

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

хімічний факультет

Кафедра аналітичної хімії



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана
навчальної роботи

В.О. Павленко

Павленко 20__ року

«__» _____ 20__ року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
МІКРОАНАЛІТИЧНІ СИСТЕМИ І СЕНСОРИ**

для студентів

галузі знань **10 Природничі науки**
спеціальність **102 Хімія**
спеціалізація **„Аналітична хімія”**
освітній рівень **“магістр”**
освітня програма **Хімія**
вид дисципліни **навчальний предмет**

Форма навчання **денна**

Навчальний рік **2019/2020**

Семестр **II**

Кількість кредитів ECTS **3**

Мова викладання, навчання та оцінювання **українська**

Форма заключного контролю **іспит**

Викладач (лектор): **Тананайко Оксана Юріївна**

Пролонговано: на **2020/2021** н.р. _____ (_____) «__» _____ 20__ р.

на **2021/2022** н.р. _____ (_____) «__» _____ 20__ р.

КИЇВ – 2019

Розробник:

Тананайко Оксана Юріївна, доцент кафедри аналітичної хімії, к.х.н., доц.

ЗАТВЕРДЖЕНО

В.о.зав. кафедри аналітичної хімії



(О.Ю.Тананайко)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Протокол №6 від "9" квітня 2019 року

Схвалено науково - методичною комісією хімічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Протокол № 4 від "8" травня 2019 року

Голова науково-методичної комісії  (О.С.Роїк)

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 сенсори»– 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 та 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 сенсори на їх основі та мініатюризовані системи аналізу.

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,	ПтК-1, ПтК-2, ПсК	2
1.2	1.2. Знати класифікацію хімічних сенсорів і основи використання кожного з них	лекції, практичні, самостійні	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	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	ПтК-1, ПтК-2, ПсК	15

2.2	2.2. Розробляти чутливі елементів оптичних, електрохімічних та інших видів хімічних сенсорів;	лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПсК	15
2.3	2.3. Оцінювати переваги і недоліки застосування таких сенсорів в аналізі реальних об'єктів;	лекції, практичні, самостійні	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	ПтК-1, ПтК-2, ПсК	5
3.2	3.2. Здатність виконувати передбачені навчальною програмою завдання та операції у співпраці з іншими виконавцями	практичні, самостійні	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	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	самостійні	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	
Знання та вміння											
Знати сталі наукові концепції та сучасні теорії хімії, а також фундаментальні основи суміжних наук.	+	+		+							
Знати та розуміти основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються предметної області, опанованої у ході магістерської програми.	+			+							
Застосовувати отримані знання і розуміння для вирішення якісних та кількісних задач незнайомої природи.	+	+	+	+		+					
Знати методи синтезу та аналізу хімічних сполук.		+	+		+	+					
Знати методи комп'ютерного моделювання структури, параметрів і динаміки хімічних систем.	+	+	+	+							
Знати методологію та організації наукового дослідження.	+	+	+	+							
Знати іноземну мову на рівні B2						+	+		+		
Вміти ясно і однозначно донести результати власного дослідження до фахової аудиторії та/або нефаківців.						+	+		+	+	
Знати методологію процесів навчання й виховання, а також передові методи формування навичок організації самостійної роботи							+	+	+	+	
Здійснювати систематизацію та критичний аналіз даних.	+			+	+	+	+	+			
Планувати, організовувати та здійснювати експериментальну роботу самостійно та автономно.						+	+	+	+	+	
Виконувати обробку результатів досліджень з використанням спеціального програмного забезпечення.				+			+	+	+	+	
Обирати адекватні поставленій задачі методи комп'ютерного моделювання структури, параметрів і динаміки хімічних систем.			+		+	+	+	+	+	+	
Використовувати інформаційно-комунікаційні технології для вирішення загальних професійних задач.					+	+	+	+			
Представляти науковий та практичний матеріал в письмовій та усній формах.	+					+	+	+	+	+	
Представляти результати досліджень англійською мовою	+					+	+	+	+	+	

