

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Кафедри хімічної метрології

“ЗАТВЕРДЖУЮ”



Декан хімічного факультету

Олег КАЛУГІН

“31” серпня 2023р.

Робоча програма навчальної дисципліни
Сучасні експрес-методи хімічного аналізу
(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти: перший бакалаврський рівень

галузь знань: 10 природничі науки

спеціальність: 102 хімія, 101 (екологія), 103 (науки про землю), 091 (біологія), 162 (біотехнології та біоінженерія), 104 (фізика і астрономія)

освітня програма: освітньо-професійна програма «Хімія»

спеціалізація

вид дисципліни: за вибором (міжфакультетська)

факультет: хімічний, фізичний, біологічний, екологічний

2023 / 2024 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою хімічного факультету

“30 ” 08 2023 року, протокол №8

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

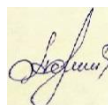
Решетняк Олена Олександрівна, к.х.н., доцент, доцент ЗВО кафедри хімічної метрології;

Нікітіна Наталія Олександрівна, к.х.н., доцент, доцент ЗВО кафедри хімічної метрології.

Програму схвалено на засіданні кафедри хімічної метрології

Протокол від “29 ” 08 2023 року № 2

Завідувач кафедри хімічної метрології



(підпис)

Олег ЮРЧЕНКО

Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної програми “Хімія”

Гарант освітньо-професійної програми “Хімія”



(підпис)

Олег КАЛУГІН

Програму погоджено науково-методичною комісією хімічного факультету

Протокол від “29” 06 8 2023 року № 1

Голова науково-методичної комісії хімічного факультету



(підпис)

Павло ЄФІМОВ

ВСТУП

Програму навчальної дисципліни «Сучасні експрес-методи хімічного аналізу» складено відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів освітньо-кваліфікаційного рівня перший бакалаврський рівень напрямів 102 (хімія), 101 (екологія), 103 (науки про землю), 091 (біологія), 162 (біотехнології та біоінженерія).

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни: ознайомити студентів з теоретичним та методичним забезпеченням тест-методів хімічного аналізу, а саме: матеріалами та середовищами, що застосовуються для виготовлення тест-засобів; візуальними методами виявлення та визначення аналітів; джерелами можливих похибок; методиками статистичної оцінки метрологічних характеристик методу; методами масового аналізу з застосуванням міні-приладів.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни:

1.2.1. Формування наступних загальних компетентностей:

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК3. Здатність працювати у команді.

ЗК4. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.

ЗК7. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).

ЗК11. Здатність бути критичним і самокритичним.

1.2.2. Формування наступних фахових компетентностей:

ЗК2. Здатність розпізнавати і аналізувати проблеми, застосовувати обґрунтовані методи вирішення проблем, приймати обґрунтовані рішення в області хімії.

ЗК10. Здатність до опанування нових областей хімії шляхом самостійного навчання.

ЗК11. Здатність формулювати етичні та соціальні проблеми, які стоять перед хімією, та здатність застосовувати етичні стандарти досліджень і професійної діяльності в галузі хімії (академічна доброчесність).

1.3. Кількість кредитів — 3

1.4. Загальна кількість годин — 90

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна / <u>за вибором</u>	
Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Рік підготовки	
3-й	3-й
Семестр	
5-й	5-й
Лекції	
32 год.	8 год.
Практичні, семінарські заняття	
год.	год.
Лабораторні заняття	
год.	год.

Самостійна робота	
58 год.	82 год.
Індивідуальні завдання	
год.	

1.6. Заплановані результати навчання.

P01. Розуміти ключові хімічні поняття, основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються природничих наук та наук про життя і землю, а також хімічних технологій на рівні, достатньому для їх застосування у професійній діяльності та для забезпечення можливості в подальшому глибоко розуміти спеціалізовані області хімії.

P03. Описувати хімічні дані у символічному вигляді.

P04. Розуміти основні закономірності та типи хімічних реакцій та їх характеристики.

