

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

хімічний факультет

Кафедра аналітичної хімії

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана
з навчальної роботи

Наталія УСЕНКО

« ____ » _____ 2021__ року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

СУЧАСНІ СЕНСОРНІ ТА МАРКЕРНІ СИСТЕМИ В АНАЛІЗІ

для аспірантів

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. _____ (Усенко Н.І.) « ____ » _____ 202__ р.

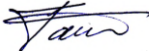
КИЇВ-2021

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

Затверджено

« 14 » квітня 2021 року

Завідувач кафедри аналітичної хімії


_____ О.Ю. Тананайко
(підпис)

Протокол № 10 від «14» квітня 2021 року

Схвалено науково - методичною комісією хімічного факультету

Протокол № 7 від «20» квітня 2021 року

Голова науково-методичної комісії _____ (О.С. 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	практичні	15
2.2	Вміння розв'язувати комплексні проблеми та завдання щодо оптимізації умов отримання чутливих елементів сенсорів і маркерних систем	лекції аналітична робота	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	практичні, доповідь, аналітична робота	15
3.1	Застосування сучасних інформаційно-комунікаційних технологій для збору, аналізу, обробки та інтерпретації інформації у галузі сенсорних і маркерних систем в хімічному аналізі	лекції, практичні, аналітична робота	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	практичні, аналітична робота	5
4.1	Аналіз проблеми, самостійне планування та інтерпретування результатів експерименту	практичні, аналітична робота	5
4.2	Дотримуватися правил наукової етики та доброчесності в процесі критичної обробки наявної та створенні нової інформації у галузі аналітичної хімії	Практичні, аналітична робота	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 консультативне.

- 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 обговорюються 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 передачі 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, %
Відмінно / Excellent	90-100%
Добре / Good	75-89%
Задовільно / Satisfactory	60-74%
Незадовільно / 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	
	ВСЬОГО	18	6	96

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. A. P. 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, Bartolomej 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'õnimo, 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.