



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



Аналітична хімія

Шифр та назва спеціальності

G2-Технології захисту навколишнього середовища

Спеціалізація

–

Освітня програма

Технології захисту навколишнього середовища

Рівень освіти

Перший (бакалаврський)

Семестр

3

Інститут

ННІ Хімічних технологій та інженерії

Кафедра

Біотехнології, біофізики та аналітичної хімії (188)

Тип дисципліни

Обов'язкова, спеціальна (фахова)

Форма навчання

Денна, заочна

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники

**Самойленко Сергій Іванович**

Serhii.Samoilenko@khpi.edu.ua

Кандидат технічних, доцент, доцент кафедри біотехнології, біофізики та аналітичної хімії НТУ «ХПІ».

Досвід роботи – 30 років.

Автор понад 150 наукових та навчально-методичних праць.

Провідний лектор з дисциплін:

«Аналітична хімія»,

«Фізико-хімічні методи аналізу»,

«Устаткування біотехнологічних виробництв».

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Дисципліна призначена надати майбутнім спеціалістам теоретичні та практичні знання в галузі аналітичної хімії та втілення їх на підприємствах екологічного та природоохоронного профілю, лабораторіях з контролю якості продукції, науково-дослідних лабораторіях.

Мета та цілі дисципліни

Сформувати теоретичні уявлення про хіміко-аналітичне забезпечення охорони і безпеки довкілля. Ознайомити з методами та методиками аналізу, що дають об'єктивну інформацію про хімічний склад і якість різноманітних об'єктів довкілля. Засвоїти навички обробки та подання результатів екоаналітичних визначень.

Здатність виконувати прив'язку методів до конкретних умов виробництва, устаткування та обладнання.

Формат занять

Лекції, лабораторні роботи, самостійна робота, консультації.
Індивідуальне завдання – розрахункове завдання.
Підсумковий контроль – залік.

Компетентності

СК-3 Здатність проводити спостереження та інструментальний і лабораторний контроль навколишнього середовища, впливу на нього зовнішніх факторів, з відбором зразків (проб) природних компонентів.

Результати навчання

РН-8. Вміти продемонструвати навички вибору, планування, проектування та обчислення параметрів роботи окремих видів обладнання, техніки і технологій захисту навколишнього середовища, використовуючи знання фізико-хімічних властивостей поллютантів, параметрів технологічних процесів та нормативних показників стану довкілля.

РН-9. Вміти проводити спостереження, інструментальний та лабораторний контроль якості навколишнього середовища, здійснювати внутрішній контроль за роботою природоохоронного обладнання на промислових об'єктах і підприємствах на підставі набутих знань новітніх методів вимірювання та сучасного вимірювального обладнання і апаратури з використанням нормативно-методичної та технічної документації.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 150 год. (5 кредитів ECTS):
лекції – 32 год., лабораторні роботи – 32 год., самостійна робота – 86 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно володіти знаннями та практичними навичками з наступних дисциплін: «Органічна хімія», «Загальна екологія», «Загальна та неорганічна хімія».

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій.

Пояснювально-ілюстративний метод або *інформаційно-рецептивний*. Здобувачі вищої освіти набувають знання у «готовому» вигляді, слухаючи лекцію, або з навчальної (або методичної) літератури, або за допомогою Інтернет-посібника.

Репродуктивний метод. Ідеться про застосування вивченого на основі зразка або правила. Діяльність здобувачів вищої освіти є алгоритмічною, тобто відповідає інструкціям, розпорядженням, правилам – в аналогічній до представленого зразка ситуаціях.

Метод проблемного навчання. Викладач, перш ніж знайомити з матеріалом, ставить проблему, формує пізнавальне завдання, а потім розкриваючи систему доказів, порівнюючи погляди, різні підходи, показує спосіб розв'язання поставленого завдання.

Частково-пошуковий, або евристичний метод. Його суть – в організації активного пошуку розв'язання висунутих педагогом пізнавальних завдань або під керівництвом педагога, або на основі евристичних програм і вказівок.

Навчальні матеріали доступні здобувачам вищої освіти через додаток OneDrive.