P05. Розуміти зв'язок між будовою та властивостями речовин.

P13. Аналізувати та оцінювати дані, синтезувати нові ідеї, що стосуються хімії та її прикладних застосувань.

P15. Спроможність використовувати набуті знання та вміння для розрахунків, відображення та моделювання хімічних систем та процесів, обробки експериментальних даних.

P17. Працювати самостійно або в групі, отримати результат у межах обмеженого часу з наголосом на професійну сумлінність та наукову добросесність.

P18. Демонструвати знання та розуміння основних фактів, концепцій, принципів та теорій з хімії.

Студенти повинні **знати**: теоретичні засади тест-методів хімічного аналізу, загальні характеристики фізико-хімічних явищ, на яких базується аналітичний сигнал візуальних тест-методів; володіти знаннями, що забезпечують можливість отримання експериментальної оцінки метрологічних характеристик візуальних методик аналізу.

Студенти повинні **вміти**: обрати тест-методику при проведенні аналізу об'єктів навколишнього середовища; застосовувати готові тест-системи для виявлення та напівкількісного визначення аналіту; приготувати колірну тест-шкалу та застосувати її для визначення аналіту за відомою методикою.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Виклад теоретичного матеріалу

Тема 1. Місце та роль експрес-методів в аналітичному контролі. Історія. Основні терміни і поняття.

Місце та роль тест-методів в аналітичному контролі. Історія. Основні терміни і поняття: тестування, тест-засоби, тест-системи, тест-методика, тест-форма. Аналітичні задачі, для вирішення яких застосовуються тест-методи: попереднє оцінювання наявності та напівкількісне визначення вмісту компонентів, оцінювання узагальнених показників об'єкту аналізу. Області застосування тест-методів. Загальна характеристика тест-систем.

Тема 2. Матеріали та середовища, що застосовуються у тест-визначеннях.

Водні та неводні розчини забарвлених сполук. Целюлоза, фільтрувальний папір, реагентний індикаторний папір. Неорганічні іонообмінники. Органічні іоніти. Комплексоутворюючі сорбенти. Полімери, пінополіуретани. Плівки. Сорбенти в індикаторних трубках. Кремнійорганічні сорбенти, волокнисті матеріали та тканини з іонообмінними властивостями. Рослини, організми, тканини та органи як індикатори (біодатчики). Створення нових матеріалів для тест-визначення.

Тема 3. Хімічні основи тестів. Види хімічних тест-реакцій. Загальні відомості. Вимоги, що висуваються до реагентів і тест-реакцій.

Загальні відомості. Вимоги, що висуваються до реагентів і тест-реакцій. Види хімічних реакцій: кислотно-основні, окислювально-відновні, каталітичні (неферментативні, ферментативні), реакції комплексоутворення, реакції синтезу органічних сполук. Вибір та засоби використання реагентів.

Тема 4. Засоби іммобілізації реагентів на твердій матриці. Модифікація сорбентів та середовищ.

Іммобілізація хімічних реагентів за рахунок фізичної сорбції або імпрегнування. Ковалентне щеплення реагентів на папері, кремнеземі, силікагелі. Золь-гель технологія. Застосування поверхнево-активних речовин у якості модифікаторів. Іммобілізація ферментів.

Тема 5. Засоби отримання забарвлених сполук у матриці сорбенту.

Сорбція забарвлених продуктів тест-реакції з розчину на сорбенті, сорбція аналіта на безбарвному сорбенті з подальшою обробкою сорбенту реагентом, утворення забарвлених продуктів реакції аналіта з реагентом, що іммобілізовано на сорбенті, хемосорбція.

Тема 6. Явища, на яких ґрунтується виникнення аналітичного сигналу при тест-визначеннях.

Світлопоглинання. Закон Бугера. Спектри поглинання. Дифузне відбиття. Рівняння Гуревича-Кубелки-Мунка. Спектри дифузного відбиття. Візуальна колориметрія.

