

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Волинський національний університет імені Лесі Українки
Факультет хімії, екології та фармації
Кафедра хімії та технологій

СИЛАБУС
нормативної навчальної дисципліни
Сучасні методи інструментального аналізу
Підготовки МАГІСТРА
Спеціальності 102 Хімія
освітньої програми Хімія

Луцьк – 2020

Силабус навчальної дисципліни «Сучасні методи інструментального аналізу» підготовки магістра, галузі знань 10 Природничі науки, спеціальності 102 Хімія, за освітньо-професійною програмою Хімія.

Розробник: Кормош Ж.О., професор кафедри хімії та технологій

кандидат хімічних наук, професор

Корольчук С.І., доцент кафедри хімії та технологій,

кандидат хімічних наук, доцент

Савчук Т.І., доцент кафедри хімії та технологій,

кандидат хімічних наук, доцент

Силабус навчальної дисципліни затверджена на засіданні кафедри хімії та технологій

протокол № 1 від 27 серпня 2020 р.

Завідувач кафедри:  (Олексеюк І.Д.)

© Кормош Ж.О., 2020
Савчук С.І.,
Корольчук С.І.

I. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітньо-професійна програма, освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни
Денна форма навчання	10 Природничі науки 102 Хімія Хімія Магістр	Вибіркова
Кількість годин/кредитів <u>90/3</u>		Рік навчання <u>1</u>
		Семестр <u>2</u>
ІНДЗ: <u>немає</u>		Лекції <u>18</u> год.
		Практичні (семінарські) <u> </u> год. Лабораторні <u>40</u> год. Індивідуальні <u> </u> год.
		Самостійна робота <u>110</u> год. Консультації <u>12</u> год.
		Форма контролю: Екзамен

II. Інформація про викладача

Кормош Жолт Олександрович

Кандидат хімічних наук

професор

Професор кафедри хімії та технологій

0505009468, kormosh@vnu.edu.ua

<http://194.44.187.20/cgi-bin/timetable.cgi?n...>

III. Опис дисципліни

1. Анотація курсу. Навчальна дисципліна «Сучасні методи інструментального аналізу» передбачена як нормативна дисципліна для підготовки магістра, галузі знань галузі знань 10 Природничі науки, спеціальності **102 "Хімія"**, за освітньої програмою Хімія.

«Сучасні методи інструментального аналізу» - це окрема навчальна і наукова дисципліна, що є невід'ємною, складовою частиною навчального плану спеціальності, в якій спеціально приділено підвищену увагу проблемам, аспектам, законам, принципам, тенденціям, методам сучасного інструментального аналізу, необхідним для освоєння майбутніми магістрами.

2. Курси, на яких базується вивчення даної дисципліни «Загальна та неорганічна хімія», „Аналітична хімія та інструментальні методи хімічного аналізу”, „Органічна хімія”, «Інформаційні технології», «Фізика» та ін.

3. Мета викладання навчальної дисципліни «Сучасні методи інструментального аналізу» полягає у засвоєнні основних понять аналітичної хімії, різновидів аналізу і тактики його проведення при використанні інструментальних методів, а також основних аналітичних,

метрологічних характеристик методів і методик та методології їх оцінки, теоретичних основ і практики застосування інструментальних методів аналізу із числа електрохімічних, спектроскопічних, радіометричних, хроматографічних, та інших, в т.ч., гібридних та комбінованих методів аналізу. Набуття навичок практичної роботи з аналізу речовин та матеріалів, засвоєння основних способів одержання інформації про хімічний склад. Ознайомлення із сучасними інструментальними методами якісного та кількісного хімічного аналізу.

Завданням вивчення дисципліни «Сучасні методи інструментального аналізу» є теоретична та практична підготовка магістрів з питань: сутності понять і категорій методологій сучасних інструментальних методів аналізу; організації процесу наукового дослідження; вибору об'єктів наукового дослідження; застосування теоретичних та емпіричних методів дослідження; методик дослідження, їх змісту і принципів розробки; планування науково-дослідних робіт; діалектики як системи принципів; специфіки наукового пізнання; типології методів наукового пізнання; сутності понять синергетики і евристики; змісту та структури процесу наукового дослідження; оформлення результатів наукових досліджень; визначення економічної ефективності наукових досліджень; вміння пошуку наукової інформації та користуватися наукометричними базами даних.

4.Результати навчання (компетентності):

Курс має на меті сформувані та розвинути наступні **компетентності** магістрантів:

а) знати: Основні принципи та можливості застосування на практиці поширених інструментальних методів хімічного аналізу. Основи аналітичної хімії – методологію проведення аналізу – основні етапи аналізу, способи вимірювання аналітичного сигналу та вплив на сигнал різних факторів: природи та концентрації аналіту, сторонніх компонентів, режимів роботи апаратури, тощо. Важливіші хіміко-аналітичні, метрологічні та експлуатаційні характеристики поширених інструментальних методів аналізу. Принципи методик визначення аналітів органічної та неорганічної природи, а також деяких фізико-хімічних інтегральних показників об'єктів аналізу.

б) вміти: Використовувати поширені інструментальні методи для вирішення конкретних завдань хімічного аналізу. Вибирати при аналізі реальних об'єктів найбільш придатні із доступних інструментальних методів. Проводити відбір проб, їх підготовку до аналізу вибраним методом, вимірювання аналітичного сигналу, стандартизацію вимірювань та обробку результатів аналізу з їх критичним оцінюванням.

Загальні компетентності. Здатність до проведення самостійних наукових досліджень. Набуття компетентностей ініціювання та виконання наукових досліджень, які дають можливість переосмислити наявні та отримати нові знання. Творчість. Здатність до генерування нових ідей, абстрактне мислення, досягнення наукових цілей, знаходити найкращі рішення в нових умовах та ситуаціях. Здатність працювати у команді. Здатність виконувати наукові дослідження в групі, розуміючи відповідальність за результати роботи, вимоги дисципліни, планування та управління часом. Здатність розробляти та управляти науковими проектами. Комунікаційні навички. Здатність до спілкування з різними цільовими аудиторіями, представляти складну інформацію у зручний та зрозумілий спосіб, презентації результатів власного дослідження усно і письмово, використовуючи відповідну лексику, методи, інформаційно-комунікаційні технології та технічні засоби. Етичні установки. Вміння користуватися наукометричними базами даних.

Дотримання етичних принципів в наукових дослідженнях, чесності та порядності в професійній діяльності та повсякденному житті. Здатність до пошуку, оброблення на аналізі інформації з різних джерел. Навички презентації результатів власного наукового дослідження та проведення дискусії в усній та письмовій формі. Здатність планувати, проектувати та виконувати наукові проекти, складати пропозиції щодо фінансування наукових досліджень.

Програмні результати навчання

Започаткування, планування, реалізація та коригування послідовного процесу ґрунтовного наукового дослідження з дотриманням належної академічної доброчесності.