Програма навчальної дисципліни

Навчальні заняття

Лекції

Теми лекцій	Кількість годин
Тема 1. Предмет, завдання, методи аналітичної хімії. Предмет, завдання, методи аналітичної хімії. Роль аналітичної хімії в контролі якості сировини, допоміжних матеріалів, готової продукції та охороні навколишнього середовища. Роль аналітичної хімії та інструментальних методів аналізу в оцінці якості довкілля, нормування забруднюючих речовин (ГДК, ГДВ). Основні види забруднюючих речовин: органічні (пестициди, синтетичні ПАР, діоксини), неорганічні (важкі метали, нітрати, сульфати), газоподібні (CO, SO ₂ , NO _x). Пробовідбір та пробопідготовка рідких та твердих проб.	2
Тема 2. Сучасні поняття моля, еквівалента. Способи вираження концентрацій. Розрахунки при приготуванні, укріпленні та розбавленні розчинів. Помилки аналітичних визначень. Математичне опрацювання та оцінка результатів визначення вмісту компонента в речовині. Точність (правильність та відтворюваність) результатів. Правила обчислення та статистичне опрацювання експериментальних даних.	2
Тема 3. Метрологічні характеристики методів аналізу. Помилки аналітичних визначень. Математичне опрацювання та оцінка результатів визначення вмісту компонента в речовині. Точність (правильність та відтворюваність) результатів. Правила обчислення та статистичне опрацювання експериментальних даних. Хімічні рівноваги гомогенних та гетерогенних системах. Термодинамічні, концентраційні та умовні константи рівноваги, їх використання для розрахунку концентрації іонів розчинах. Протеолітична теорія Бренстеда-Лоурі.	2
Тема 4. Методи розрахунку величини рН. Методи розрахунку величини рН в розчинах кислот, основ, буферних розчинах та розчинах солей, що гідролізуються.	2
Тема 5. Титриметричний (об'ємний) аналіз. Суть та класифікація. Вимоги до реакцій в титриметрії. Способи титрування: пряме та зворотне. Методи кислотно-основного титрування, їх характеристики, криві титрування.	2
Тема 6. Теорії індикаторів (іонна, хромофорна, іонно-хромофорна) та їх вибір. Застосування методів кислотно-основного титрування у контролі навколишнього середовища (повітря, ґрунтів, водоймищ, підземних вод, стічних вод, тощо).	2
Тема 7. Комплексні сполуки в аналітичній хімії. Стойкість комплексних сполук. Комплексонометричні титранти. Характеристика комплексонів та їх комплексів з іонами металів (склад, структура, стійкість, вплив рН). Металохромні індикатори, їх властивості, визначення кінцевої точки титрування. Можливості комплексонометрії в екологічному моніторингу.	2

<p>Тема 8. Окисно-відновне титрування (редоксиметрія). Класифікація методів редоксиметрії. Стандартні окисно-відновні потенціали. Вплив різних факторів на величину окисно-відновних потенціалів та напрямок окисно-відновних реакцій. Константа рівноваги в редоксиметрії, швидкість окисно-відновних реакцій. Способи фіксування точки еквівалентності у редоксиметрії, криві титрування.</p>	2
<p>Тема 9. Окисно-відновні методи аналізу. Йодометрія, броматометрія. Методи приготування стандартних розчинів, їх стандартизація. Можливості методів.</p>	2
<p>Тема 10. Гравіметричний аналіз. Осаджувана і гравіметрична форми, вимоги до них. Оптимальні умови осадження кристалічних та аморфних осадів. Переваги та недоліки гравіметрії. Техніка роботи та обчислення результату в гравіметричному аналізі. Фактори перерахунку. Використання методу для визначення вологості та зольності хімічних сполук та об'єктів навколишнього середовища.</p>	2
<p>Тема 11. Систематичний та дробний методи якісного хімічного аналізу. Реакції іонів, що використовують в якісному аналізі. Класифікація реакцій, що застосовуються для виявлення іонів та їх характеристика.</p>	2
<p>Тема 12. Оптичні методи аналізу. Молекулярна абсорбційна спектроскопія (УФ-, та видимій області спектра). Основний закон світлопоглинання та його практичне застосування. Основи спектроскопії: взаємодія світла з речовиною, закон Бугера-Ламберта-Бера. Апаратура: Принцип роботи спектрофотометра та фотоелектроколометра. Визначення вмісту нітратів/нітритів у воді, іонів важких металів (після переведення в забарвлені комплексні сполуки).</p>	2
<p>Тема 13. Емісійна фотометрія в полум'ї. Атомно абсорбційна спектроскопія. Характеристика методу полум'яної фотометрії. Принцип роботи полум'яного фотометра, практичне застосування методу. Характеристика методу атомно-абсорбційної спектроскопії. Принцип роботи атомно-абсорбційного спектрофотометра, практичне застосування методу для визначення вмісту важких металів (Pb, Cd, Cu, Zn) у ґрунтах та водних середовищах.</p>	2
<p>Тема 14. Основи хроматографічного аналізу. Газо-адсорбційна хроматографія (ГХ). Аналіз вмісту летких органічних сполук (ЛОС) у повітрі, вмісту газових домішок у повітрі. Класифікація хроматографічних методів аналізу. Принцип хроматографічного розділення: рухома та нерухома фази, час утримування. Газова хроматографія: область застосування (леткі органічні сполуки, нафтопродукти, пестициди). Основні вузли газового хроматографа: інжектор, колонка, детектор. Детектори в ГХ: полум'яно-іонізаційний, детектор по теплопровідності (катарометр).</p>	2
<p>Тема 15. Рідинна та високоефективна рідинна (ВЕРХ) хроматографія. Визначення вмісту органічних сполук у природних середовищах. Загальна характеристика рідинної хроматографії. Відмінності рідинної хроматографії від газо-адсорбційної. Область застосування. Принцип роботи рідинного хроматографа. Основні вузли рідинного хроматографа: насос високого тиску, інжектор, колонка, детектор. Детектори рідинного хроматографа: УФ-детектор, флуориметричний, мас-спектрометричний (ВЕРХ-МС).</p>	2

