

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІНФРАСТРУКТУРИ ТА ТЕХНОЛОГІЙ  
КИЇВСЬКИЙ ІНСТИТУТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ  
ФАКУЛЬТЕТ УПРАВЛІННЯ ЗАЛІЗНИЧНИМ ТРАНСПОРТОМ

КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ ТА БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ



ЗАТВЕРДЖУЮ

О.Г. Стрелко

2024 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**«АНАЛІТИЧНА ХІМІЯ ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА»**

**Освітньо-професійна програма «Екологія транспортної інфраструктури»**

**Рівень вищої освіти:** перший (бакалаврський)

**Галузь знань:** 10 «Природничі науки»

**Спеціальність:** 101 «Екологія»

2024 - 2025 навчальний рік

**Висоцька Т.І. «Аналітична хімія природного середовища»** *Робоча програма освітньої компоненти для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за ОПП «Екологія транспортної інфраструктури» (спеціальність 101 Екологія. Київ: ДУІТ, 2024. – 18 с.*

Розробник: к.х.н., доцент, доцент кафедри «Екологія та безпека життєдіяльності» Висоцька Тетяна Іванівна

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри «Екологія та безпека життєдіяльності». Протокол від «30» серпня 2024 року № 1

В. о. завідувача кафедри



\_\_\_\_\_

(підпис)

Олена СОРОЧИНСЬКА

## 1. Опис навчальної дисципліни

| Найменування показників   | Галузь знань, спеціальність, ОПП, освітній рівень | Характеристика навчальної дисципліни |                       |
|---|---|--------------------------------------|-----------------------|
|   |   | денна форма навчання                 | заочна форма навчання |
| Кількість кредитів – 4  | Галузь знань 10 «Природничі науки»                | Вибіркова дисципліна                 |                       |
|   | Спеціальність: 101 «Екологія»                     |                                      |                       |
| Модулів – 2   | ОПП «Екологія транспортної інфраструктури»        | <b>Рік підготовки:</b>               |                       |
| Змістових модулів – 3   |   | 2-й                                  | -                     |
|   |   | <b>Семестр</b>                       |                       |
| Загальна кількість годин – 120  |   | 4-й                                  | -                     |
| Тижневих годин для денної форми навчання:<br>аудиторних – 4<br>самостійної роботи студента – 75 | Освітній ступінь бакалавр                         | <b>Лекції</b>                        |                       |
|   |   | 30 год.                              | -                     |
|   |   | <b>Практичні, семінарські</b>        |                       |
|   |   | 15 год.                              | -                     |
|   |   | <b>Лабораторні</b>                   |                       |
|   |   | -                                    | -                     |
|   |   | <b>Самостійна робота</b>             |                       |
|   |   | 75 год.                              | -                     |
|   |   | <b>Індивідуальні завдання, год.:</b> |                       |
|   |   |                                      |                       |
| <b>Вид контролю:</b>  |   |                                      |                       |
| залік   | -   |                                      |                       |

### Примітка.

Співвідношення аудиторного навантаження занять до повного навантаження:  
- для денної форми навчання – 45/120 (37,5 %)

## 2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

2.1 Метою викладання навчальної дисципліни є вивчення методів якісного та кількісного аналізу.

2.2 Основними завданнями вивчення дисципліни є: дати студентам поняття про склад об'єктів природного середовища, форми існування, розповсюдження та перетворення речовин у довкіллі, а також загальні підходи до аналізу природних об'єктів.

**Завдання програми:** набути загальних і фахових компетентностей, передбачених ОПП «Екологія транспортної інфраструктури», а саме:

ЗК 03. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.

ЗК 07. Здатність діяти соціально відповідально та свідомо.

ЗК 10. Навички міжособистісної взаємодії.

**Програмні результати навчання (ПРН),** які повинні бути досягнуті після опанування дисципліни, передбачених ОПП «Екологія транспортної інфраструктури», а саме:

**ПРН-07.** Розв'язувати проблеми у сфері захисту навколишнього середовища із застосуванням загальноприйнятих та/або стандартних підходів та міжнародного і вітчизняного досвіду.

**ПРН-09.** Демонструвати навички оцінювання непередбачуваних екологічних проблем і обдуманого вибору шляхів їх вирішення.