Здатність самостійно проводити наукові дослідження та приймати рішення. Здатність формулювати власні авторські висновки, пропозиції та рекомендації. Здатність усвідомлювати та нести особисту відповідальність за одержані результати дослідження. Здатність до безперервного саморозвитку та самовдосконалення.

5. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин						
	Усього	у тому числі					
		Лек.	Практ. (Семін.)	Лаб.	Конс.	Сам.	
Змістовий модуль 1. Методологія хімічного аналізу та електрохімічні методи							
Тема 1. Методологія інструментальних методів аналізу (процес аналізу)		2		2			
Тема 2. Потенціометрія. Хімічні сенсори		4		14			
Тема 3. Вольтамперометрія (Полярографія)		2		2			
Тема 4. Кулонометрія, кондуктометрія та електрофорез		2		2			
Разом за змістовим модулем 1		10		20			
Змістовий модуль 2. Спектрометричні та гібридні методи аналізу							
Тема 5. Методи молекулярної спектроскопії. Спектрофотометричний метод аналізу. Фотометрія.		2		10			
Тема 6. Люмінесцентні методи аналізу. Флюориметрія та рентгенфлюорисцентний аналіз		2		6			
Тема 7. Методи атомної спектроскопії. АЕС та ААС		2		2			
Тема 8. Хроматографія. (ГХ та ТШХ)		2		2			
Разом за змістовим модулем 2		8		20			
Усього годин		18		40			

6. Зміст самостійної та індивідуальної роботи

1. Основні методи розділення та концентрування
2. Електрогравіметрія: принцип та використання
3. Основи кондуктометрії, високочастотне титрування
4. Стандартний водневий, хінгдронний, сурм'яний електроди
5. Хімічні кулонометри та автоматичні кулонометричні аналізатори
6. Полярографічні максимуми - їх природа та способи усунення
7. Методи кількісного ВА аналізу (градувального графіку, добавок, тощо)
8. Криві амперометричного титрування, амперометричні сенсори
9. Методи кількісного фотометричного аналізу
10. Типи сполук, які використовуються у фотометрії
11. Оптичні сенсори
12. Використання люмінесценції в хімічному аналізі
13. Природа рентгенівського випромінювання. Закон Мозлі. Гальмівне та характеристичне X-випромінювання.
14. Методи ІЧ та КР-спектроскопії в хімічному аналізі
15. Радіометрія – основні принципи та використання.

16. Активаційний аналіз – принцип, різновиди та використання.
17. Методи визначення концентрації в атомно-емісійному спектральному аналізі
18. Використання кінетичних методів в хімічному аналізі
19. Протічно-інжекційні методи аналізу

7. Питання до екзамену з дисципліни «Сучасні методи інструментального аналізу»

1. Методологія інструментальних методів хімічного аналізу

Завдання, проблеми, особливості аналітичної хімії, роль та місце інструментальних методів у вирішенні проблем аналітичної хімії та інших наук. Класифікація інструментальних методів аналізу. Особливості, переваги та недоліки інструментальних методів у порівнянні з класичними хімічними методами аналізу. Коротка історія розвитку інструментальних методів аналізу. Вимоги до методів аналізу та їх метрологічні характеристики. Чутливість, точність, правильність, відтворюваність, селективність, експресність, інформативність, простота, вартість, автоматизація, стандартизація, комп'ютеризація, продуктивність, локальність, дистанційність, мініатюризація, хемометрика. Хіміко-аналітичні характеристики методик аналізу. Етапи аналітичної роботи. Пробопідготовка. Методи розділення та концентрування. Обробка експериментальних даних. Сучасний стан та перспективи розвитку інструментальних методів аналізу. Роль та місце інструментальних методів хімічного аналізу при вирішенні технологічних, виробничих, наукових проблем та питань охорони навколишнього середовища, експертизи, розвитку інших наук, людської цивілізації.

2. Потенціометричні методи аналізу

Теоретичні основи та суть методів потенціометричного аналізу. Рівняння Нернста. Пряма потенціометрія (іонометрія) та потенціометричне титрування. Механізм виникнення електродних потенціалів. Класифікація електродів. Електронообмінні - 1-го роду, 2-го роду, 3-го роду, окисно-відновні. Рівняння, що описують залежність потенціалу електродів від різних факторів. Іонообмінні - іон-селективні мембранні електроди: тверді, рідкі, гомогенні, гетерогенні, скляні, кристалічні, з іонообмінником, з нейтральним переносником. Рівняння Нікольського в описі поведінки іон-селективних електродів. Схема вимірювання потенціалів. Апаратура. Індикаторні електроди та електроди порівняння. Стандартний водневий електрод - конструкція, використання. Конструкція, використання, потенціали хлор-срібного та каломельного електродів. Скляний рН-електрод. Електрод для визначення флуорид-іонів. Пластифіковані мембранні електроди для визначення іонів нітрату, калію, кальцію, амонію. Твердотільні електроди на основі сульфідів та галогенідів срібла. Методи кількісного потенціометричного аналізу. Метод градувального графіка, метод добавок, потенціометричне титрування. Обробка результатів потенціометричного аналізу. Методи обробки кривих титрування. Перша, друга похідна, метод Грана. Області практичного використання потенціометрії. Хіміко-аналітичні та метрологічні характеристики методів потенціометрії. Переваги, недоліки методів. Перспективи розвитку методів потенціометрії. Споріднені до потенціометрії методи. Потенціометричні датчики - сенсори. Поняття про сенсорну техніку. Класифікація сенсорів. Використання електрохімічних сенсорів. Іон-селективні польові транзистори.

3. Кулонометрія, кондуктометрія та електрофорез

Класифікація електрохімічних методів аналізу. Основні закони та поняття електрохімії. Закони електролізу Фарадея. Закономірності, особливості електролізу розчинів та розплавів, ряд напруг. Принципова схема електролізної установки. Внутрішній електроліз.

Приклади використання електролізу в аналізі та технології. Проблеми селективності електровиділення речовин. Напруга розкладу. Перенапруга виділення. Метрологічні характеристики електрогравіметрії. Електропровідність розчинів. Вплив різних факторів на електропровідність розчинів. Рухливість іонів. Закон Кольрауша. Числа переносу. Питома, еквівалентна електропровідність та опір. Обладнання для проведення кондуктометричних визначень. Криві кондуктометричного титрування. Особливості височастотного титрування, його можливості та переваги. Аналітичні характеристики кондуктометричного аналізу. Проблеми селективності кондуктометрії. Використання кондуктометрії в аналізі. Визначення якості дистильованої води. Кондуктометричні детектори. Кондуктометричні газові сенсори. Основні принципи електрофоретичного розділення речовин. Особливості вискоефективного капілярного електрофорезу – обладнання та використання.