Сорбція. Основні види взаємодій сорбенту з речовиною, що виділяється: іонний обмін, молекулярна адсорбція, донорно-акцепторна взаємодія з отриманням комплексних сполук. Характеристики сорбційних процесів: коефіцієнти розподілу, коефіцієнти селективності, обмінна ємність, швидкість встановлення сорбційних рівноваг. Основні характеристики ТШХ: рухомість, коефіцієнт розподілення. Осадочна хроматографія на папері.

Екстракція. Коефіцієнт та константа розподілення. Константа екстракції. Твердофазна екстракція.

Хімічні реакції у розчині та на сорбенті.

Біоіндикатори. Взаємодія компонентів, що підлягають тестуванню, з біоіндикаторами. Властивості, що спостерігаються.

Тема 7. Основні методи вивчення хімічних процесів, що проходять в прозорих та непрозорих середовищах.

Спектрофотометрія розчинів, твердо фазна спектрофотометрія, спектроскопія дифузного відбиття, кольориметрія.

Тема 8. Аналітичний сигнал та засоби його реєстрації при тест-визначеннях. Колірні шкали та прийоми їх побудови. Форма представлення результатів визначення, які були отримані за допомогою колірної шкали.

Візуальна реєстрація зміни або появи забарвлення сорбенту та порівняння інтенсивності забарвлення з колірною шкалою для напівкількісного визначення аналіту. Створення колірних шкал порівняння.

«Проявлення» частинки, що реєструється, на сорбенті. Лінійно-колористичне визначення із застосуванням індикаторних трубок. Вимірювання довжини, площини, інтенсивності забарвленої або знебарвленої зон реагентних паперів. Вимірювання швидкості реакції. Вимірювання біологічної активності біоіндикаторів.

Використання портативних фотометрів-рефлектометрів. Комп'ютерні сканер-технології.

Принципи побудови колірних шкал для напівкількісного визначення: вибір коефіцієнта для побудови шкали, співставлення двох методів побудови шкал: кольориметрії та візуальної колориметрії. Форма представлення результатів визначення, які були отримані за допомогою колірної шкали.

Тема 9. Метрологічні характеристики візуального тестового аналізу. Способи оцінки межі визначення та межі виявлення аналітів за допомогою колірної шкали. Застосування методу візуальної колориметрії для оцінки адитивності аналітичного сигналу.

Експресність. Селективність. Чутливість. Вартість. Доступність. Максимальна похибка визначень за допомогою колірних шкал. Нижня границя концентрацій, що визначаються. Межа виявлення аналіту з застосуванням тест-засобів. Область ненадійної реакції. Методи перевірки функціональної залежності частот виявлення аналіту в області ненадійної реакції. Чисельні методи оцінювання значень нижньої границі концентрацій, що визначаються, та межі виявлення аналіту візуальних тест-методик.

Тема 10. Бінарне тестування (скринінг) великого масиву проб з використанням одного зразка порівняння.

Вимоги до вибору індикаторної реакції для візуального бінарного тестування. Порогова концентрація аналіту в зразку порівняння та способи її оцінки.

Тема 11. Приклади застосування тест-методів у клінічних дослідженнях та при аналізі наркотичних речовин.

Виявлення пари алкоголю, наркотиків, отрутих та вибухових речовин. Клінічний аналіз. Основні методи, що використовуються для виявлення патогенів, зокрема SARS-CoV-2

Тема 12. Приклади застосування тест-методів при контролі вмісту основних речовин та домішок в фармацевтичних препаратах.