**ПРН-13.** Уміти формувати ефективні комунікаційні стратегії з метою донесення ідей, проблем, рішень та власного досвіду в сфері екології.

**ПРН-15.** Уміти пояснювати соціальні, економічні та політичні наслідки впровадження екологічних проектів.

**ПРН-17.** Усвідомлювати відповідальність за ефективність та наслідки реалізації комплексних природоохоронних заходів.

**ПРН-18.** Поєднувати навички самостійної та командної роботи задля отримання результату з акцентом на професійну сумлінність та відповідальність за прийняття рішень.

**ПРН-22.** Брати участь у розробці проектів і практичних рекомендацій щодо збереження довкілля.

2.3. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми здобувачі вищої освіти повинні:

### **знати:**

- правила техніки роботи в аналітичній лабораторії;
- основи якісного аналізу;
- якісні реакції на катіони та аніони;
- способи усунення впливу сторонніх іонів;
- способи розділення іонів у розчині при їх якісному визначенні;
- основи титриметричного аналізу;
- основи гравіметричного аналізу;
- способи знаходження концентрації речовини;
- основи методів молекулярної та атомної спектроскопії;
- основні засади та поняття кінетичних методів аналізу;

- основи потенціометричних визначень, типи, будову та принцип роботи електродів;
  - основи кондуктометричного методу аналізу;
  - умови проведення та різновиди кулонометричних визначень;
  - основи класичної вольтамперометрії та різновиди методу;
  - особливості пробопідготовки та вибору методу аналізу;
  - способи визначення фізико-хімічних та аналітичних констант;
  - статистичну обробку результатів аналізу.
- основний хімічний склад об'єктів довкілля, проблеми довкілля, пов'язані з хімічними забрудниками, шляхи їх надходження, перетворення і виведення з довкілля; мати поняття про методи аналізу об'єктів довкілля та еколого-аналітичний моніторинг.

**вміти:**

- готувати розчини заданої концентрації і визначати концентрацію розчинів;
- оцінювати можливості препаративних та інструментальних методів аналізу щодо розв'язування конкретних аналітичних задач;
- виконувати аналіз та обробку результатів аналітичних визначень;
- користуючись таблицями стандартних термодинамічних величин, розраховувати константи рівноваги, оцінювати умови та можливості перебігу хімічних реакцій;
- користуючись стандартними методиками, виконувати в лабораторних умовах елементний (якісний та кількісний) та функціональний аналіз неорганічних, органічних та координаційних сполук;
- виконувати якісне визначення катіонів та аніонів у розчині, який містить інші іони, що заважають визначенню, використовуючи методи розділення;
- користуючись стандартними методиками, визначати в лабораторних умовах елементи методами гравіметрії і титриметрії;
- визначати елементи методами емісійного спектрального та атомно-адсорбційного аналізу;
- вибирати реагент для фотометричних визначень;
- виконувати титрування з потенціометричною, амперометричною, кондуктометричною детекцією кінцевої точки титрування;
- проводити прямі потенціометричні визначення;
- вибирати метод аналізу неорганічних, органічних, елементоорганічних, високомолекулярних сполук, а також технологічних або природних об'єктів;
- виконувати відбір проб та пробопідготовку різноманітних об'єктів аналізу;
- працювати з хімічними реактивами, посудом та обладнанням;
- виконувати основні хімічні операції (розчинення, фільтрування, нагрівання, випаровування, кристалізація, переосадження тощо);
- раціонально використовувати лабораторне обладнання та нескладну апаратуру;
- працювати з нескладною аналітичною документацією;

- знати та виконувати правила техніки безпеки при роботі в хімічній лабораторії з їдкими речовинами, токсичними металами, неметалами та їх сполуками, органічними розчинниками, газами, електричними приладами.
- оцінювати загальну токсичність сполук, передбачати можливі шляхи перерозподілу, перетворення та знешкодження токсикантів у довкіллі, вміти описати реакції, що контролюють перетворення і форми існування органічних і неорганічних речовин у довкіллі; працювати з науковою літературою та іншими джерелами інформації по темі курсу, розв'язувати задачі в рамках курсу.