Кулонометрія. Принцип методу. Висновки із законів Фарадея. Вихід за струмом та його значення в кулонометричному аналізі. Різновиди методів кулонометрії. Пряма кулонометрія та кулонометричне титрування. Потенціостатична та амперостатична кулонометрія. Принципові схеми кулонометричних установок. Способи встановлення кількості електричного струму при кулонометричних визначеннях. Залежність сили струму від часу електролізу. Розрахунковий метод визначення кількості електричного струму. Кулонометри: гравіметричні, титриметричні (титраційні), газові; їх конструкція та принцип роботи. Способи встановлення моменту завершення електрохімічної реакції: за допомогою кольорових індикаторів, потенціометричними, амперометричними та кондуктометричними методами. Типи реакцій, які використовують в кулонометрії. Області використання та метрологічні характеристики кулонометрії. Точність методу та фактори від яких вона залежить. Чутливість кулонометричних визначень. Обґрунтування мінімальної визначуваної кількості речовини. Переваги кулонометричного титрування. Зовнішня та внутрішня генерація титранту. Кулонометрія як абсолютний метод аналізу мілі-ультрамикро-кількостей речовин. Використання кулонометрії для визначення органічних речовин. Кулонометричне визначення міді, срібла, золота, хлоридів та деяких інших речовин.

4. Вольтамперометрія, полярографія

Полярографія. Короткі історичні відомості розвитку методу. Принцип методу. Поляризація електродів. Дифузійний, міграційний та конденсаторний струми, їх роль у вольтамперометричних методах аналізу. Полярографічні максимуми: причини, використання та способи усунення. Типи електродів. Класифікація методів вольтамперометрії (різновиди). Класифікація за формою прикладеної напруги та за способом реєстрації полярограм. Принципова схема полярографа. Рівняння Ільковича. Ртутний крапельний електрод, його переваги над іншими електродами. Полярографічний спектр, полярографічна хвиля та її характеристика. Якісний та кількісний полярографічний аналіз. Методи кількісного полярографічного аналізу. Оборотні та необоротні електрохімічні процеси, їх вплив на форму полярографічної хвилі та аналітичні характеристики методу. Вольтамперометрія на твердих електродах. Особливості методів зміннострумової, диференційно-імпульсної, з лінійною розгорткою потенціалу (осцилографічної), інверсійної вольтамперометрії. Порівняльна оцінка різних вольтамперометричних методів аналізу. Амперометрія. Амперометричне титрування та його криві. Амперометричні сенсори. Метрологічні характеристики та використання методів вольтамперометрії.

5. Фотометричний метод аналізу (молекулярна спектроскопія)

Основні принципи спектроскопічних методів аналізу. Класифікація методів спектроскопії: за природою взаємодії електромагнітного випромінювання з речовиною, за довжиною хвилі випромінювання, за природою поглинаючої системи. Поглинання світла. Основний закон світлопоглинання - Бугера-Ламберта-Бера. Молярний коефіцієнт поглинання - фізичний зміст. Відхилення від основного закону світлопоглинання та їх причини. Способи зображення спектру світлопоглинання речовин. Принципова схема фотоелектроколориметра та спектрофотометра. Правила вибору світлофільтра. Методи кількісного фотометричного аналізу: градувального графіку, добавок, стандартів, молярного коефіцієнта поглинання.

Диференційна спектрофотометрія. Розчини порівняння у фотометрії. Класифікація сполук, які використовуються у фотометричному аналізі. Фотометричні, екстракційно-фотометричні, сорбційно-фотометричні методи аналізу. Спектрофотометричне титрування. Криві спектрофотометричного титрування. Оптичні хімічні сенсори. Волокно-оптичні сенсори, оптроди.

6. Люмінесцентні методи аналізу

Принцип методу, характерні признаки люмінесценції. Механізм люмінесцентного випромінювання. Класифікація люмінесценції за типом джерела збудження і за механізмом виникнення. Флюорисценція та фосфорисценція, особливості процесів. Енергетичний та квантовий виходи люмінесценції, співвідношення між ними. Основні закони та правила люмінесценції. Закон Стокса-Ломеля, правило дзеркальної симетрії Левшина. Залежність інтенсивності люмінесценції від концентрації речовини. Гашення люмінесценції. Види гашення: першого та другого роду. Концентраційне гашення флюорисценції. Вплив температури на інтенсивність люмінесценції. Вплив домішок на інтенсивність люмінесценції. Апаратура флюоресцентного аналізу. Ефект Шпольського Використання флюоресценції в аналізі. Метрологічні характеристики флюориметричних методів. Хемілюмінесцентні методи аналізу – основні принципи та приклади використання.

Рентгенівські методи аналізу. Природа рентгенівського випромінювання. Гальмівне випромінювання. Характеристичне рентгенівське випромінювання. Закон Мозлі. Поглинання та розсіювання рентгенівського випромінювання. Класифікація рентгенівських методів аналізу. Рентгенфлюорисцентний (спектральний) метод аналізу (РФС). Принцип методу. Апаратура. Принципова схема. Якісний та кількісний РФС. Пробопідготовка в РФС, стандарти. Використання та метрологічні характеристики РФС. Коротка характеристика можливостей інших рентгенівських методів (Оже-спектроскопія, ЕСХА, РФА).

7. Методи атомної спектроскопії.

Атомно-емісійна спектроскопія. Принцип методу. Короткий історичний огляд становлення та розвитку АЕС. Емісійні атомні спектри - їх природа та характеристики. Оптична схема АЕС. Джерела збудження (атомізації). Електрична дуга постійного та змінного струму, високовольтна конденсована іскра, плазмотрон, індуктивно-збуджена плазма (ІЗП), полум'яні атомізатори, газорозрядні трубки зниженого тиску, лазерні атомізатори. Монохроматори, фотоприймачі. Стилоскопи, спектрографи, спектрометри, квантометри. АЕС-ІЗП. Якісний та кількісний спектральний аналіз. Методи кількісного спектрального аналізу. Ряди летучості. Вплив різних факторів на величину аналітичного сигналу. Стандарти. Спектрохімічні буфери. Використання та метрологічні характеристики методів спектрального аналізу. **Полум'яна фотометрія.** Полум'яний атомний та молекулярний емісійний аналіз. Аналітичні можливості та характеристики методу. Апаратура методів. Методи визначення лужних елементів та неметалів. Фактори, які впливають на величину та відтворюваність аналітичного сигналу в полум'яній фотометрії.

Атомно-абсорбційна спектроскопія. Принцип методу. Короткий історичний огляд становлення та розвитку ААС. Принципова схема ААС. Закономірності поглинання світла атомами. Причини відхилення від основного закону світлопоглинання. Основні джерела атомізації: полум'яні та електротермічні атомізатори - аналітичні можливості та метрологічні характеристики. Джерела монохроматичного випромінювання. Лампи з порожнистим катодом. Модуляція світла при зменшенні впливу фонового емісійного випромінювання. Корекція фону на основі ефекту Земана. Вплив різних факторів на величину аналітичного сигналу в ААС. Матричні ефекти. Ефект пам'яті. Температура, струм лампи, природа та співвідношення горючих газів. Програмування температури в ААС-ЕТА

8. Хроматографія

Теоретичні основи хроматографії. Принцип хроматографічного розділення, його особливості та відмінності від інших методів розділення речовин. Загальні риси хроматографічних методів. Важливіші поняття: нерухома фаза (сорбент, адсорбент, абсорбент, носій), рухома фаза, елюент, хроматографічний шар, хроматограма, якісні та кількісні

характеристики хроматограми. Класифікації хроматографії: за агрегатним станом фаз, за механізмом елементарного акту, за способом відносного переміщення фаз, за апаратурним оформленням процесу, за призначенням. Принципова схема сучасного хроматографа. Розмивання зон, ефективність колонки, число теоретичних тарілок, висота еквівалентна одній теоретичній тарілці (ВЕТТ). Рівняння ВЕТТ. Характеристика аналітичного сигналу. Елюційні та кількісні характеристики хроматограми.

