

Розробники: **Тананайко Оксана Юріївна**, зав. кафедрою аналітичної хімії,
д.х.н., доц

Робоча програма дисципліни **Мікроаналітичні системи і сенсори** затверджена на
засіданні кафедри аналітичної хімії

Протокол № 12 від “_22” _червня 2022 року

Завідуюча кафедрою аналітичної хімії

 Оксана ТАНАНАЙКО

(підпис)

(ім'я прізвище)

Схвалено науково-методичною комісією хімічного факультету

Протокол № 7 від «_29_» _ червня 2022 року

Голова науково-методичної комісії  Олександр ПОЇК

«_29_» червня 2022 року

Вступ

1. Мета дисципліни – ознайомлення студентів з особливостями розробки і застосування в аналізі хімічних сенсорів і мініатюрних автоматизованих систем.

2. Попередні вимоги до опанування навчальної дисципліни:

1. *Знати теоретичні основи аналітичної хімії*
2. *Знати основи електрохімічних методів аналізу*
3. *Знати основи спектроскопічних методів аналізу*
4. *Вміти проводити розрахунки рівноваг у гомогенних і гетерогенних системах.*
5. *Знати способи усунення впливу сторонніх іонів;*
6. *Володіти основами неорганічної, фізичної, органічної та біологічної хімії.*

3. Анотація навчальної дисципліни. «Мікроаналітичні системи і sensori»– наука про одержання, дослідження і застосування мікро- та нанорозмірних аналітичних систем. Основна увага приділятиметься застосуванню мікро- та наноаналітичних систем в аналізі реальних об'єктів їх перевагам і недолікам у порівнянні з класичними методами аналізу, перспективами розвитку хімічних сенсорів і мікро (нано)аналітичних систем.

4. Завдання: дати студентам поглиблені знання про нову область сучасної аналітичної хімії, що вивчає мікро- та наноматеріали: особливості отримання таких матеріалів, методи дослідження та застосування в аналізі, а також хімічні sensori на їх основі та мініатюризовані системи аналізу.

Згідно вимог Стандарту вищої освіти України (другий (магістерський) рівень вищої освіти, галузь знань 10 «Природничі науки», спеціальність 102 – «Хімія») навчальна дисципліна спрямована на досягнення наступних загальних та спеціальних (фахових) компетентностей:

ЗК1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності

ЗК2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК14. Здатність до пошуку, критичного аналізу та обробки інформації з різних джерел.

Фахові компетентності:

ФК4. Здатність інтерпретувати, об'єктивно оцінювати і презентувати результати свого дослідження.

ФК6. Здатність здобувати нові знання в галузі хімії та інтегрувати їх із уже наявними.

ФК9. Здатність обирати оптимальні методи та методики дослідження.

5. Результати навчання за дисципліною:

Код	Результат навчання	Форми викладання і навчання	Методи оцінювання поточний контроль*, підсумковий контроль ПсК	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
1. Знання				
1.1	1.1. Знати місце дисципліни в системі хімічних наук	Лекції, практичні роботи	ПтК-1, ПтК-2, ПсК	2
1.2	1.2. Знати класифікацію хімічних сенсорів і основи використання кожного з них	Лекції, практичні, самостійні роботи	ПтК-1, ПтК-2, ПсК	20
1.3	1.3. Знати способи отримання нанорозмірних матеріалів і їх особливості застосування у хімічних сенсорах	Лекції, практичні, самостійні роботи	ПтК-1, ПтК-2, ПсК	18
2. Вміння				
2.1	2.1. Застосувати набуті знання для дослідження хімічних властивостей мікро- та нанорозмірних матеріалів	Практичні, самостійні роботи	ПтК-1, ПтК-2, ПсК	15
2.2	2.2. Розробляти чутливі елементи оптичних, електрохімічних та інших видів хімічних сенсорів;	Лабораторні, самостійні роботи	ПтК-2, ПсК	15
2.3	2.3. Оцінювати переваги і недоліки застосування таких сенсорів в аналізі реальних об'єктів;	Лекції, практичні, самостійні роботи	ПтК-1, ПтК-2, ПсК	10
3. Комунікація				
3.1	3.1. Здатність використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології при спілкуванні, а також для збору, аналізу, обробки, інтерпретації інформації у галузі аналітичної хімії	Лекції, практичні, самостійні роботи	ПтК-1, ПтК-2, ПсК	5

3.2	Здатність виконувати передбачені навчальною програмою завдання та операції у співпраці з іншими виконавцями	Практичні, самостійні роботи	ПтК-1, ПтК-2, ПсК	5
4. Автономність та відповідальність				
4.1	Вміти самостійно зафіксувати, проаналізувати та інтерпретувати дані, що стосуються характеристик хімічних сенсорів	Практичні, самостійні роботи	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	5
4.2	Дотримуватися правил наукової етики та доброчесності в процесі критичної обробки наявної та створенні нової інформації у галузі аналітичної хімії	Самостійна робота	ПтК-3, ПсК	5

* активність під час лекційних – ПтК-1, семінарських ПтК-2 і контроль самостійної роботи ПтК-3

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни (РНД) із програмними результатами навчання (ПРН):

ПРН	РНД (код)										
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	4.1	4.2	
Р 2. Глибоко розуміти основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються предметної області, опанованої у ході магістерської програми, використовувати їх для розв'язання складних задач і проблем, а також проведення досліджень з відповідного напрямку хімії.		+	+	+	+						
Р 3. Застосовувати отримані знання і розуміння для вирішення нових якісних та кількісних задач хімії.	+	+			+	+	+				
Р 9. Збирати, оцінювати та аналізувати дані, необхідні для розв'язання складних задач хімії, використовуючи відповідні методи та інструменти роботи з даними.						+	+	+	+	+	

ПРН	РНД (код)	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	4.1	4.2
Р 10.	Планувати, організувати та здійснювати експериментальні дослідження з хімії з використанням сучасного обладнання, грамотно обробляти їх результати та робити обґрунтовані висновки.			+	+	+	+	+	+	+	+

7. Схема формування оцінки

Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за 100 - бальною шкалою .

