

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**хімічний факультет**

**Кафедра аналітичної хімії**

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**  
Заступник декана  
з навчальної роботи  
Хімічний факультет  
Наталія УСЕНКО  
2021 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**СУЧАСНІ СЕНСОРНІ ТА МАРКЕРНІ СИСТЕМИ В АНАЛІЗІ**

для здобувачів освітньо-наукового рівня  
доктор філософії

галузь знань  
спеціальність  
освітній рівень  
освітньо-наукова програма  
вид дисципліни

**10 Природничі науки**  
**102 Хімія**  
**третій «освітньо-науковий»**  
**Хімія**  
**вибіркова**

Форма навчання **денна**  
Навчальний рік **2021/2022**  
Період навчання **2 рік**  
Кількість кредитів ECTS **4**  
Мова викладання,  
навчання та оцінювання **українська**  
Форма заключного контролю **іспит**

Викладач: **Тананайко Оксана Юріївна, д.х.н., доц., зав. кафедри аналітичної хімії**

Пролонговано: на 2022/2023 н.р.  (Н.Усенко) «**13**» **05** 2022 р.

Пролонговано: на 2023-2024 н.р. \_\_\_\_\_ « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ **202** р.

Пролонговано: на 2024-2025 н.р. \_\_\_\_\_ « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ **202** р.

Розробник: **Тананайко Оксана Юріївна**, д.х.н., доцент, зав. кафедри аналітичної хімії

Затверджено

Завідувач кафедри аналітичної хімії



Оксана ТАННАЙКО

Протокол № 10 від «14» квітня 2021 року

Схвалено науково - методичною комісією хімічного факультету

Протокол № 7 від «20» квітня 2021 року

Голова науково-методичної комісії \_\_\_\_\_  Олександр РОЇК

« 20 » квітня 2021 року

## Вступ

**1. Мета дисципліни** – Формування у аспіранта системного світогляду у галузі сучасної аналітичної хімії, зокрема досягнень в області сенсорних і маркерних систем, особливостей розробок таких систем, прийомів їх оптимізації, а також вирішення певних хімічних задач за допомогою новітніх сенсорних і маркерних систем.

### 2. Попередні вимоги до опанування навчальної дисципліни:

*Аспірант повинен знати:* аналітичну хімію, основи біохімії, органічну та фізичну хімію, молекулярну спектроскопію на рівні випускника магістратури за спеціальністю 102 «Хімія».

*Аспірант повинен вміти:* використовувати на практиці загальні теоретичні положення методів молекулярної спектроскопії, електрохімії, а також біологічної хімії на рівні випускника магістратури за спеціальністю 102 «Хімія».

*Аспірант повинен володіти навичками* пошуку інформації, її критичної обробки та представлення, застосовувати отримані знання для вирішення прикладних та теоретичних задач у галузі хімії

**3. Анотація навчальної дисципліни.** Дисципліна «Сучасні сенсорні та маркерні системи в аналізі» належить до переліку дисциплін вільного вибору аспіранта. В рамках курсу аспірант поглибить системні знання та отримає нові в галузі закономірностей розробки та загальних підходів щодо використання сенсорних і маркерних систем, ознайомиться з сучасними підходами отримання чутливих елементів хімічних та біохімічних сенсорів, у першу чергу на основі наноструктурованих матеріалів та супрамолекулярних систем. Аспірант отримає навички розв'язання комплексних завдань щодо оптимізації умов одержання чутливих елементів хемо-/біосенсорів на основі особисто проведеного пошуку і критичного аналізу наукової літератури щодо застосування нанорозмірних матеріалів, біомолекул, супрамолекулярних систем для вирішення задач, що постають перед хіміками-дослідниками.

**4. Завдання:** забезпечити підготовку аспірантів до дослідницької роботи в сучасних хімічних лабораторіях; розвинути навички застосування сенсорних систем та маркерів для вирішення теоретичних і прикладних задач в різних галузях хімії; розвинути здатність розв'язувати комплексні проблеми в хімії шляхом переосмислення і критичного аналізу наявної інформації та застосування на практиці сучасних досягнень в галузі сенсорних і маркерних систем; розвиток здатності до опанування нових областей хімії шляхом самостійного навчання.

