник:**

Комаров Ігор Володимирович, директор Інституту високих технологій.

**«ПОГОДЖЕНО»**



в.о. завідувача  
кафедри супрамолекулярної  
хімії  
д.х.н., проф. Д.М. Волочин

Протокол № 04 від 21 вересня  
2021 р.

Схвалено науково-методичною комісією Навчально-наукового  
Інституту високих технологій

Протокол № 01 від 29 вересня 2021 р.

Голова науково-методичної комісії



Н.М. Русінчук

29 вересня 2021 року.

*Присвоєно 305.2022 29.09.21 Русінчук*

**1. Мета дисципліни** — дати сучасні знання про основні фізичні, хімічні та біологічні явища, що використовуються в сучасних біоаналітичних технологіях, типи сучасних біосенсорів, підходи до створення сучасних фізичних перетворювачів та біоселективних елементів, методи інтеграції живих молекул з неживими трандюсерами, а також приклади реалізації на практиці.

## **2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:**

Навчальна дисципліна “ Сучасні сенсорні та маркерні системи в аналізі ” є частиною вибіркового блоку дисциплін та базується на циклі дисциплін професійної та практичної підготовки магістра, а саме: “Фізична хімія”, “Фізичні методи дослідження хімічних сполук”, “Нанохімія”, “Молекулярна та клітинна біофізика”, “ Фізико-хімічні основи біомолекулярної електроніки”, “Сучасні аспекти практичного застосування біосенсорів ”.

Попередні вимоги:

- *аспірант повинен знати:*

науково-теоретичній та практичній матеріалю навчальних дисциплін, які викладаються студентам освітнього рівня «Бакалавр» та «Магістр».

- *аспірант повинен вміти:*

цілеспрямовано та коректно до завдання досліджень самостійно застосовувати знання з фізичної хімії, біофізики, біосенсоріеи та ін. дисциплін, виконувати лабораторні та практичні роботи, добре володіти методами статистичного аналізу елементарними навичками роботи з матеріалами та обладнанням, що використовуються в хімічних та біологічних лабораторіях, працювати з науково-методичною літературою.

**3. Анотація навчальної дисципліни.** В курсі висвітлюються основні фізичні, хімічні та біологічні явища, що використовуються в сучасних біоаналітичних технологіях, типи сучасних біосенсорів, підходи до створення сучасних фізичних перетворювачів та біоселективних елементів, методи інтеграції живих молекул з неживими трандюсерами, а також приклади реалізації на практиці, та їх провідна роль у вирішенні задач сучасного молекулярного дизайну.

## **4. Завдання (навчальні цілі):**

Навчання дисципліни має на меті розвивати у студентів такі компетентності:

ІК. Спроможність розв’язувати комплексні проблеми хімії в секторі дизайну та синтезу, що передбачає набуття глибоких знань та професійної практики.

Пов’язані з хімією когнітивні здібності та вміння, а саме здібності та навички, пов’язані з вирішенням інтелектуальних завдань, в тому числі з вирішенням проблем:

1. Здатність формулювати наукову проблему, робочі гіпотези досліджуваної проблеми, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики (ФК-1).

2. Здатність до критичного аналізу і оцінки сучасних наукових досягнень, генерування нових ідей при вирішенні дослідницьких і практичних задач (ФК-2).

3. Здатність застосовувати знання та уміння при розв’язанні кількісних та якісних хімічних задач незнайомого типу (ФК-3).

4. Здатність демонструвати знання та розуміння важливих фактів, концепцій, принципів та теорій з хімії (ФК-4).

5. Здатність інтерпретувати дані, отримані у результаті реалізації лабораторних експериментів та вимірювань і прив’язувати їх до відповідної теорії (ФК-5).

6. Здатність до фахового спілкування та написання фахових текстів англійською мовою (ФК-6).