Газова хроматографія. Газо-адсорбційна (твердофазна) та газо-розподільна (рідинна) хроматографії. Адсорбенти, носії, нерухомі рідкі фази, рухомі фази їх різновиди та основні властивості. Рівняння Ван-Демтера. Апаратура методу газової хроматографії. Основні вузли обладнання. Види детекторів та їх характеристика (катарометр, полум'яно-іонізаційний, полум'яно-фотометричний, електронозахоплюючий). Ізотермічний та режим програмування температури. Області використання ГХ.

Рідинна хроматографія. Колонкова низького тиску, вискоефективна, капілярна, тонкошарова, паперова. Нерухомі та рухомі фази рідинної хроматографії. Вибір фаз у рідинній хроматографії. Прямі та обернені фази. Апаратура вискоефективної рідинної хроматографії. Приклади хроматографічних розділень методом ВЕРХ. Основні метрологічні характеристики методу ВЕРХ. **Тонкошарова хроматографія.** Апаратурне оформлення процесу. Способи одержання хроматограм (висхідна, низхідна, радіальна, двомірна). Техніка одержання ТШХ хроматограм. Проявники в методі ТШХ. Якісний та кількісний аналіз методом ТШХ. Фактор утримування R_f . Метрологічні характеристики та області використання методу. Переваги та недоліки методу. **Іонообмінна хроматографія.** Суть та теоретичні основи методу. Іоніти. Іонний обмін. Класифікація іонітів, властивості іонітів. Аніоніти, катіоніти, амфоліти. Обмінна ємність іонітів. Набухання іонітів. Вимоги, які ставляться до іонітів. Коротка характеристика найбільш важливих іонітів. Використання іонного обміну в хімії. Сорбційні ряди іонів. Використання іонообмінної хроматографії в аналізі.

9. Кінетичні та автоматизовані методи хімічного аналізу

Особливості кінетичних методів та їх місце серед інших методів аналізу. Класифікація кінетичних методів аналізу. Індикаторна реакція та індикаторна речовина. Швидкість та константа швидкості індикаторної реакції. Парціальний та загальний порядок реакції. Молекулярність реакції. Аналітичний сигнал в кінетичних методах та способи його вимірювання. Диференційне рівняння швидкості реакції першого чи псевдопершого порядку. Інтегральні рівняння швидкості реакції нульового чи псевдо-нульового порядку та першого чи псевдо-першого порядку. Каталіметрія. Поняття про каталізатор та субстрат реакції. Диференційні та інтегральні методи визначення каталізаторів. Застосування активування в аналітичній хімії. Визначення активаторів та інгібіторів. Області застосування кінетичних методів аналізу. Метрологічні характеристики кінетичних методів аналізу. Автоматизація хімічних та фізико-хімічних методів аналізу. Протічно-інжекційний аналіз (ПІА). Обладнання ПІА та послідовного інжекційного аналізу – важливіші особливості, характеристики та використання. **Термічні методи аналізу.** Термогравіметрія - основні принципи методу та використання. Диференційний термічний аналіз, диференційна скануюча калориметрія. Принципи методів. Використання та аналітичні характеристики методів.

10. Ядерні та ізотопні методи хімічного аналізу (радіометричні, мас- та ЯМР-спектрометричні)

Теоретичні основи **радіометричних методів аналізу.** Закон радіоактивного розпаду. Види радіоактивного розпаду. Взаємодія радіоактивного випромінювання з речовиною. Методи реєстрації радіоактивного випромінювання. Іонізаційні та сцинтиляційні детектори, принципи їх роботи. Методи кількісного аналізу: мічених атомів, активаційний аналіз, ізотопне розведення, радіометричне титрування - їх використання та аналітичні характеристики.

Мас-спектрометрія - основні принципи методу. Історичні відомості розвитку МС. Важливіші способи іонізації у мас-спектрометрії (електронний удар, хімічна іонізація, матрицею-асистована лазерна десорбційна іонізація (МАЛДІ), електророзпилення, бомбардування

швидкими атомами). Індуктивно-збуджена плазма як джерело іонів у мас-спектрометрії неорганічних сполук. Способи іонізації, що придатні для одержання молекулярних піків полярних та високомолекулярних сполук. Аналізатори іонів. Секторні (магнітні та електричні), часоплинний, іон-пастковий, квадрупольний аналізатори мас. Детектори у мас-спектрометрії. Обробка даних у мас-спектрометрії. Бази мас-спектрометричних даних (NIST). Хромато-мас-спектрометрія – основні принципи, використання в контролі суперекотоксикантів, допінгів та при ідентифікації речовин.

Основні принципи ЯМР спектрометрії. ЯМР-активні ядра. Принципова схема ЯМР-спектрометра. Характеристики аналітичного сигналу у ЯМР-спектроскопії. Особливості одержання інформації у ПМР-спектрометрії. Імпульсні методи ЯМР при ідентифікації органічних сполук. Мультиплетність сигналів та константи спіні-спінової взаємодії. Розшифрування (віднесення сигналів) спектрів ^1H ЯМР. Програми теоретичного прогнозу та розшифрування ЯМР спектроскопічних даних.

7. Політика оцінювання

У разі пропуску студентом лабораторних занять та модульних контрольних передбачається їх відпрацювання.

8. Підсумковий контроль

Формою підсумкового семестрового контролю є екзамен і у випадку незадовільної підсумкової оцінки студент може добрати бали, виконавши певний вид робіт (наприклад, усно здати одну із тем, або перездати якусь тему).