### 5. Результати навчання за дисципліною:

Код	Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)	Форми викладання і навчання	Методи оцінювання	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
1.1	Знання способів застосування наноструктурованих матеріалів для розробок чутливих елементів хімічних та біохімічних сенсорів та маркерів	лекції, аналітична робота	Презентація, ПсК*	10
1.2	Знання основ створення нанорозмірних хімічних та біохімічних сенсорів	лекції, практичні,		15
1.3	Знання основ застосування хімічних маркерів у біохімічних реакціях	лекції, практичні, аналітична робота		15

2.1	Вміння застосовувати нанорозмірні хімічні і біохімічні сенсори для вирішення певних хімічних задач	<i>практичні</i>	15
2.2	Вміння розв'язувати комплексні проблеми та завдання щодо оптимізації умов отримання чутливих елементів сенсорів і маркерних систем	<i>лекції аналітична робота</i>	10
2.3	Набуття універсальних навичок усної і письмової презентації результатів власного наукового дослідження; збір і критичний аналіз наукової літератури, у тому числі іноземної, за заданою темою	<i>практичні, доповідь, аналітична робота</i>	15
3.1	Застосування сучасних інформаційно-кому-нікаційних технологій для збору, аналізу, обробки та інтерпретації інформації у галузі сенсорних і маркерних систем в хімічному аналізі	<i>лекції, практичні, аналітична робота</i>	5
3.2	Вільне володіння науковою термінологією з метою вільного професійного спілкування з колегами щодо питань у галузі сенсорних і маркерних систем в хімії, а також тих, що стосуються сфери наукових та експертних знань	<i>практичні, аналітична робота</i>	5
4.1	Аналіз проблеми, самостійне планування та інтерпретування результатів експерименту	<i>практичні, аналітична робота</i>	5
4.2	Дотримуватися правил наукової етики та доброчесності в процесі критичної обробки наявної та створенні нової інформації у галузі аналітичної хімії	<i>Практичні, аналітична робота</i>	5

\* **ПсК** - підсумковий контроль

**6. В результаті вивчення дисципліни** аспірант отримає нові сучасні передові концептуальні та методологічні знання в галузі аналітичної хімії, а саме особливостях розробки і застосування сучасних хімічних і біохімічних сенсорів та маркерів; відпрацює вміння формулювати наукову проблему з огляду на сучасні наукові тенденції та здатність професійно презентувати результати своїх досліджень на міжнародних наукових конференціях.

Все це допоможе йому навчитись ініціювати, організувати та проводити комплексні дослідження в галузі науково-дослідницької та інноваційної діяльності в хімії, які приводять до отримання нових знань та відшліфувати вміння кваліфіковано відображати результати наукових досліджень у наукових статтях в фахових виданнях, використовуючи при цьому сучасні знання щодо застосування в хімічному і біохімічному аналізі сенсорних і маркерних систем.

## 7. Схема формування оцінки

7.1. Результати навчальної діяльності аспірантів оцінюються за 100 - бальною шкалою . Модульний контроль включає **1** змістовний модуль і комплексний підсумковий модуль (іспит). Впродовж навчання передбачається написання та презентація референсу сучасної наукової літератури по вибраній темі курсу, **2** практичні заняття та одне консультаційне.

### - семестрове оцінювання

Підготовка референсу сучасних міжнародної досягнень в галузі сенсорних/маркерних систем, що включає критичну оцінку сучасного стану проблеми у галузі розробки і застосування сенсорних і маркерних систем для вирішення певної хімічної задачі

Презентація результатів референсу.

### - підсумкове оцінювання - іспит.

Максимальна оцінка за семестр: **60 балів.**

Максимальна оцінка на іспиті: **40 балів.**

Максимальна загальна оцінка за курс: **100 балів.**

**7.2. Організація оцінювання** (за формами контролю згідно з графіком навчального процесу):

Види робіт	Змістовий модуль1 (ЗМ1)	
	Min. – 36 балів	Max. – 60 балів
Написання референсу за обраною темою, що включає критичну оцінку сучасного стану проблеми	18	30
Презентація результатів референсу	18	30
Загальна сума	36	60

**Оцінка за підготовку референсу включає в себе:** повноту охоплення джерел літератури та якість теоретичного наповнення – максимум 15 балів / мінімум 9 балів, логічність викладення і структурованість матеріалу - максимум 5 балів / мінімум 3 бали, критичний аналіз сучасного стану проблеми та висновки з огляду літератури – максимум 10 балів / мінімум 6 балів. Робота над літературним оглядом проводиться впродовж семестру, оформлена робота здається на передостанньому тижні занять.