Тема 16. Електрохімічні методи аналізу. Потенціометрія. Характеристика електродів у потенціометрії. 2

Загальна характеристика електрохімічних методів аналізу. Потенціометрія.
Принцип визначення рН розчинів. Характеристика електродів у потенціометрії.
Принцип потенціометричних вимірювань.

Загальна кількість годин 32

Лабораторні заняття

Теми лабораторних занять	Кількість годин	Вагові коефіцієнти a
Лабораторна робота 1. Техніка безпечної роботи в аналітичній лабораторії. Правила безпечної роботи в аналітичних лабораторіях. Способи утилізації хімічних речовин. Принцип роботи лабораторних терезів. Підготування посуду для аналізу. Приготування розчинів кислоти та лугу методом розбавлення. Стандартизація та корегування робочих розчинів кислоти та лугу. Обчислення похибки титрування. Стандартизація та коректування робочих розчинів кислоти та лугу. Обчислення похибки титрування.	4	2
Лабораторна робота 2. Пряме титрування. Аналіз суміші основ (натрію карбонату, натрію гідроксиду) / ортофосфорної кислоти з двома індикаторами.	4	2
Лабораторна робота 3. Зворотне титрування. Визначення вмісту аміаку в солях амонію.	4	2
Лабораторна робота 4. Комплексонометричне титрування. Визначення кальцію і магнію у ґрунтовій водній витяжці. Визначення твердості води комплексонометричним методом.	4	2
Лабораторна робота 5. Окисно-відновне титрування. Приготування та стандартизація розчинів йоду та тіосульфату натрію. Йодометричне визначення вмісту міді в розчинах.	4	2
Лабораторна робота 6. Якісне визначення вмісту неорганічних та органічних речовин. Вивчення основних закономірностей якісного аналізу. Методи якісного аналізу. Якісний аналіз катіонів та аніонів у суміші солей.	4	2
Лабораторна робота 7. Методи визначення величини рН розчинів. Експрес методи визначення величини рН розчинів, нітрат іонів у розчинах.	4	2
Лабораторна робота 8. Контрольна робота за вивченими темами.	4	2
Загальна кількість годин	32	$\sum_{i=1}^n a_i = 16$

Практичні заняття

Практичні заняття в рамках дисципліни не передбачені.

Контрольні роботи

Одна підсумкова контрольна робота, яка охоплює теоретичні та практичні питання курсу завдання виставляються в Office 365 додаток OneDrive.