Методики аналізу вмісту основних речовин та домішок в фармацевтичних препаратах.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1. Виклад теоретичного матеріалу												
Тема 1. Місце та роль експрес-методів в аналітичному контролі. Історія. Основні терміни і поняття.	6	2				4	5,0	0,5				4,5
Тема 2. Матеріали та середовища, що застосовуються у тест-визначеннях.	6	2				4	6	1				5
Тема 3. Хімічні основи тестів. Види хімічних тест-реакцій. Загальні ві-	6	2				4	9	1				8

домості. Вимоги, що висуваються до реагентів і тест-реакцій.											
Тема 4. Засоби іммобілізації реагентів на твердій матриці. Модифікація сорбентів та середовищ.	6	2			4	9	1				8
Тема 5. Засоби отримання забарвлених сполук у матриці сорбенту.	6	2			4	5,5	0,5				5
Тема 6. Явища, на яких ґрунтується виникнення аналітичного сигналу при тест-визначеннях.	6	2			4	5,5	0,5				5
Тема 7. Основні методи вивчення хімічних процесів, що проходять в прозорих та непрозорих середовищах.	8	3			4	10	1				9
Тема 8. Аналітичний сигнал та засоби його реєстрації при тест-визначеннях. Колірні шкали та прийоми їх побудови. Форма представлення результатів визначення, які були отримані за допомогою колірної шкали.	12	4			8	6,0	0,5				5,5
Тема 9. Метрологічні характеристики візуального тестового аналізу. Способи оцінки межі визначення та межі виявлення аналітів за допомогою колірної шкали. Застосування методу візуальної колориметрії для оцінки адитивності аналітичного сигналу.	12	4			8	12	1,5				10,5
Тема 10. Бінарне тестування (скринінг) великого масиву проб з використанням одного зразка порівняння.	8	3			5	6,0	0,5				5,5
Тема 11. Приклади застосування тест-методів у клінічних дослідженнях та при аналізі наркотичних речовин.	6	2			4	8	-				8
Тема 12. Приклади засто-	6	2			4	8	-				8

сування тест-методів при контролі вмісту основних речовин та домішок в фармацевтичних препаратах.											
Підсумковий контроль	2	2				-					
Усього годин	90	32				58	90	8			82

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Тема 1. Місце та роль експрес-методів в аналітичному контролі. Історія. Основні терміни і поняття. <i>Вивчення лекційного матеріалу та стор. 9-11 література 1</i>	4,0	4,5
2	Тема 2. Матеріали та середовища, що застосовуються у тест-визначеннях. <i>Вивчення лекційного матеріалу та стор. 11-16 література 1</i>	4,0	5,0
3	Тема 3. Хімічні тест-методи аналізу. Види хімічних тест-реакцій. Загальні відомості. Вимоги, що висуваються до реагентів і тест-реакцій. <i>Вивчення лекційного матеріалу</i>	4,0	8,0
4	Тема 4. Засоби іммобілізації реагентів на твердій матриці. Модифікація сорбентів та середовищ. <i>Вивчення лекційного матеріалу та стор. 18-23 література 1</i>	4,0	8,0
5	Тема 5. Засоби отримання забарвлених сполук у матриці сорбенту. <i>Вивчення лекційного матеріалу та стор. 25-29 література 1</i>	4,0	5,0
6	Тема 6. Явища, на яких ґрунтується виникнення аналітичного сигналу при тест-визначеннях. <i>Вивчення лекційного матеріалу</i>	4,0	5,0
7	Тема 7. Основні методи вивчення хімічних процесів, що проходять в прозорих та непрозорих середовищах. <i>Вивчення лекційного матеріалу та стор. 29-38 література 1</i>	4,0	9,0
8	Тема 8. Аналітичний сигнал та засоби його реєстрації при тест-визначеннях. Колірні шкали та прийоми їх побудови. Форма представлення результатів визначення, які були отримані за допомогою колірної шкали. <i>Вивчення лекційного матеріалу та стор. 29-44 література 1</i>	8,0	5,5
9	Тема 9. Метрологічні характеристики візуального тестового аналізу. Способи оцінки межі визначення та межі виявлення аналітів за допомогою колірної шкали. Застосування методу візуальної колориметрії для оцінки адитивності аналітичного сигналу. <i>Вивчення лекційного матеріалу та стор. 44-50 література 1</i>	8,0	10,5
10	Тема 10. Бінарне тестування (скринінг) великого масиву проб з використанням одного зразка порівняння. <i>Вивчення лекційного матеріалу та стор. 50-53 література 1</i>	5	5,5
11	Тема 11. Приклади застосування тест-методів у клінічних дослі-	4,0	8,0

	дженнях та при аналізі наркотичних речовин. <i>Вивчення лекційного матеріалу , написання реферату</i>		
12	Тема 12. Приклади застосування тест-методів при контролі вмісту основних речовин та домішок в фармацевтичних препаратах. <i>Вивчення лекційного матеріалу , написання реферату</i>	4,0	8,0
	Разом	58	82

6. Індивідуальні завдання

Не передбачено навчальним планом.