7. Здатність планувати, проектувати та виконувати наукові дослідження/проекти зі стадії постановки задачі до оцінювання і розгляду результатів та отриманих даних, що включає вміння вибрати потрібну техніку та процедури (ФК-7).

8. Здатність до опанування нових областей хімії шляхом самостійного навчання (ФК-8).

9. Здатність ефективно брати участь в міждисциплінарних командах, що працюють над проектами з хімії (ФК-9).

10. Навички використання сучасних комп’ютерних та комунікативних технологій для вирішення прикладних задач хімії (ФК-10).

11. Розуміння етичних та соціальних проблем, які стоять перед хімією, розуміння етичних стандартів досліджень і професійної діяльності в галузі хімії (наукова доброчесність) (ФК-11).
12. Спроможність здійснювати такі види діяльності: заохочення і розвиток наукових і технологічних інновацій; планування і управління технологіями, пов'язаними з хімією, в таких секторах, як промисловість, охорона навколишнього середовища, охорона здоров'я, культурна спадщина, популяризація питань наукової культури, з акцентом на теоретичних, експериментальних і прикладних аспектах сучасної хімії (ФК-12).
13. Навички використання сучасних комп'ютерних і комунікаційних методів в хімії. (ФК-13).
14. Навчальні навички, необхідні для подальшого професійного розвитку (ФК-14).

### 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	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
<b>1</b>	аспірант повинен <b>знати</b> :	лекційні заняття, самостійні заняття	письмові модульні контрольні роботи, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	до 45
1.1	Принципи побудови та функціонування біоаналітичних пристроїв	<i>лекція</i>	письмові модульні контрольні роботи, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	
1.2	Теоретичні основи амперометричного кондуктометричного методу вимірювань	<i>лекція</i>	=//=	
1.3	Теоретичні основи роботи іон-селективних польових транзисторів	<i>лекція</i>	=//=	
1.4	Загальні принципи поверхневого плазмонного резонансу	<i>лекція</i>	=//=	
1.5	Сучасні матеріали та технології створення біоаналітичних приладів та типи біоселективних елементів	<i>лекція</i>	=//=	
1.6	Принципи та методи іммобілізації біологічного матеріалу	<i>лекція</i>	=//=	
1.7	Комерційні варіанти систем на основі приладів біомолекулярної електроніки	<i>лекція</i>	=//=	
<b>2</b>	аспірант повинен <b>вміти</b> :	лекційні заняття, практичні завдання	письмові модульні контрольні роботи, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	до 45
2.1	Самостійно іммобілізувати ферменти та інші біологічні молекули на поверхнях оптичних та електрохімічних перетворювачів	=//=	=//=	
2.2	Створювати найпростіші лабораторні прототипи біосенсорів	=//=	=//=	
2.3	Проводити експерименти по дослідженню основних аналітичних характеристик біосенсорів	=//=	=//=	
<b>3</b>	<b>комунікація</b>	лекційні заняття		до 5
3.1	Здатність грамотно будувати комунікацію, виходячи з мети і ситуації спілкування			
3.2	Здатність бути відповідальним за внесок в роботу команди при вирішенні проблеми	лекційні заняття з використанням роботи у підгрупах	оцінювання виконання завдань для самостійної	

4	<b>автономність та відповідальність</b>	лекційні заняття	письмові модульні контрольні роботи, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	до 5
4.1	самостійність у навчанні та/або професійній діяльності			