**Міждисциплінарні зв'язки:** Хімія з основами біогеохімії, Основи екології, .. Знання, отримані при вивченні даного курсу, є необхідними для подальшого засвоєння таких спецкурсів кафедри Ресурсозберігаючі технології на транспорті, Екологічна безпека, .

### **3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

#### **Змістовий модуль 1**

##### **Тема 1. Предмет аналітичної хімії. Місце аналітичної хімії серед природничих наук**

Предмет аналітичної хімії. Значення аналітичної хімії для розвитку природознавства, техніки та народного господарства. Класифікація методів аналізу. Види аналізу: ізотопний, елементний, функціональний, структурний, молекулярний, фазовий. Макро-, мікро- та ультрамікроаналіз. Аналітичні реакції та реагенти, вимоги до них. Аналітичний сигнал. Основні аналітичні проблеми: значення межі виявлення, підвищення точності, експресність, аналіз мікрооб'єктів, локальний та дистанційний аналіз. Основні етапи розвитку аналітичної хімії. Сучасний стан і тенденції розвитку аналітичної хімії.

##### **Тема 2. Основні метрологічні поняття і уявлення. Похибки**

Основні метрологічні поняття і уявлення: методи та засоби вимірювання. Абсолютні (безеталонні) та відносні методи аналізу. Обсяг інформації в аналітичному сигналі. Аналітичний сигнал і перешкоди.

Похибки, класифікація похибок аналізу. Систематичні і випадкові похибки, промахи. Похибки окремих стадій хімічного аналізу. Основні характеристики методу аналізу: правильність і відтворюваність, коефіцієнт чутливості, межа виявлення, нижня і верхня межі вмісту, який визначається.

##### **Тема 3. Основні типи хімічної рівноваги в гомогенній системі. Основи теорії електролітів.**

Основні типи хімічної рівноваги в гомогенній системі: кислотно-основна, комплексоутворення, окисно-відновна. Константа рівноваги. Стан речовини в ідеальних та реальних системах. Сольватація, іонізація, дисоціація. Теорія Дебая-Хюккеля. Іонна сила розчину. Коефіцієнт активності.

##### **Тема 4 Протолітична теорія.**

Сучасні уявлення про кислоти й основи. Теорія Бренстеда-Лоурі. Рівновага в системі кислота – спряжена основа – розчинник. Константи кислотності і основності.

Кислотні та основні властивості розчинників. Константа автопротолізу. Вплив природи розчинника на силу кислоти та основи.

### **Тема 5. Обчислення рН у водних розчинах кислот і основ. Буферні суміші.**

Обчислення рН розчинів сильних та слабких протолітів, поліпротонних протолітів, амфолітів. Кисотно-основна рівновага в багатоконпонентній системі. Буферні розчини та їхні властивості. Буферна ємність. Чинники, які впливають на значення буферної ємності. Концентраційні константи. Опис складних рівноваг. Метод конкуруючих реакцій. Загальна і рівноважна концентрації. Умовні константи. Графічний опис.

## **Змістовий модуль 2 Методи аналітичної хімії**

### **Тема 6. Титриметричні методи аналізу.**

Класифікація методів титриметричного аналізу. Вимоги до реакцій у титриметрії. Види титриметричних визначень: пряме, обернене титрування, визначення за заміщенням. Точність вимірювання об'ємів рідин. Способи вираження концентрації розчинів у титриметрії. Точка еквівалентності і кінцева точка титрування. Первинні стандарти, вимоги до них. Фіксанали. Вторинні стандарти, робочі розчини. Методи окремих наважок та піпетування. Обчислення результатів аналізу.

### **Тема 7. Протолітометрія.**

Обчислення рН у різних точках титрування для Побудова кривих титрування у протолітометрії: сильних та слабких кислот і основ, поліпротонних кислот та основ. Індикатори методу. Іонно-хромофорна теорія індикаторів. Рівновага в розчині індикаторів. Константа іонізації індикаторів інтервал переходу забарвлення. Індикаторні похибки. Характеристика деяких індикаторів. Вибір індикатора для встановлення кінцевої точки титрування. Помилка титрування при визначенні сильних і слабких кислот та основ. Кисотно-основне титрування у неводному середовищі. Робочі розчини титрантів. Первинні стандарти. Практичне застосування методу кислотно-основного титрування. Титрування фосфорної, борної кислот. Аналіз суміші натрій карбонату і бікарбонату. Визначення тимчасової твердості води. Визначення солей амонію, органічного нітрогену методом, нітратів і нітритів.

