

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

хімічний факультет

Кафедра аналітичної хімії



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана
навчальної роботи

В.О. Павленко

м.р. в.м.х. 20__ року

«__» _____ 20__ року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ МІКРОАНАЛІТИЧНІ СИСТЕМИ І СЕНСОРІ

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



(підпис)

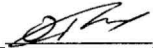
(О.Ю.Тананайко)

(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.Поїк)

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 невідомої 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 нефахівців.						+	+		+	+
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		+	+	+	+		+	+	+	
Скласти технічне завдання до проекту, розподіляти час, організовувати свою роботу, скласти 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:

	ЗМ1	ЗМ2	Комплексний підсумковий модуль (КПМ) - іспит	Підсумкова оцінка (ПО)
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'i' 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 Valcar rcel 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'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.