Модульний контроль включає 1 змістовний модуль і комплексний підсумковий модуль (іспит).

Загалом за семестр: 2 контрольні роботи; 7 семінарських занять.

- семестрове оцінювання

- 1.1. контрольна робота;
- 1.2. презентація рефератів
- 1.3. виконання домашньої самостійної роботи;
- 1.4. написання модульної контрольної роботи.

- 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):

Оцінювання за формами контролю:

	Змістовий модуль (ЗМ)	
	Min. – _ балів	Max. – __ бали
Поточна контрольна робота	6	10
Самостійна робота	6	10
Презентація реферату	6	10
Модульна контрольна робота	20	30
Загальна сума	38	60

При простому розрахунку ПО= ЗМ + КПМ отримаємо:

	<i>ЗМ</i>	<i>Комплексний підсумковий модуль (КПМ) - іспит</i>	Підсумкова оцінка (ПО)
Максимум	60	40	100
Мінімум	38	22	60
Критичний мінімум	20	40	60

Для студентів, які набрали сумарно меншу кількість балів ніж *критично-розрахунковий мінімум – 20 балів* для одержання іспиту обов'язково слід відпрацювати всі заборгованості та написати модульні контрольні роботи мінімум на 10 балів із 15.

У випадку відсутності студента 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.

7.3. Шкала відповідності оцінок

Шкала відповідності

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно з можливістю повторного складання / Fail	35-59
Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни / Fail	0-34

**СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ**

№ теми	Назва теми	Кількість годин	
		лекції	самоств. робота
<i>Тема 1. Мікро- та наноматеріали: загальна характеристика</i>			
1	Вступ. Поняття про мікро- та наноматеріали; роль та місце таких матеріалів в сучасних методах аналізу.	2	
2	Мікро- та нано-структуровані шари та плівки. Способи одержання, перспективи застосування в аналізі	4	10
	Мембрани, органічні супрамолекулярні системи, Характеристика, особливості застосування в аналізі	4	10
3	Методи дослідження мікро- та нано-матеріалів	4	10
Поточна контрольна робота			
<i>Змістовий модуль 2. Застосування мікро- та наноматеріалів в аналізі</i>			
4	Загальна характеристика мікро- та нано-розмірних аналітичних систем: чіпи, мікроелектроди, планарні світловоди, проточні системи, дистанційне аналітичне обладнання. Поняття про хімічні сенсори і детектори.	4	5
5	Електрохімічні сенсори і детектори та особливості їх застосування в аналізі.	4	10
6	Оптичні хімічні сенсори і детектори та особливості їх застосування в аналізі	4	10
7	Перспективи застосування нано- розмірних систем в сучасних методах аналізу	4	5
Модульна контрольна робота			
УСЬОГО		30	60

Загальний обсяг **90 год.**, в тому числі:

Лекції – **30 год**

Самостійна робота - **60 год.**

Рекомендована література:

Основна:

1. Analytical Chemistry 1st Ed. by Robert Kellner, Matthias Otto, H. Michael Widmer, Wiley-VCH; 1st edition, 1998, 942 p.
2. Robert W. Catrall *Chemical Sensors* (Oxford Chemistry Primers, 52), Oxford University Press, 1997, 80 p
3. Brian R. Eggins. *Chemical Sensors and Biosensors*. Wiley-VCH 2002, 300p.
4. *Principles of Chemical and Biological Sensors*, Ed. by D. Diamond, John Wiley and Sons Inc., New-York, 1998.
5. Хімічні сенсори. Навчальний посібник з курсу Мікроаналітичні системи і сенсори, упорядник О.Ю. Тананайко, Київ 2015, 86 с.

Додаткова:

1. Shaojun Guo, Erkang Wang, Synthesis and electrochemical applications of gold nanoparticles, *Analytica Chimica Acta* 598 (2007) 181–192
2. Jir'i Homola, Sinclair S. Yee, Gunter Gauglitz, Surface plasmon resonance sensors: review, *Sensors and Actuators B* 54 (1999) 3–15.
3. D.C. Harris, *Quantitative Chemical Analysis*, W.H.Freeman and Co, NY, 2000.
4. Inzelt, György, *Conducting Polymers: A New Era in Electrochemistry*, Series: Monographs in Electrochemistry, 2008, XII, 282 p. 82.
5. Mrinmoy De, Partha S. Ghosh, and Vincent M. Rotello, Applications of Nanoparticles in Biology, *Adv. Mater.* 2008, 20, 4225–4241.
6. Paul A. Greenwood*, Gillian M. Greenway, Sample manipulation in micro total analytical systems, *Trends in analytical chemistry*, vol. 21, no. 11, 2002, 726 -740.
7. Miguel Valcaro, Ж Bartolomer M. Simonet, Soledad Car rdenas Ж Beatriz Suarez, Present and future applications of carbon nanotubes to analytical science, *Anal Bioanal Chem* (2005) 382: 1783–1790.
8. 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.
9. 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.
10. 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
11. Jijun Zhao, Xiaoshuang Chen, John R.H. Xie, Optical properties and photonic devices of doped carbon nanotubes, *Analytica Chimica Acta* 568 (2006) 161–170.