### **Тема 8. Комплексні сполуки в аналітичній хімії.**

Класифікація комплексних сполук. Дентатність лігандів. Хелати, внутрішньоконкомплексні сполуки. Типи комплексних сполук, які використовуються в аналітичній хімії.

Ступінчасте конкомплексоутворення. Кількісна характеристика комплексних сполук: константа стійкості (ступінчаста і загальна), функція утворення (середнє лігандне число), функція закомплексованості. Кінетична стійкість комплексних сполук. Застосування комплексних сполук в аналітичній хімії.

Реакції конкомплексоутворення, які використовують у титриметрії, вимоги до них. Меркуриметрія. Меркурій (II) нітрат як титрант. Індикатори. Практичне застосування: визначення хлоридів.

Використання амінополікарбонівих кислот у титриметрії. Способи комплексонометричного титрування. Металохромні індикатори, вимоги до них. Селективність титрування та способи її підвищення. Побудова кривих титрування в методі комплексонометрії. Похибки титрування. Комплексонометричне визначення Кальцію, Магнію, Барію, Феруму, Алюмінію, Торію в розчинах чистих солей, за сумісної присутності.

### **Тема 9. Окисно-відновні реакції в аналітичній хімії.**

Потенціал окисно-відновної системи. Рівняння Нернста, стандартні та реальні потенціали окисно-відновних систем. Константи рівноваги окисно-відновних реакцій. Зв'язок між константою рівноваги і потенціалами. Напрямок та інтенсивність перебігу реакцій окислення-відновлення.

Вплив концентрації реагуючих речовин, концентрації іонів гідрогену, комплексоутворення та інших чинників на окисно-відновні процеси. Поняття про змішані потенціали.

Швидкість реакцій в хімічному аналізі. Елементарні стадії реакцій. Каталізатори та інгібітори. Автокаталітичні реакції. Індуковані, ланцюгові і спряжені реакції. Поняття про індуктор, актор, акцептор. Індукційний фактор. Приклади прискорення і сповільнення реакцій та процесів, які використовують у хімічному аналізі.

### **Тема 10. Редоксиметрія.**

Обчислення потенціалу в різних точках титрування при побудові кривих. Методи визначення кінцевої точки титрування. Окисно-відновні індикатори. Індикаторні помилки.

Основні окисники і відновники, що використовують у практиці редоксиметричних визначень, їхня стійкість. Методи попереднього окиснення чи відновлення визначуваного елемента перед титруванням. Можливість послідовного визначення декількох окисників чи відновників у суміші.

Перманганатометрія. Виготовлення робочого розчину калій перманганату. Первинні стандарти. Встановлення концентрації розчину перманганату. Практичне застосування перманганатометрії: визначення оксалатів, Феруму (II, III), Мангану, гідроген пероксиду, нітритів. Йодометрія, особливості методу. Робочі розчини в йодометрії. Первинні стандарти. Крохмаль як індикатор. Йодометричне визначення арсенатів, нітритів, Феруму (III), Купруму (II), вільного хлору, бромиду, гідроген пероксиду. Реактив Фішера для визначення води.

Броматометрія. Система бромат-бромід. Визначення кінцевої точки титрування. Практичне застосування броматометрії (визначення Арсену і Стибію в суміші, органічних речовин).

Біхроматометрія. Індикатори методу. Практичне застосування біхроматометрії (визначення Феруму (II, III)).

Цериметрія, особливості методу. Індикатори методу. Практичне застосування броматометрії

### **Тема 11. Рівновага у гетерогенній системі. Розчинність осадів.**

Вплив різних чинників на розчинність осадів.

Константа рівноваги реакції осадження-розчинення. Термодинамічна, реальна й умовна константи розчинності. Обчислення розчинності

важкорозчинних речовин. Застосування правила константи розчинності в аналізі.