Теми контрольних робіт

Вагові
коефіцієнти a

Контрольна робота за вивченими темами	1
Загальна кількість годин	$\sum_{i=1}^n a_i = 1$

Самостійна робота

Опрацювання теоретичного матеріалу

Теми для самостійного вивчення

Кількість годин

Тема 1. Методи кислотно-основного титрування. Криві титрування.	4
Тема 2. Способи розрахунку похибок титрувань в методах кислотно-основної взаємодії.	4
Тема 3. Методи осадження в титриметричному аналізі. Застосування методів аргентометрії для контролю мінералізації та солоності природних і стічних вод.	4
Тема 4. Застосування комплексонометричного аналізу для моніторингу навколишнього середовища: визначення (Ca^{2+} , Mg^{2+} – жорсткість води; Zn^{2+} , Cu^{2+} , Pb^{2+} , Cd^{2+} – забруднювачі) у пробах води, ґрунтових витяжках.	4
Тема 5. Вивчення методів редоксиметрії (дихроматометрія, перманганатометрія, нітритометрія).	4
Тема 6. Фотометричні методи аналізу. Застосування УФ-Видимої спектрофотометрії та флуорометрії для контролю забруднень.	4
Тема 7. Особливості пробопідготовки для хроматографічних методів аналізу. Типи нерухомих фаз (зворотно-фазова, нормально-фазова). Застосування для визначення пестицидів, ПАВ, фенолів у водних середовищах.	4
Тема 8. Потенціометрія. Експрес методи аналізу аніонів та катіонів у природних водах.	4
Загальна кількість годин	32

Тематика індивідуальних завдань

Індивідуальне завдання представляє собою розрахункове завдання, яке складається з набору задач за вивченими темами.

Завдання здається викладачу згідно плану навчального процесу. Оцінка виставляється після перевірки викладачем та захисту здобувачем вищої освіти індивідуального завдання.

Оформлення письмової роботи

Індивідуальне завдання виконується у формі рукопису на стандартних аркушах формату А4 шрифтом Times New Roman 14 пт через 1,5 інтервали з використанням абзацного відступу 1,25 мм і вирівнювання тексту «По ширині».

Рукописний текст повинен бути виконаний креслярським шрифтом.

Індивідуальне завдання брошурується в папку і здається викладачу в день захисту роботи.

Індивідуальне завдання повинно мати:

- 1) титульний лист (приклад оформлення дає викладач);
- 2) власне текст роботи;
- 3) список використаних джерел.

У список використаних джерел слід включити всі джерела, які нумеруються в порядку їх цитування в тексті.

Список джерел інформації оформлюється у відповідності до ДСТУ 8302:2015 «Інформація та документація».

Зразки оформлення посилань у списку використаних джерел:

http://www.ukrbook.net/zakony/prykl_bib_zap.pdf

Теми індивідуального завдання

Тема 1. Розв'язання завдань за темою кислотно-основна взаємодія.

Тема 2. Розв'язання завдань за темою комплексонометрія.

Тема 3. Розв'язання завдань за темою редоксиметрія.

Загальна кількість годин

54

Неформальна освіта

Здобувач має можливість перезарахувати окремі теми або весь курс шляхом: проходження професійних курсів чи тренінгів, отримання громадянської освіти чи онлайн-освіти, завершення професійних стажувань тощо – у сфері, що відповідає навчальним цілям курсу.

Для зарахування необхідно надати: сертифікат (електронний або друкований) про проходження курсу/стажування, опис програми тренінгу із зазначенням змісту тем, обсягу та тривалості.

Елементи неформальної освіти можуть бути зараховані за спрощеною процедурою без додаткової валідації результатів (без створення предметної комісії).

Публікація (тези доповідей у конференції, стаття у фаховому виданні, монографія тощо), тематика якої відповідає лабораторній роботі (роботам) може бути зарахована замість таких видів робіт з максимальною оцінкою