## 6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами на-вчання

Результати навчання дисципліни (код)	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	4.1
<b>Програмні результати навчання (назва)</b>													
1. Знання	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
1.1. Володіти сучасними передовими концептуальними та методологічними знаннями в галузі хімії та суміжних галузей знань;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
1.2. Знати праці провідних зарубіжних вчених, наукових шкіл та фундаментальних праць у галузі дослідження; як сформулювати мету власного наукового дослідження в контексті світогнонаукового прогресу;	+	+	+	+	+	+	+						+
1.4. Критичний аналіз, оцінка і синтез нових ідей.											+	+	+
2. Вміння													
2.1. З нових дослідницьких позицій формувати загальну методологічну базу власного наукового дослідження, усвідомлювати його актуальність, мету і значення для розвитку інших галузей науки, суспільно-політичного, економічного життя;											+	+	+
2.2. Ініціювати, організовувати та проводити комплексні дослідження в галузі науково-дослідницької та інноваційної діяльності, результатом яких є отримання нових знань;								+	+	+	+	+	+
2.4. Формулювати наукову проблему з огляду на сучасні наукові тенденції;	+	+	+	+	+	+	+				+		+
2.5. Формулювати робочі гіпотези та моделі досліджуваної проблеми;										+		+	+
2.6. Аналізувати наукові праці в галузі хімії та суміжних наук, виявляючи дискусійні та мало досліджені питання	+	+	+	+	+	+	+						+
2.7. Моніторинг наукових джерел інформації щодо досліджуваної проблеми	+	+	+	+	+	+	+						
2.8. Здійснювати процедуру встановлення інформаційної цінності джерел шляхом	+	+	+	+	+	+	+						
2.9. Визначати принципи та методи дослідження, використовуючи міждисциплінарні підходи.								+	+	+			+
3.2. Кваліфіковано відображати результати наукових досліджень у наукових статтях, вести конструктивний діалог з рецензентами та редакторами;											+	+	+

<p>3.3. Професійно презентувати результати своїх досліджень на міжнародних наукових конференціях, семінарах, практично використовувати іноземну мову (в першу чергу - англійську) у науковій, інноваційній та педагогічній діяльності</p>																												
<p>3.5. Використовувати сучасні інформаційні та комунікативні технології при спілкуванні, обміні інформацією, зборі, аналізі, обробці, інтерпретації тощо.</p>																												
<p>4.1. Ініціювати наукові та інноваційні комплексні проекти в галузі хімії, бути лідером та автономним під час їх реалізації</p>																												
<p>4.2. Діяти соціально відповідально та громадянсько свідомо, дотримуватися професійної та корпоративної етики</p>																												

## 7. Схема формування оцінки

**7.1. Форми оцінювання аспірантів:** рівень досягнення всіх запланованих результатів навчання визначається за результатами написання письмових контрольних робіт і за результатами виконання самостійних завдань. Вклад результатів навчання у підсумкову оцінку, за умови їх опанування на належному рівні такий:

- результати навчання 1.1 – 1.3 [знання] до 45 %;
- результат навчання 2.1 – 2.3 [вміння] – до 45%;
- результат навчання 3.1 [комунікація] – до 5%;
- результат навчання 4.1 [автономність та відповідальність] – до 5%;

Форми оцінювання аспірантів:

- **семестрове оцінювання:** контроль здійснюється за таким принципом. Навчальний семестр має один змістовний модуль. Після завершення теми №6 проводиться письмова модульна контрольна робота. Обов'язковим для допуску до іспиту є: написання модульної контрольної роботи з кількістю балів не менше 12 та виступу з доповіддю на семінарі.
- **підсумкове оцінювання (у формі іспиту):** форма іспиту – письмово-усна. Екзаменаційний білет складається із 2 питань, питання оцінюються по 20 балів. Всього заіспиті можна отримати від 0 до 40 балів. Умовою досягнення позитивної оцінки за дисципліну є отримання не менш ніж 60 балів, оцінка за іспит не може бути меншою **24 балів**.
- **умови допуску до підсумкового іспиту:** умовою допуску до іспиту є отримання аспірантом сумарно не менше, ніж *критично-розрахунковий мінімум 36 балів* за семестр. Аспіранти, які протягом семестру сумарно набрали меншу кількість балів, ніж критично-розрахунковий мінімум **36 балів**, для одержання допуску до іспиту обов'язково повинні написати додаткову контрольну роботу.