Вплив хімічних чинників на розчинність важкорозчинних речовин: температури, розміру і форми частинок, структури осаду, концентрації іонів гідроксонію, комплексоутворювачів, окисно-відновних процесів. Розчинність осадів у кислотах. Вплив кислотності середовища на розчинність солей сильних і слабких кислот. Значення надлишку реактиву. Вплив на розчинність однойменних іонів, іонної сили. Фракційне осадження. Переведення одних важкорозчинних речовин в інші.

### **Тема 12. Методи седиметрії.**

Загальна характеристика. Вимоги до реакцій, які використовуються у методах осадження. Вплив адсорбції на точність титрування. Побудова кривих титрування. Вплив розчинності сполук, концентрації і температури на характер кривих титрування. Похибки титрування.

Аргентометрія. Методи однакових помутнінь, Мора, Фольгарда. Титрування за допомогою адсорбційних індикаторів. Теоретичне обґрунтування методу. Практичне використання: визначення Аргентуму хлоридів, бромідів, йодидів.

Меркурометрія. Індикатори меркурометрії. Практичне застосування: визначення галогенідів, тіоціанатів.

### **Тема 13. Кінетика утворення осадів.**

Суть гравіметрії і загальна схема аналізу. Осаджувана форма. Кристалічні та аморфні осади. Залежність структури осаду від його індивідуальних властивостей (розчинність, полярність молекул) та умов осадження (концентрації, іонної сили, рН, температури). Залежність форми осаду від швидкості утворення первинних частинок і швидкості їхнього росту.

Умови одержання кристалічних осадів. Гомогенне осадження. Старіння осадів. Особливості утворення колоїдно-дисперсних систем та їх використання в хімічному аналізі.

### **Тема 14. Гравіметричний аналіз.**

Причини забруднення осадів (сумісне осадження, співосадження та післяосадження). Класифікація різних видів співосадження (адсорбція, оклюзія, ізоморфізм та ін.). Концентрування мікроелементів співосадженням на неорганічних колекторах. Способи очищення осадів від забруднення. Фільтрування осадів.

Вагова (гравіметрична) форма. Вимоги до вагової форми. Способи переведення осаджуваної форми у вагову. Обчислення у гравіметрії.

Практичне використання гравіметричного методу аналізу. Визначення Калію, Натрію, Магнію, Кальцію, Феруму, Нікелю, Барію, Фосфору, органічних речовин та ін.

### **Тема 15. Екстракція.**

Основні методи розділення і концентрування. Гібридні методи. Одноступінчасті та багаступінчасті процеси розділення. Константа розподілу. Ступінь вилучення. Фактор розділення. Коефіцієнт концентрування.

Екстракція. Теорія екстракційних методів. Закон розподілу. Класифікація екстракційних процесів. Швидкість екстракції. Типи екстракційних систем. Реекстракція. Природа і характеристика екстрагентів. Основні органічні реагенти, які використовують у методі екстракції. Селективне розділення елементів шляхом підбору органічних розчинників, зміна рН водної фази, маскування та демаскування. Прилади для екстракції.

### Тема 16. Хроматографія.

Хроматографія, основні принципи методу, види хроматографічного методу (іонообмінна, рідинна, розподільча, газова, газорідинна та ін.). Основні теоретичні положення. Концепція теоретичних тарілок, її недоліки. Кінетична теорія. Типи стаціонарних та рухливих фаз. Іонний обмін та іонообмінна хроматографія. Газова хроматографія. Основні теоретичні положення. Вимоги до стаціонарної та рухливої фази. Газові хроматографи, основні типи детекторів. Площинна хроматографія.

### Змістовий модуль 3. Хімія природного середовища

**Тема 17 Предмет хімії природного середовища.** Основні хімічні цикли в природі та їх порушення. Глобальні та локальні екологічні проблеми

**Тема 18. Хімічний склад об'єктів природного середовища.** Хімічний склад, класифікація та деякі властивості: природних вод; повітря та атмосферних опадів; ґрунтів та донних відкладів

**Тема 19. Загальна схема та основні етапи аналізу об'єктів природного середовища.** Характеристика методів аналізу об'єктів природного середовища

**Тема 20. Особливості аналізу природних об'єктів.** Методики аналізу природних вод. Методики аналізу повітря. Методики аналізу ґрунтів та донних відкладів