9. Шкала оцінювання

Оцінка в балах за всі види навчальної діяльності	Оцінка
90 – 100	Відмінно
82 – 89	Дуже добре
75 - 81	Добре
67 -74	Задовільно
60 - 66	Достатньо
1 – 59	Незадовільно

10. Рекомендована література

Основна

1. Аналитическая химия. Проблемы и подходы. в двух томах./под ред. Р.Кельнер, Ж.-М. Мерме, М.Отто, Г.М.Видмер/пер с англ. под ред. Ю.А.Золотова.: Мир, АСТ.-Москва.-2004.(Т1.-608 с.; Т2.-729 с.)
2. Ю.А.Золотов, В.И. Вершинин. История и методология аналитической химии. Учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений. - М.:Издательский центр «Академия».-2007.-464 с.
3. Основы аналитической химии. В 2-х книгах. Учебник для вузов/Ю.А.Золотов, Е.Н.Дорохова, В.И.Фадеева и др./под ред Ю.А.Золотова 2-е изд перераб. и доп.-М.Высшая

- школа.-2002. (Кн.1.Общие вопросы.Методы разделения.-351 с. Кн.2.Методы химического анализа.-494 с., *Практическое руководство.-2003.-463 с., Задачи и вопросы.-2002.-413 с.*)
4. М. Отто Современные методы аналитической химии (в 2-х томах)Том I. Москва: Техносфера, 2003. - 416с.
 5. М. Отто Современные методы аналитической химии (в 2-х томах)Том II. Москва: Техносфера, 2004.- 288с.
 6. Данцер К. , Тан Э., Мольх Д. Аналитика. Систематический обзор. Пер. с нем./ Под ред. Ю.А.Клячко.- М.:Химия,1981.-280 с.
 7. Руководство по аналитической химии. (Analyticum). Пер. с нем. /Под ред Ю.А.Клячко.- М.Мир,1975.-464 с.
 8. Юинг Д. Инструментальные методы химического анализа. /Пер. с англ. М.: Мир, 1989. – 608 с.
 9. Пилипенко А.Т., Пятницкий И.В. Аналитическая химия. Книга 1-2.- М.: Химия, 1990.-846 с.
 10. Янсон Э.Ю., Путнинь Я.К. Теоретические основы аналитической химии. М.: Высшая школа, 1989.
 11. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. М.: Химия, 1989.- 447 с.
 12. К.Дёрффель. Статистика в аналитической химии. Пер. с нем.-М.Мир, 1994.-268 с.
 13. Дворкин В.И. Метрология и обеспечение качества количественного химического анализа.- М.:Химия, 2001.-263 с.
 14. Бланк А.Б. Аналитическая химия в исследовании и производстве неорганических функциональных материалов.- Харьков: «Институт монокристаллов»,2005.-352 с.
 15. Бабко А.К., Пилипенко А.Т., Пятницкий И.В., Рябушко О.П. Физико-химические методы анализа. –М., 1968.
 16. Крешков А.П. Основы аналитической химии. Физико-химические (инструментальные) методы анализа –М.:Химия, 1970.-472 с.
 17. Пиккеринг У.Ф. Современная аналитическая химия. – М., 1977.
 18. Алесковский Б.А. и др. Физико-химические методы анализа. Практическое руководство. М.:Химия,1964.-560 с.
 19. Ляликов Ю.С. Физико-химические методы анализа. 4-е изд. М.Л.:Химия,1964.-560 с.
 20. Васильев В.П. Аналитическая химия. В 2 ч. Учебник для химико-технологических специальностей вузов.-М.:Высшая школа, 1989.
 21. Булатов М.И., Калинин И.П. Практическое руководство по фотометрическим методам анализа. 5-е изд.- Л.:Химия,1986.-432 с.

Додаткова (англомова) література

22. Francis Rouessac, Annick Rouessac Chemical analysis : modern instrumentation and methods and techniques /translated by Steve Brooks and Francis and Annick Rouessac. - 2nd ed. -2007 by John Wiley & Sons Ltd,-586 p.
23. D.Harvey Modern analytical chemistry.- McGraw-Hill, 2000.- 814 p.
24. Skoog D.A., West M.D., Holler F.J. Analytical Chemistry. An Introduction. 6th ed. Philadelphia etc: Saunders College Publishing, 1994.- 612 p.
25. F.W. Fifield, D. Kealey. Principles and Practice of Analytical Chemistry /Fifth Edition Blackwell Science Ltd.-2000.-564 p.
26. Handbook of Instrumental Techniques for Analytical Chemistry /Ed. F. Settle.-Prentice Hall PTR.-1997.-995 p.
27. Harris D.C. Quantitative chemical analysis. 7-ed.-Freeman&company.New-York. .-2007.-807 p.
28. Handbook of Analytical Techniques/edited by Helmut Giinzler and Alex Williams.-WILEY-VCH.-2001.-1183 p.

29. D. Kealey, P. J. Haines Analytical Chemistry /The INSTANT NOTES series.-Taylor & Francis e-Library.- 2005.-343 p.
30. G. Currell. Analytical Instrumentation performance characteristics and quality/series Analytical Techniques in the Sciences (AnTS).- JOHN WILEY & SONS,-2000.-308 p.
31. Bruno, Thomas J. Handbook of basic tables for chemical analysis/ 2nd ed.-CRC PRESS Boca Raton London New York Washington, D.C. 2003.-621p.
32. Practical Guide to Chemometrics / Edited by Paul Gemperline // LLC CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group Boca Raton London New York.-2006.-520 p.
33. Statistics and chemometrics for analytical chemistry / James N. Miller and Jane C. Miller. — 5th ed. Pearson Education Limited.- 2005.-285 p.
34. Robert de Levie. How to use excel® in analytical chemistry and in general scientific data analysis.- Cambridge university press.-2004.-488 p.
35. K. Danzer Analytical Chemistry Theoretical and Metrological Fundamentals Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2007.-316 p.
36. Comprehensive Analytical Chemistry. Volume 47 / Eds S. Ahuja and N. Jespersen .- Elsevier. 2006.- 865 p.
37. Vogel's textbook of quantitative chemical analysis. - 5th ed. 1. Quantitative analysis /rev. Jeffery, G. H. et al.- Longman Scientific & Technical.-1989.-900 p.
38. James W. Robinson, Eileen M. Skelly Frame, George M. Frame II Undergraduate instrumental analysis 6th Ed.- Marcel Dekker, New-York, 2005.-1083 p.
39. G. Inzelt et al. (eds.), Handbook of Reference Electrodes, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013.-345 p.

Наукові статті та патенти

1. Zubenia N., Kormosh Z., Semenyshyn D., Kochubei V., Korolchuk S., Savchuk T. Design and application of levamisole-selective membrane sensor // Anal. Bioanal. Electrochem. – 2016. – Vol. 8, № 4. – P. 466-477.
2. Ж. Кормош, Т. Савчук. Потенциометрический сенсор для определения повидон-йода // Химико-фармацевтический журнал. – 2016. – Т. 50, № 8. – С. 59-60.
3. Зубеня Н.В., Кормош Ж.О. Сенсор для визначення ампролію гідрохлориду у фармацевтичних препаратах // Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія Хімія. – 2016. – № 1(35). – С. 53 – 55.
4. Кормош Ж., Сливка Н., Боркова С., Супрунович С., Дубняк Т. Хемосенсор для визначення Hg(II) // Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія Хімія. – 2016. – № 2(36). – С. 33 – 35.
5. Кормош Ж., Боркова С., Супрунович С., Очко Т. Хемосенсор для визначення Fe(III) // Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія Хімія. – 2016. – № 2(36). – С. 41 – 44.
6. Zubenia N., Kormosh Z., Saribekova D., Sukharev S. Potentiometric membrane sensors for levamisole determination // Mediterranean Journal of Chemistry. – 2016. – 6(2). – P. 7-14. DOI: 10.13171/mjc61/016111516/kormosh
7. I. Antal, M. Koneracka, V. Zavisova, M. Kubovcikova, Zh. Kormosh, P. Kopcansky. Statins Determination: A Review of Electrochemical Techniques // Critical Reviews in Analytical Chemistry. – 2017. 47:6, 474-489, DOI: 10.1080/10408347.2017.1332973; <http://dx.doi.org/10.1080/10408347.2017.1332973>
8. Кормош А. Ж., Кормош Ж. О., Павленко Ю.Л., Бохан Ю.В., Савчук Т. І., Корольчук С. І. Потенціометричний сенсор для визначення мелоксикаму // Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія Хімія. – 2017. – № 1(37). – С. 74 – 78.
9. Семенишин Д.І., Зубеня Н.В., Кочубей В.В., Кормош Ж.О., Ягольник С.Г. Синтез, ІЧ спектроскопічне та термогравіметричне дослідження іонних асоціатів левамизолу з еозином Y,