У випадку відсутності аспіранта з поважних причин відпрацювання та перездачі модульних контрольних робіт здійснюються у відповідності до „Положення про організацію освітнього процесу у Київському національному університеті”

## 7.2. Організація оцінювання;

*Оцінювання за формами контролю:*

	<b>ЗМ</b>	
	<i>Мін. – балів</i>	<i>Мак. – балів</i>
Модульна контрольна робота	12	20
Виступ на семінарі	15	25
Виконання аспірантами самостійних робіт	9	15

*Орієнтований графік оцінювання:*

	<i>Орієнтовний період для здійснення відповідної форми оцінювання</i>
Модульна контрольна робота 1	травень
Виступ на семінарі	травень
Виконання аспірантами самостійних робіт	березень - червень
Добір балів/додаткова контрольна робота та/або доскладання домашніх завдань	червень
Іспит	червень

*Розрахунок балів, які аспірант отримує при успішній здачі іспиту:*

	Змістовий модуль	Іспит	Підсумкова оцінка
<i>Мінімум</i>	36	24	60
<b>Максимум</b>	<b>60</b>	<b>40</b>	<b>100</b>

## 7.3. Шкала відповідності оцінок

Оцінка (за національною шкалою) / National grade	Рівень досягнень, % / Marks, %
<b>Відмінно / Excellent</b>	90-100%



Добре / Good	75-89%
Задовільно / Satisfactory	60-74%
Незадовільно / Fail	0-59%

## 8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекційних занять

№ з/п	Назва теми	У тому числі		
		Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота
1.	Вступ. Новітні біоаналітичні технології. Біосенсори як новий клас аналітичних систем. Принцип побудови та функціонування. Галузі застосування. Основні електрохімічні принципи, що лежать в основі амперометричного методу вимірювань. Типи електродів і варіанти підключень. Безмедіаторні та медіаторні амперометричні датчики. Амперометричні системи, основані на прямому переносі електронів.	2	2	11
2.	Теоретичні основи кондуктометричного методу вимірювань. Електрохімічний імпеданс системи метал-розчин. Електропровідність розчинів. Перетворювачі для кондуктометричних біосенсорів та схеми вимірювань. Кондуктометричний метод у ферментному каталізі. Кондуктометричні ферментні біосенсори. Теоретичні основи роботи іон-селективних польових транзисторів (ІСПТ). Технологія створення ІСПТ. Схеми вимірювань для роботи з ІСПТ. Ферментні біосенсори на основі ІСПТ.	2	2	11
3.	Загальні принципи поверхневого плазмонного резонансу (ППР). Аналіз оптоелектронних каналів ППР сенсорів з паралельним і з розбіжним світловим пучком. Приклади приладів на основі поверхневого плазмонного резонансу. Сучасні матеріали та технології створення біоаналітичних приладів. Сучасні мікросистемні технології. Мікроелектромеханічні системи (МЕМС), мікропроточні комірки.	2		11
4.	Типи біоселективних елементів. Каталітичного типу: на основі іммобілізованих ферментів, мікроорганізмів, кусочків живої тканини, мітохондрій для прямого аналізу субстратів. Ферментні біосенсори для інгібіторного аналізу токсичних речовин. Типи біоселективних елементів. Афінного типу: на основі іммобілізованих компонентів імунохімічної реакції (антитіл та антигенів), рецепторів, нуклеїнових кислот, біоміміків.	2		11