## 4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

| Назви змістових модулів 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   |
| <b>Модуль 1</b>  |                 |              |     |     |     |      |              |              |    |     |     |      |
| <b>Змістовий модуль 1. Предмет аналітичної хімії</b>                             |                 |              |     |     |     |      |              |              |    |     |     |      |
| Тема 1 Предмет аналітичної хімії. Місце аналітичної хімії серед природничих наук | 8,0             | 4,0          | 2,0 |     |     | 2,0  |              |              |    |     |     |      |
| Тема 2. Основні метрологічні поняття і уявлення. Похибки                         | 6,0             |              | 2,0 |     |     | 4,0  |              |              |    |     |     |      |
| Тема 3. Основні типи хімічної рівноваги в  | 6,0             |              |     |     |     | 6,0  |              |              |    |     |     |      |

|  |     |     |     |  |  |     |  |  |  |  |  |  |
|--|-----|-----|-----|--|--|-----|--|--|--|--|--|--|
| гомогенній системі.<br>Основи теорії<br>електролітів.  |     |     |     |  |  |     |  |  |  |  |  |  |
| Тема 4. Протолітична<br>теорія.  | 6,0 |     | 2,0 |  |  | 4,0 |  |  |  |  |  |  |
| Тема 5. Обчислення<br>рН у водних розчинах<br>кислот і основ.<br>Буферні суміші.   | 4,0 |     |     |  |  | 4,0 |  |  |  |  |  |  |
| <b>Змістовий модуль 2 Методи аналітичної хімії</b>   |     |     |     |  |  |     |  |  |  |  |  |  |
| Тема 6 Титриметрич.<br>методи аналізу  | 6,0 |     | 2,0 |  |  | 4,0 |  |  |  |  |  |  |
| Тема 7.<br>Протолітометрія   | 6,0 | 2,0 |     |  |  | 4,0 |  |  |  |  |  |  |
| Тема 8. Комплексні<br>сполуки в аналітичній<br>хімії.  | 6,0 |     | 1,0 |  |  | 5,0 |  |  |  |  |  |  |
| Тема 9. Окисно-<br>відновні реакції в<br>аналітичній хімії..   | 6,0 |     | 1,0 |  |  | 5,0 |  |  |  |  |  |  |
| Тема 10.<br>Редоксиметрія.   | 6,0 |     | 1,0 |  |  | 5,0 |  |  |  |  |  |  |
| Тема 11.. Рівновага у<br>гетерогенній системі.<br>Розчинність осадів   | 6,0 |     |     |  |  | 6,0 |  |  |  |  |  |  |
| Тема 12 Методи<br>седиметрії.  | 5,0 |     | 1,0 |  |  | 4,0 |  |  |  |  |  |  |
| Тема 13. . Кінетика<br>утворення осадів.   | 5,0 |     | 1,0 |  |  | 4,0 |  |  |  |  |  |  |
| Тема 14.<br>Гравіметричний<br>аналіз.  | 6,0 |     | 2,0 |  |  | 4,0 |  |  |  |  |  |  |
| Тема 15 Екстракція.  | 5,0 | 2,0 |     |  |  | 3,0 |  |  |  |  |  |  |
| Тема 16.<br>Хроматографія.   | 5,0 | 2,0 |     |  |  | 3,0 |  |  |  |  |  |  |
| <b>Модуль 2</b>  |     |     |     |  |  |     |  |  |  |  |  |  |
| <b>Змістовий модуль 3. Хімія природного середовища</b>   |     |     |     |  |  |     |  |  |  |  |  |  |
| Тема 17. Предмет хімії<br>природного середов..<br>Основні хімічні цикли в<br>природі та їх порушення.<br>Глобальні та локальні<br>екологічн проблеми | 7,0 | 6,0 |     |  |  | 1,0 |  |  |  |  |  |  |
| Тема 18. Хімічний<br>склад об'єктів<br>природного<br>середовища.   | 9,0 | 8,0 |     |  |  | 1,0 |  |  |  |  |  |  |
| Тема 19 Загальна<br>схема та основні<br>етапи аналізу об'єктів<br>природного<br>середовища.  | 6,0 | 2,0 |     |  |  | 4,0 |  |  |  |  |  |  |
| Тема 20. Особливості   | 6,0 | 4,0 |     |  |  | 2,0 |  |  |  |  |  |  |

|                              |              |             |             |  |  |             |  |  |  |  |  |  |
|------------------------------|--------------|-------------|-------------|--|--|-------------|--|--|--|--|--|--|
| аналізу природних об'єктів.  |              |             |             |  |  |             |  |  |  |  |  |  |
| <b>Усього за III семестр</b> | <b>120,0</b> | <b>30,0</b> | <b>15,0</b> |  |  | <b>75,0</b> |  |  |  |  |  |  |