- еозином В та йод еозином // Вісник національного університету «Львівська політехніка». Серія : Хімія, технологія речовин та їх застосування. – 2017. – № 868. – С. 62 – 69.
10. Ткач В.В., Іванушко Я.Г., Куковська І.Л., С.С. де Олівейра, Ягодинець П.І., Кормош Ж. О. Дослідження стійкості стаціонарного стану при електрохімічному визначенні аскорбінової та сечової кислот на карбоновому або полімерному електроді, модифікованому специфічним естером молібденової кислоти // Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія Хімія. – 2017. – № 2(38). – С. 66-72.
11. Ткач В.В., Луканьова С.М., С.С. де Олівейра, Ж.Р. де Сільва, Ожані Р., Парамо-Гарсія У., Ягодинець П.І., Кормош Ж. О. Теоретичне вивчення стійкості систем з дією електрохімічного сенсору на основі скло вугільного електроду, або перетисненого поліпіролу, модифікованого флаваноїдами // Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія Хімія. – 2017. – № 2(38). – С. 80-88.
12. Пат. u201608922, МПК⁵¹ G 01 N 33/15. Спосіб підвищення селективності визначення бензилпеніциліну потенціометричним методом / Кормош Ж. О., Марковська Н.О. – № 114415 ; – заявл. 16.08.2016. опубл. 10.03.2017, Бюл. № 5.
13. Пат. u201608923, МПК⁵¹ G 01 N 33/15. Спосіб підвищення селективності визначення цефуроксиму потенціометричним методом / Кормош Ж. О., Марковська Н.О. – № 114416 ; – заявл. 19.08.2016. опубл. 10.03.2017, Бюл. № 5.
14. Пат. u201608917, МПК⁵¹ G 01 N 33/15. Спосіб екстракційно-фотометричного визначення 2,4-дихлорфеноксоцтової кислоти / Кормош Ж. О., Журба К.С. – № 114413 ; – заявл. 19.08.2016. опубл. 10.03.2017, Бюл. № 5.
15. Zubenia N., Kormosh Zh., Semenyshyn D., Kochubei V. and Kormosh A. Design of a Gramine-Selective Membrane Sensor // *Anal. Bioanal. Electrochem.* – 2018. – Vol. 10, № 5. – P. 531-540.
16. Кормош Ж.О., Боркова С.Г., Кормош А. Ж., Павленко Ю.Л., Бохан Ю.В., Супрунович С.В., Савчук Т. І., Корольчук С. І. Новий хемосенсор для визначення Cu(II) // Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія Хімія. – 2018. – № 1(39). – С. 52-56.
17. Onyshchuk O.O., Kormosh Zh. To calculation of optimization problem of the chemical process in isothermic reactor ideal removal // *Technological Complexes.* – 2018. - №1 (15). - P. 37-43.
18. Бохан Ю., Форостовська Т., Кормош Ж. Запровадження комплексного підходу до хімічного практикуму під час підготовки майбутніх учителів природознавчих дисциплін // *Витоки педагогічної майстерності.* - 2018. № 22. – С. 34-39.
19. Пат. u201802149, МПК⁵¹ G 01 N 33/15. Спосіб підвищення селективності та чутливості визначення сахарину потенціометричним методом / Кормош А.Ж., Кормош Ж.О., Савчук Т.І. – №128724; – заявл. 02.03.2018. опубл. 10.10.2018, Бюл. № 19.
20. Пат. u201802147, МПК⁵¹ C07D N 311/88, C07D N 335/10, C07D N 335/12, C07D N 335/14. Спосіб одержання алілтіосечовин на основі гідразопохідного флуоресцеїну / Супрунович С.В., Кормош Ж. О., Кормош А.Ж. – № 128723; – заявл. 02.03.2018. опубл. 10.10.2018, Бюл. № 19.
21. Пат. u201805455, МПК⁵¹ G 01 N 33/15. Склад мембрани іоноселективного електроду для визначення активності катіонів граміну / Кормош Ж. О., Зубеня Н.В.. – № 129784 ; – заявл. 16.05.2018. опубл. 12.11.2018, Бюл. № 21.
22. Кормош Ж., Марковская Н., Кормош Н. Потенциометрический сенсор для определения бензилпенициллина // *Химико-фармацевтический журнал.* – 2019. – Т. 53, № 6. – С. 76-78. Kormosh, Z.A., Markovska, N.A. & Kormosh, N.N. Potentiometric Sensor for Benzylpenicillin Determination. *Pharm. Chem. J.* 53, 577–579 (2019). <https://doi.org/10.1007/s11094-019-02040-w>
23. Tkach V.V., Kushnir M.V., de Oliveira S.C., Kormosh Z.O., Luganska O.V., Parchenko V.V., Ivanushko Y.G., Yagodynets´ P.I. A descrição matemática do processo da detecção eletroquímica do ácido ascórbico sobre o polímero condutor, dopado pelo íon triiodeto // *Rev. Colomb. Cienc. Quím. Farm.* – 2019. – V. 48, № 1. – P. 159-169.
24. Zubenia N., Kormosh Z., Antal I., Gorbatyuk N., Bokhan Y., Zhylyko V., Dombrova I., Semenyshyn D. and Kochubei V. Potentiometric Sensor for Determination of Amprolium in Pharmaceutical Formulation // *Anal. Bioanal. Electrochem.* 2019, Vol. 11, No. 9, 1228-1239. [http://www.abechem.com/No.%209-2019/2019,%2011\(9\),%201228-1239.pdf](http://www.abechem.com/No.%209-2019/2019,%2011(9),%201228-1239.pdf)