ПРН	РНД (код)									
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	4.1	4.2
Перекладати фахову літературу та розуміти наукові тексти хоча б однією іноземною мовою	+			+		+	+	+	+	+
Працювати самостійно або в групі, отримати результат у межах обмеженого часу з наголосом на професійну сумлінність та наукову доброчесність		+	+	+	+		+	+	+	
Складати технічне завдання до проекту, розподіляти час, організувати свою роботу, складати звіт.				+	+	+	+	+	+	+
Здійснювати моніторинг та аналіз наукових джерел інформації та фахової літератури.	+		+	+	+	+	+	+		
Використовувати набуті знання та компетенції з хімії для вирішення прикладних задач.				+			+	+		
Аналізувати наукові проблеми та пропонувати їх вирішення на абстрактному рівні шляхом декомпозиції їх на складові, які можна дослідити окремо.	+		+		+	+	+	+	+	+
Інтерпретувати експериментально отримані дані та співвідносити їх з відповідними теоріями в хімії.				+	+	+	+	+	+	+
Комунікація Володіти навичками публічної мови та ведення дискусії з колегами та цільовою аудиторією.				+		+	+	+	+	+
Працювати в міждисциплінарній команді, мати навички міжособистісної взаємодії з урахуванням етичних норм.				+	+	+	+	+	+	+
Використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології для спілкування, обміну та інтерпретації даних.				+		+	+	+	+	+
Автономія та відповідальність Оцінювати ризики у професійній діяльності та здійснювати запобіжні дії.	+								+	+
Брати на себе відповідальність за виконання експериментів.	+								+	+
Діяти соціально та громадянсько свідомо на основі етичних міркувань.				+	+	+	+	+	+	+
Уміти вчитись самостійно для безперервного професійного розвитку.		+	+	+	+		+	+	+	+
Приймати обґрунтовані рішення, нести відповідальність за власні судження та результати.	+		+	+		+	+	+	+	+

7. Схема формування оцінки

Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за 100 - бальною шкалою .
Модульний контроль включає 2 змістовні модулі і комплексний підсумковий модуль (іспит).
Загалом за семестр: 2 модульні контрольні роботи; 7 семінарських занять.

- семестрове оцінювання

- 1.1. Поточна 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 1 (ЗМ1)		Змістовий модуль 2 (ЗМ2)	
	Min. – балів	Max. – бали	Min. – балів	Max. – бали
Поточна контрольна робота	3	5	3	5
Самостійна робота	3	5	3	5
Презентація реферату	3	5	3	5
Модульна контрольна робота	10	15	10	15
Загальна сума	19	30	19	30

При простому розрахунку ПО= ЗМ1+ ЗМ2 + КПМ отримаємо:

	<i>ЗМ1</i>	<i>ЗМ2</i>	<i>Комплексний підсумковий модуль (КПМ) - іспит</i>	<i>Підсумкова оцінка (ПО)</i>
Максимум	30	30	40	100
Мінімум	19	19	22	60
Критичний мінімум	10	10	40	60

Для студентів, які набрали сумарно меншу кількість балів ніж *критично-розрахунковий мінімум – 20 балів* для одержання заліку 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	самост. Робота
<i>Змістовий модуль 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	2	10
	Мембрани, органічні супрамолекулярні системи, Характеристика, особливості застосування в аналізі	4	10
3	Методи дослідження мікро- та нано-матеріалів	4	10
Модульна контрольна робота 1		2	
<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	2	5
Модульна контрольна робота 2		2	
ВСЬОГО		30	60

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

Лекції – **30 год**

Самостійна робота - **60 год.**

Рекомендована література:

1. *Основы аналитической химии*, под. ред. Ю. А. Золотова, т. 1,2,4 М., Высшая школа, 2000.
2. *Аналитическая химия*. В 2 томах под ред. Р. Кельнера, Ж-М Мерме, М. Отто, Г. М. Видмера, М.: Мир, 2004.
3. Р.В. Каттралл, *Химические сенсоры*, М. Научный мир, 2000, 143 с.
4. М. Отто, *Современные методы аналитической химии*, М. Техносфера, 2006.
5. *Principles of Chemical and Biological Sensors*, Ed. by D. Diamond, John Wiley and Sons Inc., New-York, 1998.
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.

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. Mrinmoy De, Partha S. Ghosh, and Vincent M. Rotello, Applications of Nanoparticles in Biology, *Adv. Mater.* 2008, 20, 4225–4241.
7. Paul A. Greenwood*, Gillian M. Greenway, Sample manipulation in micro total analytical systems, *Trends in analytical chemistry*, vol. 21, no. 11, 2002, 726–740.
8. Miguel Valcarcel 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.
9. 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.
10. 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.
11. 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.

12. Jijun Zhao, Xiaoshuang Chen, John R.H. Xie, Optical properties and photonic devices of doped carbon nanotubes, *Analytica Chimica Acta* 568 (2006) 161–170.
13. Jordi Riu, Alicia Maroto, F. Xavier Rius, Nanosensors in environmental analysis, *Talanta* 69 (2006) 288–301.
14. Marek Trojanowicz, Analytical applications of carbon nanotubes: a review, *Trends in Analytical Chemistry*, Vol. 25, No. 5, 2006, 480 – 487.
15. Akira Taguchi, Ferdi SchuËth, Ordered mesoporous materials in catalysis. Review, *Microporous and Mesoporous Materials* 77 (2005) 1–45.
16. Susan E. Ross, Yining Shi, Carl J. Seliskar, William R. Heineman, Spectroelectrochemical sensing: planar waveguides, *Electrochimica Acta* 48 (2003) 3313_3323.
17. Paula C.A. Jer'onomo, 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.