**Оцінка за презентацію референсу включає в себе:** теоретичне наповнення матеріалу – максимум 15 балів / мінімум 9 балів, мультимедійне оформлення – максимум 5 балів / мінімум 3 бали, презентація матеріалу – максимум 10 балів / мінімум 6 балів. Захист проводиться на останньому тижні занять.

За два тижні до закінчення занять проводиться тематична консультація, на якій оговорюються проблемні моменти, що можуть виникнути у аспіранта при підготовці референсу та презентації.

**При простому розрахунку ПО = ЗМ1 + КІМ отримаємо:**

	ЗМ1	іспит	Підсумкова оцінка (ПО)
Максимум	60	40	100
Мінімум	36	24	60
Критичний мінімум	20	40	60

**Теми для самостійного опрацювання також виносяться на іспит.**

Для здобувачів, які набрали сумарно меншу кількість балів ніж *критично-розрахунковий мінімум* – **20 балів** для одержання допуску до іспиту обов'язково слід відпрацювати всі заборгованості та написати модульну контрольну роботу мінімум на 15 балів із 20.

У випадку відсутності здобувача з поважних причин відпрацювання та перездачі МКР здійснюються у відповідності до „Положення про порядок оцінювання знань студентів при кредитно-модульній системі організації навчального процесу” від 1 жовтня 2010 року.

**Шкала відповідності оцінок**

Оцінка (за національною шкалою) / National grade	Рівень досягнень, % / Marks, %
<b>Відмінно</b> / Excellent	90-100%
<b>Добре</b> / Good	75-89%
<b>Задовільно</b> / Satisfactory	60-74%
<b>Незадовільно</b> / Fail	0-59%

**8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ ТА ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ**

№ Теми	Назва Теми	Кількість годин		
		Лекції	Практ. Заняття +конс.	Самост. робота
1	Вступ. Поняття хімічних та біохімічних сенсорних систем. Приклади таких систем Загальна характеристика наноматеріалів, що використовуються у сенсорних системах	2	-	-
	Основні підходи розробки і отримання чутливих покриттів хімічних сенсорів	-	-	6
2	Особливості отримання чутливих елементів мікро та нанорозмірних електрохімічних сенсорів та їх застосування в хімії	4	-	-
	Способи закріплення аналітичних реагентів і біомолекул у хімічно-чутливому шарі	-	-	10
	Визначення інгібіторів та активаторів ферментів за допомогою електрохімічних біосенсорів	-	-	10
3	Особливості отримання чутливих елементів оптичних хемо та біосенсорів та їх застосування в хімії	4	-	-
	Застосування підходів інтегральної оптики для отримання мікро- та нанорозмірних оптичних сенсорів	-	-	10
4	Особливості отримання чутливих елементів інших сенсорів та їх застосування в хімії	2	-	-
	Розробка чутливих елементів магнітних сенсорів та їх застосування в хімічному аналізі	-	-	10
5	Загальна характеристика міток і маркерів, що використовуються в аналітичній хімії. Приклади застосування міток і маркерів у вирішенні теоретичних і прикладних задач хімії	4	-	10
	Сучасні види флуоресцентних методів для дослідження нанорозмірних матеріалів у режимі реального часу	-	2	10
	Дослідження біологічних об'єктів з використанням методів атомної, електронної та видимої мікроскопії	-	-	10
6	Мікро- та нанофлюїдні проточні сенсорні системи та області їх застосування	2	-	10
7	Системи типу «електронний ніс»	-	2	10
8	Презентація результатів пошуку літератури	-	2	
	<b>ВСЬОГО</b>	<b>18</b>	<b>6</b>	<b>96</b>

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

Лекції – **18 год.**

Практичні заняття – **4 год**

Консультації - **2 год**

Самостійна робота – **96 год.**

**Рекомендована література:**

**Основна**

1. Б. Эггинс, *Химические и биологические сенсоры*, М., Техносфера, 2005, 335 с.
2. Р.В. Каттралл, *Химические сенсоры*, М. Научный мир, 2000, 143 с.
3. М. Отто, *Современные методы аналитической химии*, М. Техносфера, 2006.