25. Пат. u201807870, МПК⁵¹ G 01 N 33/15. Спосіб визначення цикламату / Кормош А.Ж., Кормош Ж.О., Савчук Т.І., Горбатюк Н.М., Бохан Ю.В., Корольчук С.І., Кормош Н.М. – №135480; – заявл. 13.07.2018. опубл. 10.07.2019, Бюл. № 13.
26. Volodymyr V. Tkach, Marta V. Kushnir, Oleksandra V. Ahafonova, Igor G. Biryuk, Silvio C. de Oliveira, Petro I. Yagodynets, Zholt O. Kormosh, Lucinda Vaz dos Reis, Karina V. Palamarek, Tetyana S. Nezveshchuk-Kohut. The Theoretical Description for the Perylaldehyde Aldoxime Electrochemical Determination, Assisted by the Novel Squaraine Dye – VO(OH) – Composite // *Orbital: The Electronic Journal of Chemistry*. – 2020. – Vol. 12, No. 3. – 148-153. DOI: <http://dx.doi.org/10.17807/orbital.v12i3.1498>
27. Tkach V.V., Kushnir M.V., Nazymok Y.V., Velyka A.V., De Oliveira S.C., Vaz dos Reis L., Yagodynets P.I., Kormosh Z.O., Parchenko V.V., Aksyonova I.I., Odyntsova V.M. The Theoretical Description For The Electrochemical Synthesis Of A Squaraine-Dye Doped Triazolic Conducting Polymer // *Orbital: The Electronic Journal of Chemistry*. – 2020. – Vol. 12, No. 4. – 686-689. DOI: <http://dx.doi.org/10.17807/orbital>
28. Tkach V.V., De Oliveira S.C., Olga V. Luganska, Volodymyr V. Parchenko, Ilona I. Aksyonova, Vira M. Odyntsova, Alla V. Velyka, Yevgeniya V. Nazymok, Zholt O. Kormosh, Nataliia A. Stratiychuk, Nataliia M. Kozik, Petro I. Yagodynets'. The Theoretical Description Of Theacrine Electrochemical Determination On Some New Triazolic Schiff Bases // *Orbital: The Electronic Journal of Chemistry*. – 2020. – Vol. 12, No. 5. –1372-1376. DOI: <http://dx.doi.org/10.17807/orbital>
29. Кормош Ж.А., Антал И.П. Ион-селективный мембранный электрод для определения диклофенака // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2020;86(1):5-12. <https://doi.org/10.26896/1028-6861-2020-86-1-5-12> Kormosh Z.A., Antal I.P. Ion-selective membrane electrode for diclofenac determination. Industrial laboratory. Diagnostics of materials. 2020;86(1):5-12. (In Russ.) <https://doi.org/10.26896/1028-6861-2020-86-1-5-12>
30. Volodymyr V. Tkach, Marta V. Kushnir, Yana G. Ivanushko, Silvio C. De Oliveira, Lucinda Vaz dos Reis, Petro I. Yagodynets', Zholt O. Kormosh. The theoretical description for neotame electrochemical determination, assisted by vanadium oxyhydroxide composite with a squarainic dye // *Appl. J. Envir. Eng. Sci.* – 2020. – V. 6, N°2. – P. 109-115. <https://revues.imist.ma/index.php?journal=AJEES&page=article&op=view&path%5B%5D=18524&path%5B%5D=11632>.
31. Volodymyr V. Tkach, Marta V. Kushnir, Nataliia M. Storoshchuk, Yana G. Ivanushko, Silvio C. De Oliveira, Petro I. Yagodynets', Zholt O. Kormosh. The theoretical description for the confection of the novel thioureabased active surface for cathodic conducting polymer deposition // *Appl. J. Envir. Eng. Sci.* – 2020. – V. 6, N°2. – P. 1439-148. <https://revues.imist.ma/index.php?journal=AJEES&page=article&op=view&path%5B%5D=18543&path%5B%5D=11636>.
32. Volodymyr V. Tkach, Marta V. Kushnir1, Inna M. Dytynchenko3, Silvio C. de Oliveira, Olga V. Luganska4, Yana G. Ivanushko, Petro Ye. Kovalchuk, Petro I. Yagodynets', Zholt O. Kormosh. The "polythiophene paradox". A theoretical sight to an alternative scenario. The "polythiophene paradox". A theoretical sight to an alternative scenario // *Appl. J. Envir. Eng. Sci.* – 2020. – V. 6, N°3. – P. 238-243. https://www.researchgate.net/publication/344434419_The_polythiophene_paradox_A_theoretical_sight_to_an_alternative_scenario#fullTextFileContent.
33. Volodymyr Valentynovych Tkach, Marta V. Kushnir, Yana G. Ivanushko, Andrii V. Bocharov, Silvio C. De Oliveira, Petro I. Yagodynets', Zholt O. Kormosh, Lucinda Vaz dos Reis. The theoretical description for the imidaclopride and thiaclopride simultaneous determination, assisted by a squaraine dye – vanadium (III) oxyhydroxide composite // *Appl. J. Envir. Eng. Sci.* – 2020. – V. 6, N°3. – P. 284-290. https://www.researchgate.net/publication/344434262_The_theoretical_description_for_the_imidaclopride_and_thiaclopride_simultaneous_determination_assisted_by_a_squaraine_dye_-_vanadiumIII_oxyhydroxide_composite#fullTextFileContent