7. Методи контролю

Письмове опитування з курсу лекцій ; реферат; залікова (письмова робота). При проведенні заліку в дистанційній формі використовуються технічні і програмні засоби, які дозволяють забезпечити аудіо- і відео- фіксацію (ZOOM).

8. Схема нарахування балів (денна форма)

Поточний контроль, самостійна робота			Залікова робота	Сума
Розділ 1	Реферат	Разом		
T1–T5 10 балів	10	40	60	100
T6–T9 10 балів				
T10–T12 10 балів				

T1, T2 ... – теми розділів.

Студент отримує залік у разі виконання усіх видів робіт: самостійні роботи за темами, написання реферату та написання залікової роботи, не менш ніж на 10 балів.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка для заліку
90 – 100	зараховано
70-89	
50-69	
1-49	не зараховано

9. Рекомендована література

Список літератури

1. Хроматографічні та тестові методи аналізу: навчальний посібник: у 2 ч. Ч.1. Тестові методи аналізу / О.О. Решетняк, Н. О. Нікітіна. Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2012. - 92 с.
2. Nikitina N.A., Reshetnyak E.A., Svetlova N.V., Mchedlov-Petrossyan N.O. *Protolytic Properties of Dyes Embedded in Gelatin Films* // J. Braz. Chem. Soc. – 2011. – V. 22, №5. – P. 857-866.
3. Nikitina N., Reshetnyak E., Ivchenko N. Gelatin films with immobilized nitroso-R-salt for the photometric determination of cobalt(II), nickel(II), copper(II) and iron(III) // Cent. Eur. J. Chem. – 2012. – V. 10, № 5. P. 1617-1623.
4. Konovalova O.Yu., Reshetnyak E.A., Pochinok T.B., Anisimovich P.V., Nikitina N.A., Ivchenko N.V. *Solvatochromic and protolytic properties of the indicators in the solidified gelatin gel medium* // Colloids and Surfaces A. – 2017. V. 529. – P. 26-32.
5. Експрес-спосіб визначення йодидів і бромідів в супутньо-пластових водах нафтогазоконденсатних родовищ. Пат. на корисну модель. Україна / Решетняк О.О., Ні-

- мець Н.М., Нікітіна Н.О. — № у 2017 12966. Заявлено 02.01.2018. Надр. 10.07.2018. Бюл. № 13.
6. Спосіб визначення метанолу в супутньо-пластових водах нафтогазоконденсатних родовищ. Пат. на корисну модель. Україна / Решетняк О.О., Німець Н.М., Мельник А.П., Солдатов Є.В., Чернишова О.О. — № у 2018 00725. Заявлено 26.01.2018. Надр. 10.07.2018. Бюл. № 13.
 7. Спосіб визначення вмісту бору в високомінералізованих супутньо-пластових водах нафтогазоконденсатних родовищ. Пат. на корисну модель. Україна / Решетняк О.О., Німець Н.М. — № у 2018 01053. Заявлено 05.02.2018. Надр. 10.07.2018. Бюл. № 13.
 8. Нікітіна Н.О., Решетняк О.О., Чернишова О.С., Власенко Г.С., Беля А.О., Пантелеймонов А.В. Візуальне бінарне тестування домішок метанола в етиловому спирті // Вісник Харківського національного університету, серія "Хімія", 2020, вип. 35 (58), с. 51-61. <https://doi.org/10.26565/2220-637X-2020-35-05>