## 5. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

**Практичне заняття** – це форма навчального заняття, при якій викладач організує детальний розгляд студентами окремих теоретичних положень навчальної дисципліни та формує вміння і навички їх практичного застосування шляхом індивідуального виконання студентом відповідно сформульованих завдань.

Основні завдання циклу практичних занять:

- допомогти студентам систематизувати, закріпити і поглибити знання теоретичного характеру в галузі охорони довкілля;
- навчити студентів прийомам вирішення практичних завдань, сприяти оволодінню навичками та вміннями виконання розрахунків, графічних та інших видів завдань;
- навчити їх працювати з довідковою літературою, документацією і схемами;
- формувати вміння вчитися самостійно, тобто опанувати методами, способами і прийомами самонавчання, саморозвитку і самоконтролю.

| № з/п                        | Назва теми                                     | Кількість Годин (денна) | Кількість Годин (заочна) |
|------------------------------|--|-------------------------|--------------------------|
| 1.                           | Якісний аналіз. Загальні положення.ми          | 2,0                     | -                        |
| 2.                           | Гравіметричний аналіз                          | 2,0                     | -                        |
| 3.                           | Титриметричний аналіз                          | 2,0                     | -                        |
| 4                            | Окисно-відновні реакції титриметрії.           | 2,0                     | -                        |
| 5                            | Реакції комплексоутворення в аналітичній хімії | 2,0                     | -                        |
| 6                            | Методи осадження                               | 2,0                     | -                        |
| 7                            | Похибки результатів аналізу                    | 3,0                     | -                        |
| <b>Усього за III семестр</b> |  | <b>15,0</b>             | -                        |

## 6. ТЕМИ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

**Самостійна робота студента** – це основний засіб оволодіння навчальним матеріалом під керівництвом викладача у час, вільний від обов'язкових навчальних занять. Навчальний час, відведений для цього, визначається навчальним планом і залежить від загального обсягу годин, відведених для вивчення конкретної навчальної дисципліни.

Розподіл самостійної роботи включає в себе:

**ПМК** – підготовка до модульного контролю;

**ПП** – підготовка до практичних занять;

**ППК** – підготовка до підсумкового контролю (заліку/іспиту).

У робочій програмі навчальної дисципліни самостійна робота відображається у вигляді таблиці у розрізі тем та кількості годин, відведених для їх виконання.

| № з/п | Назва теми   | Кількість Годин (денна) | Кількість Годин (заочна) |
|-------|--|-------------------------|--------------------------|
| 1     | Тема 1 Предмет аналітичної хімії. Місце аналітичної хімії серед природничих наук   | 2,0                     | -                        |
| 2     | Тема 2. Основні метрологічні поняття і уявлення. Похибки   | 4,0                     | -                        |
| 3     | Тема 3. Основні типи хімічної рівноваги в гомогенній системі. Основи теорії електролітів.  | 5,0                     | -                        |
| 4     | Тема 4. Протолітична теорія.   | 6,0                     | -                        |
| 5     | Тема 5. Обчислення рН у водних розчинах кислот і основ. Буферні суміші.  | 4,0                     | -                        |
| 6     | Тема 6 Титриметричні методи аналізу  | 4,0                     | -                        |
| 7     | Тема 7. Протолітометрія  | 4,0                     | -                        |
| 8     | Тема 8. Комплексні сполуки в аналітичній хімії.  | 5,0                     | -                        |
| 9     | Тема 9. Хімічна кінетика   | 5,0                     | -                        |
| 10    | Тема 10. Редоксиметрія.  | 6,0                     | -                        |
| 11    | Тема 11.. Рівновага у гетерогенній системі. Розчинність осадів   | 6,0                     | -                        |
| 12    | Тема 12 Методи седиметрії.   | 4,0                     | -                        |
| 13    | Тема 13. . Кінетика утворення осадів.  | 4,0                     | -                        |
| 14    | Тема 14. Гравіметричний аналіз.  | 4,0                     | -                        |
| 15    | Тема 15 Екстракція.  | 3,0                     | -                        |
| 16    | Тема 16. Хроматографія.  | 3,0                     | -                        |
| 17    | Тема 17. Предмет хімії природного середов.. Основні хімічні цикли в природі та їх порушення. Глобальні та локальні екологічні проблеми | 1,0                     | -                        |
| 18    | Тема 18. Хімічний склад об'єктів природного середовища.  | 1,0                     | -                        |
| 19.   | Тема 19 Загальна схема та основні етапи аналізу об'єктів природного середовища.  | 4,0                     | -                        |
| 20.   | Тема 20. Особливості аналізу природних об'єктів.   | 2,0                     | -                        |
|       | Разом  | 75,0                    | -                        |