34. Ж. А. Кормош, О. Ю. Матвийчук, И. П. Антал, Я. Р. Базель. Сенсоры на основе одно- и двухслойных пластифицированных мембран для потенциометрического определения мефенаминовой и фенилантраниловой кислот // Журнал Аналитической Химии, 2020, том 75, № 6, с. 553–562. DOI: 10.31857/S0044450220060134.
35. Ж.А. Кормош, Е.С. Журба, И.П. Антал, Я.Р. Базель, А.Ж. Кормош. Спектрофотометрическое определение 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты // Журнал Аналитической Химии, 2020, том 75, № 7, с. 649–653. DOI: 10.1134/S1061934820070114.
36. Z.A. Kormosh, T.I. Savchuk, D.I. Semenishin, S.V. Suprunovich, V.V. Kochubei, S.I. Korolchuk. Potentiometric Sensor for Analgin Determination in Pharmaceutical formulations // Methods and objects of chemical analysis, 2020, Vol. 15, No. 2, 66-72. <https://doi.org/10.17721/moca.2020.66-72>
37. Volodymyr V. Tkach, Marta V. Kushnir, Oleksandra V. Ahafonova, Mariia P. Mytchenok, Andrii V. Bocharov, Petro Ye. Kovalchuk, Sílvio C. De Oliveira, Petro I. Yagodynets, Zholt O. Kormosh, Lucinda Vaz dos Reis, Yulia L. Bredikhina, Yana G. Ivanushko and Yevgeniya V. Nazymok. The theoretical description for the electrochemical determination of 4,4'-dihydroxyazobenzene, assisted by a composite of squaraine dye with cobalt (III) oxyhydroxide in pair with cobalt (IV) oxide // Mediterranean Journal of Chemistry 2020, 10(6), 619-624. DOI: <http://dx.doi.org/10.13171/mjc10602007011465vvt>.
38. Volodymyr V. Tkach, Marta V. Kushnir, Yana G. Ivanushko, Anzhelika F. Molodiani, Mariia P. Mytchenok, Oleksandra V. Ahafonova, Sílvio C. De Oliveira, Petro I. Yagodynets, Zholt O. Kormosh, Yulia L. Bredikhina, Olga V. Luganska. Theoretical Description for the Galvanostatic Electrode Pretreatment, Yielding Thiourea-Based Active Surface for Cathodic Conducting Polymer Deposition // Letters in Applied NanoBioScience. 2020, Volume 9, Issue 3, 1333 – 1338. <https://doi.org/10.33263/LIANBS93.13331338>.
39. Volodymyr V. Tkach, Marta V. Kushnir, Sílvio C. de Oliveira, Yana G. Ivanushko, Alla V. Velyka, Anzhelika F. Molodiani, Petro I. Yagodynets, Zholt O. Kormosh, Lucinda Vaz dos Reis, Olga V. Luganska, Karina V. Palamarek, Yuliia L. Bredikhina. Electrochemical Determination of Sudan Dyes and Two Manner to Realize it: a Theoretical Investigation // Letters in Applied NanoBioScience. 2020, Volume 9, Issue 4, 1451 – 1458. <https://doi.org/10.33263/LIANBS94.14511458>.
40. Пат. u202003312, МПК⁵¹ G 01 N 33/15, C07C211/35. Спосіб визначення цикламату / Кормош А.Ж., Кормош Ж.О., Савчук Т.І., Горбатюк Н.М., Бохан Ю.В., Корольчук С.І., Кормош Н.М. – №144822; – заявл. 1.06.2020. опубл. 26.10.2020, Бюл. № 20. <https://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=272064>
41. Пат. u202003313, МПК⁵¹ G 01 N 33/15. Спосіб підвищення селективності та чутливості визначення сахарину потенціометричним методом / Кормош А.Ж., Кормош Ж.О., Савчук Т.І. – №144980; – заявл. 1.06.2020. опубл. 11.11.2020, Бюл. № 21. <https://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=272315>
42. Пат. u202003314, МПК⁵¹ G 01 N 33/15. Склад мембрани потенціометричного сенсора для визначення активності 5-нітросаліцилат-іонів / Кормош А.Ж., Кормош Ж.О., Кормош Н.М. – №144981; – заявл. 1.06.2020. опубл. 11.11.2020, Бюл. № 21. <https://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=272316>
43. Volodymyr Valentynovych Tkach, Marta V. Kushnir, Silvio Cesar de Oliveira, Dilfuza M. Musayeva, Hanifa Zh. Salomova, Yana G. Ivanushko, Oleksandra V. Ahafonova, Petro I. Yagodynets, Zholt O. Kormosh, Olga V. Luganska, Zoya O. Gagolkina. The Theoretical Description for Magnesium Chlorate Electrochemical Determination on a Magnezone-XC Modified Electrode // Orbital: The Electronic Journal of Chemistry. – 2020. – Vol. 12, No. 4. –242-246. DOI: <http://dx.doi.org/10.17807/orbital.v12i4.1534>
44. Volodymyr V. Tkach, Marta V. Kushnir, Yana G. Ivanushko, Valentyna G. Ostapchuk, Svitlana P. Melnychuk, Silvio C. de Oliveira, Volodymyr V. Parchenko, Ilona I. Aksyonova, Vira M. Odyntsova, Petro I. Yagodynets, Zholt O. Kormosh, Olga V. Luganska, Lucinda Vaz dos Reis, Alina Yo. Zavolovych. The Theoretical Description for Ag₂O₂/Squaraine Dye – Metformin

- Electrochemical Determination // *Orbital: The Electronic Journal of Chemistry*. – 2020. – Vol. 12, No. 4. – 247-252. DOI: <http://dx.doi.org/10.17807/orbital.v12i4.1537>
45. Сидорова Л. П., Бохан Ю. В., Кормош Ж. О., Пльонсак П. П., Павленко Ю. Л. Одночасне визначення вмісту синтетичних барвників E110 і E124 у суміші // *Криміналістичний вісник*. – 2020. – № 1 (33). – С. 81-93; <https://visnyk.dndekc.mvs.gov.ua/index.php/visnyk>
46. Кормош Ж., Кормош Н., Бохан Ю., Горбатюк Н., Коцан И., Супрунович С., Парченко В., Савчук Т., Корольчук С. Потенциометрический сенсор для определения напроксена // *Химико-фармацевтический журнал*. – 2021. – Т. 55, № 1. – С. 62-64. DOI: 10.30906/0023-1134-2021-55-1-62-64.
- Kormosh Zh., Kormosh N., Bokhan Yu., Gorbatyuk N., Kotsan I., Suprunovich S., Parchenko V., Savchuk T., Korolchuk S. Potentiometric Sensor for Naproxen Determination. – *Pharm. Chem. J.* - 2021. – V. 55, № 1. – P. 97-99. <https://doi.org/10.1007/s11094-021-02379-z>
47. Антал И., Кормош Ж., Коцан И., Кормош Н., Савчук Т., Корольчук С., Юрченко О., Голуб С., Супрунович С., Панченко Ю., Ткач В. СЕЛЕКТИВНОЕ ЭКСТРАКЦИОННО-ФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕСТЕРОИДНЫХ ПРОТИВОВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ // *Химико-фармацевтический журнал*. – 2021. – Т. 55, № 5. – С. 57-64; DOI: 10.30906/0023-1134-2021-55-5-57-64.
48. Зубеня Н.В., Кормош Ж.А., Хмеляр И.М., Садовник О.В. Определение левамизола с использованием ионоселективного электрода. *Заводская лаборатория. Диагностика материалов*. 2021;87(3):20-23. <https://doi.org/10.26896/1028-6861-2021-87-3-20-23>
49. VOLODYMYR V. TKACH, MARTA V. KUSHNIR, VIRA V. КОПІКА, OLGA V. LUGANSKA, LYUDMYLA O. OMELIANCHYK, VIKTORIA I. GENCHEVA, YULIA V. YESHCENKO, ZHOLT O. KORMOSH, YANA G. IVANUSHKO, YEVGENIYA V. NAZYMOK, VOLODYMYR D. MOYSIUK, VITALII F. RUSNAK, YURIY I. PALICHUK, MYKOLA YE. BLAZHEYEVSKIY, KARINA V. PALAMAREK, KONON L. BAGRII, LYUBOV T. STRUTYNSKA, INNA P. DANYLIUK, SILVIO C. DE OLIVEIRA, PETRO I. YAGODYNETS, YULIA V. PALYTSIA. THEORETICAL DESCRIPTION FOR THE ELECTROCHEMICAL DETERMINATION AND RETENTION OF HEAVY METALS OVER THE OVEROXIDIZED POLYPYRROLE BY COMPLEX FORMATION // *BIOINTERFACE RESEARCH IN APPLIED CHEMISTRY*. - 2022, VOLUME 12, ISSUE 1, - P. 1273-1278. <https://doi.org/10.33263/BRIAC121.12731278>.