5.	Принципи та методи іммобілізації біологічного матеріалу. Матеріали-носії, що використовуються для іммобілізації біологічного матеріалу. Бі- та поліфункціональні зшиваючі агенти. Методи іммобілізації біологічного матеріалу. Методи нанесення біоселективних мембран. Стабільність біоселективних елементів. Операційна стабільність та стабільність при зберіганні. Матеріали- стабілізатори, що використовуються для стабілізації біологічних молекул при іммобілізації.	2		11
6.	Робочі характеристики біоаналітичних приладів та шляхи їх покращення. Датчики разового використання та багаторазового. Час відгуку. Час відновлення. Час аналізу. Чутливість. Діапазон визначення. Селективність. Точність. Відтворюваність відгуку. Залежність від іонної сили, рН і буферної ємності. Біоаналітичні прилади для використання в харчовій промисловості та біотехнології, труднощі, що виникають при аналізі харчових продуктів та напоїв, шляхи їх вирішення.	2		11
7.	Біоаналітичні прилади для використання в медицині, труднощі, що виникають при аналізі біологічних рідин, шляхи їх вирішення. Біоаналітичні прилади для використання в екології, використання в польових умовах, труднощі, що виникають при цьому, шляхи їх вирішення.	2		10
8.	Система на основі ППР спектрометра та реакції гібридизації ДНК для визначення наявності специфічних нуклеотидних послідовностей. Мультисенсори та мультиферментні масиви. Мультисенсори прямого ферментного аналізу. Мультисенсори на основі ферментного інгібіторного аналізу. Біосенсори з використанням каскаду ферментативних реакцій. Датчики на основі мікроорганізмів.	2		10
9.	Використання наночастинок різної природи в біосенсориці Комерційні варіанти систем на основі приладів біомолекулярної електроніки. Аналізатори для клінічної діагностики. Портативні аналізатори для використання в домашніх умовах. Системи для in vivo моніторингу в клінічних умовах. Аналізатори для харчової промисловості, біотехнологічного виробництва і екологічного моніторингу.	2		10
<b>ЗАГАЛОМ</b>		<b>18</b>	<b>4</b>	<b>96</b>

Загальний обсяг **120** год., в тому числі:

Лекцій – **18**- год.

Практичні заняття – **4** год.

Консультації – **2** год.

Самостійна робота - **96** год.

## 9. Рекомендовані джерела:

1. С.В.Дзядевич, О.П.Солдаткін. Наукові та технологічні засади створення мініатюрних електрохімічних біосенсорів. / Київ: Наукова думка, 2006.-
2. S.V.Dzyadevych, A.P.Soldatkin Solid-state electrochemical enzyme biosensors / Київ: Академперіодика, 2008.-223с.
3. І.Д.Войтович, В.М.Корсунський Інтелектуальні сенсори / редакційно-видавничий відділ з поліграфічною дільницею Інституту кібернетики ім. В.М.Глушкова НАН України, 2007.- 514 с.
4. E.A.H.Hall, Biosensors. / Cambridge: Open University Press, 1991.- 351 p
5. B.R. Eggins, Chemical sensors and biosensors. – John Willey and Sons, LTD, 1998.
6. Encyclopedia of Sensors, Ed. C.A.Grimes, E.C.Dickey, M.V.Pishko, American Scientific Publisher, California, USA, 2006, V. 7, P.331-339.
7. Coulet P.R. What is biosensor // Biosensor principles and application / Eds. L.J.Blum, P.R.Coulet. – New York: Marcel Dekker, 1991. – 1-6.
8. Yu Lei, Wilfred Chen and Ashok Mulchandani Microbial biosensors //Analytica Chimica Acta, 2006, V. 568, # 1-2, P. 200-210.
9. Lindy Murphy Biosensors and bioelectrochemistry // Current Opinion in Chemical Biology, 2006. –V.10, #2, P. 177-184.
10. Silvana Andreescu and Jean-Louis Marty Twenty years research in cholinesterase biosensors: From basic research to practical applications // Biomolecular Engineering. - 2006. – V. 23, # 1, P. 1-15.
11. Aziz Amine, Hasna Mohammadi, Ilhame Bourais and Giuseppe Palleschi Enzyme inhibition-based biosensors for food safety and environmental monitoring // Biosensors and Bioelectronics. - 2006, V. 21, # 8, , P.1405-1423.
12. Bergveld P. Thirty years of ISFETOLOGY. What happened in the past 30 years and what may happen in the next 30 years // Sens. Actuators B. - 2003.- 88.- P. 1-20