4. *Principles of Chemical and Biological Sensors*, Ed. By D. Diamond, John Wiley and Sons Inc., New-York, 1998.
5. Э. Тернер, И. Кубе, Дж. Уилсон, *Биосенсоры: основы и приложения*. М.: Мир, 1992.
6. *Аналитическая химия*. В 2 томах под ред. Р. Кельнера, Ж-М Мерме, М. Отто, Г.М. Видмера, М.: Мир, 2004.
7. A.J. Cunningham, *Introduction to Bioanalytical Sensors*, New-York, 1998.
8. *Biosensors for food analysis*, Ed. by A.O. Scott, The RSC, London, 1998.
9. А. Р. Demchenko Fluorescence and Dynamics in Proteins. Topics in Fluorescence Spectroscopy book series (TIFS, volume 3), 2002 – Springer, P. 65-111

#### **Додаткова:**

1. Г.К. Будников, В.Н. Майстренко, М.Р. Вяселев, *Основы современного электрохимического анализа*, М., Мир, 2003.
2. Г. К. Будников, Э. П. Медянцева, С. С. Бабакина, Амперометрические датчики на основе иммобилизованных ферментов, *Успехи химии*, 1991, т. 60, № 4, С. 881- 910.
3. Ю.С. Другов, А.А. Родин, *Анализ загрязненных биосред и пищевых продуктов*. Практическое руководство. М. Бином., 2007.
4. D.C. Harris, *Quantitative Chemical Analysis*, W.H.Freeman and Co, NY, 2000.
5. **Inzelt**, György, *Conducting Polymers: A New Era in Electrochemistry*, Series: Monographs in Electrochemistry , 2008, XII, 282 p. 82.
6. П. Харрис, Углеродные нанотрубки и родственные структуры, 2003, Москва, Техносфера, 335 с.
7. Shaojun Guo, Erkang Wang, Synthesis and electrochemical applications of gold nanoparticles, *Analytica Chimica Acta* 598 (2007) 181–192
8. Jir'í Homola , Sinclair S. Yee, Gunter Gauglitz, Surface plasmon resonance sensors: review, *Sensors and Actuators B* 54 (1999) 3–15.
9. Mrinmoy De, Partha S. Ghosh, and Vincent M. Rotello, Applications of Nanoparticles in Biology, *Adv. Mater.* 2008, 20, 4225–4241.
10. Paul A. Greenwood\*, Gillian M. Greenway, Sample manipulation in micro total analytical systems, *Trends in analytical chemistry*, vol. 21, no. 11, 2002, 726 -740.
11. Miguel Valcarcel, Bartolomer M. Simonet, Soledad Cardenas, Beatriz Suarez, Present and future applications of carbon nanotubes to analytical science, *Anal Bioanal Chem* (2005) 382: 1783–1790.
12. J.O. Mahony, K. Nolan, M.R. Smyth, B. Mizaikoff, Molecularly imprinted polymers - potential and challenges in analytical chemistry, *Analytica Chimica Acta* 534 (2005) 31–39.
13. Ziqi Liang, Mindaugas Rackaitis, Kun Li, Evangelos Manias, and Qing Wang, Micropatterning of Conducting Polymer Thin Films on Reactive Self-assembled Monolayers, *Chem. Mater.* 2003, 15, 2699-2701.
14. Zunyu Tao, Elizabeth C. Tehan, Rachel M. Bukowski, Ying Tang, Ellen L. Shughart, William G. Holthoff , Alexander N. Cartwright, Albert H. Titus, Frank V. Bright, Templated xerogels as platforms for biomolecule-less biomolecule sensors, *Analytica Chimica Acta* 564 (2006) 59–65.
15. Jijun Zhao, Xiaoshuang Chen, John R.H. Xie, Optical properties and photonic devices of doped carbon nanotubes, *Analytica Chimica Acta* 568 (2006) 161–170.
16. Jordi Riu, Alicia Maroto, F. Xavier Rius, Nanosensors in environmental analysis, *Talanta* 69 (2006) 288–301.
17. Marek Trojanowicz, Analytical applications of carbon nanotubes: a review, *Trends in Analytical Chemistry*, Vol. 25, No. 5, 2006, 480 – 487.
18. Akira Taguchi, Ferdi SchuËth, Ordered mesoporous materials in catalysis. Review, *Microporous and Mesoporous Materials* 77 (2005) 1–45.
19. Susan E. Ross, Yining Shi, Carl J. Seliskar, William R. Heineman, Spectroelectrochemical sensing: planar waveguides, *Electrochimica Acta* 48 (2003) 3313\_ 3323.
20. Paula C.A. Jer'onimo, Alberto N. Ara'ujo \*, M. Conceic, ~ao B.S.M. Montenegro, Optical sensors and biosensors based on sol-gel films, *Talanta* 72 (2007) 13–27.