Література, навчальні матеріали та інформаційні ресурси

Основна література

1. Конспект лекцій з дисципліни «Аналітична хімія» / Укл. С.І. Самойленко, І.А. Бєлих – Харків : НТУ «ХПІ», 2024. – 80 с. https://iiii-my.sharepoint.com/:f/g/personal/serhii_samoilenko_khpi_edu_ua/Erxa0LxkYgZOvDSX_9Q8wzgBIwLSNULRRZKBRWa0WMmw8w?e=1TNoX3
2. Методичні вказівки "Аналітична хімія. Кількісний титриметричний аналіз" до лабораторних робіт з курсу "Аналітична хімія" [Електронний ресурс] : для студентів спец. 101 "Екологія", 183 "Технології захисту навколишнього середовища" у т. ч. іноземних / уклад.: Н. В. Ларінцева, С. І. Самойленко, І. А. Бєлих, О. В. Звягінцева ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Електрон. текст. дані. – Харків, 2022. – 68 с. <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/72103>
3. Методичні вказівки до виконання розрахункового завдання з курсу "Аналітична хімія" [Електронний ресурс] : для студентів спец. 101 "Екологія", 183 "Технології захисту навколишнього середовища" у т. ч. іноземних / уклад.: С. І. Самойленко ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Електрон. текст. дані. – Харків, 2022. – 28 с. <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/72104>
4. Конспект лекцій з курсу «Фізико-хімічні методи аналізу» для студентів спеціальності G2-Технології захисту навколишнього середовища у т.ч. і іноземних / Укладач : С.І. Самойленко – Харків: НТУ «ХПІ», 2022. – 72 с. https://iiii-my.sharepoint.com/:f/g/personal/serhii_samoilenko_khpi_edu_ua/Erxa0LxkYgZOvDSX_9Q8wzgBIwLSNULRRZKBRWa0WMmw8w?e=1TNoX3
5. Кичкирук О.Ю. Аналітична хімія : навчальний посібник / О.Ю. Кичкирук, А.В. Шляніна, Н.В. Кусяк. Житомир : ЖДУ імені Івана Франка, ПП «Євро-Волинь», 2022. – 240 с. https://iiii-my.sharepoint.com/:f/g/personal/serhii_samoilenko_khpi_edu_ua/Erxa0LxkYgZOvDSX_9Q8wzgBIwLSNULRRZKBRWa0WMmw8w?e=dWvCIY

Допоміжна література

6. Іващенко О. Аналітична хімія : навчальний посібник / О. Іващенко, Л. Копанцева, Н. Сизоненко, С. Стрижак, А. Криворучко, Т. Кузнецова. – Полтава : ПДМУ, 2023. – 162 с. https://iiii-my.sharepoint.com/:f/g/personal/serhii_samoilenko_khpi_edu_ua/Erxa0LxkYgZOvDSX_9Q8wzgBIwlSNULRRZKBRWa0Wmmw8w?e=dWvCIY

Інформаційні ресурси в інтернеті

Ресурс «Навчальні посібники» кафедри біотехнології, біофізики та аналітичної хімії НТУ «ХПІ».
<https://web.kpi.kharkov.ua/biotech/uk/navchalni-posibniki/>

Система оцінювання

Підсумкова оцінка з освітнього компонента визначається відповідальним лектором за темами, видами занять, тощо відповідно до силабусу, і є інтегральною оцінкою результатів усіх видів навчальної діяльності здобувача вищої освіти. Підсумкова оцінка повинна відображати всі оцінки за складовими навчального процесу з урахуванням їх вагових показників k :

Поточний контроль (лабораторні роботи), k_1	Контрольна робота, k_2	Індивідуальне завдання k_3	Підсумковий контроль, k_4
0,3	0,1	0,6	0

Сума коефіцієнтів повинна складати одиницю: $k_1 + k_2 + k_3 + k_4 = 1$. Підбір вагових коефіцієнтів підсумкової оцінки здійснює розробник курсу.

Розрахунок підсумкової оцінки проводиться за формулою:

$$O = П \cdot k_1 + K \cdot k_2 + I \cdot k_3 + Пк \cdot k_4,$$

де: $П$ – середньозважена середня оцінка за поточний контроль,
 I – оцінка за виконання індивідуального завдання,
 K – середньозважена оцінка за контрольні роботи,
 $Пк$ – оцінка за підсумковий контроль.

$$П = \frac{П_1 \cdot a_1 + П_2 \cdot a_2 + \dots + П_n \cdot a_n}{\sum_{i=1}^n a_i},$$

де: a_i – ваговий коефіцієнт за лабораторне заняття.

$$K = \frac{K_1 \cdot b_1}{\sum_{i=1}^1 b_i},$$

де: b_i – ваговий коефіцієнт за контрольну роботу.

Поточні оцінки за кожну складову ($П, K, I, \dots$) виставляються за 100-бальною шкалою згідно з [положенням «Про критерії та систему оцінювання знань та вмінь і про рейтинг здобувачів вищої освіти» НТУ «ХПІ»](#).

Підсумкова оцінка виставляється відповідно до розрахованої O з округленням до найближчого цілого числа в більшу сторону.

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Здобувач вищої освіти повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту.

Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус погоджено

29.08.2025 р.

Завідувачка кафедри
Ольга БЛИЗНЮК

29.08.2025 р.

Гарант ОП
Тетяна ТИХОМИРОВА