## 7. РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ СТУДЕНТИ

Система ЄКТС передбачає 100-бальну шкалу оцінювання навчальних досягнень студента.

Студент при вчасному складанні двох модулів за семестр, звіту з

практичних занять може отримати автоматично оцінку по курсу відповідно до наступної таблиці.

| №  | Види діяльності                      | Кількість контрольних заходів | Результат (бал) |
|--|--------------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| <b>Модуль 1. «Предмет аналітичної хімії»</b>   |                                      |                               |                 |
| 1.   | Опорний конспект лекцій з модулю 1   | 1                             | 5               |
| 2.   | Практична робота № 1                 | 1                             | 5               |
| 3.   | Виконання завдань самостійної роботи | 1                             | 5               |
| 4.   | Тестовий модульний контроль № 1      | 1                             | 5               |
| <b>Усього балів за модуль 1</b>                |                                      |                               | <b>20</b>       |
| <b>Модуль 2. «Методи аналітичної хімії»</b>    |                                      |                               |                 |
| 1.   | Опорний конспект лекцій з модулю 2   | 1                             | 5               |
| 2.   | Практична робота № 2                 | 1                             | 5               |
| 3.   | Практична робота № 3                 | 1                             | 5               |
| 4.   | Практична робота № 4                 | 1                             | 5               |
| 5.   | Виконання завдань самостійної роботи | 1                             | 5               |
| 6.   | Тестовий модульний контроль № 2      | 1                             | 5               |
| <b>Усього балів за модуль 2</b>                |                                      |                               | <b>30</b>       |
| <b>Модуль 3. «Хімія природного середовища»</b> |                                      |                               |                 |
| 1.   | Опорний конспект лекцій з модулю 3   | 1                             | 5               |
| 2.   | Практична робота № 5                 | 1                             | 5               |
| 3.   | Практична робота № 6                 | 1                             | 5               |
| 4.   | Практична робота № 7                 | 1                             | 5               |
| 5.   | Виконання завдань самостійної роботи | 1                             | 5               |
| 6.   | Тестовий модульний контроль № 3      | 1                             | 5               |
| <b>Усього балів за модуль 3</b>                |                                      |                               | <b>30</b>       |
| <b>Підсумковий рейтинговий бал</b>             |                                      |                               | <b>80</b>       |
| <b>залік</b>                                   |                                      |                               | <b>20</b>       |
| <b>Всього</b>                                  |                                      |                               | <b>100</b>      |

### 9. Критерії оцінювання модульного завдання (тест)

| Поточне тестування та самостійна робота |      |     |          |      |     |          |      |       | Сума |
|---|------|-----|----------|------|-----|----------|------|-------|------|
| Модуль 1                                |      |     | Модуль 2 |      |     | Модуль 3 |      |       |      |
| T1                                      | С.р. | МК1 | T2       | С.р. | МК2 | T3       | С.р. | Залік |      |
| 10                                      | 10   | 10  | 10       | 10   | 10  | 10       | 10   | 20    | 100  |

### 10. Критерії оцінювання завдання для заліку

| Завдання     | Кількість балів |
|--------------|-----------------|
| Питання 1    | 5               |
| Питання 2    | 5               |
| Питання 3    | 10              |
| <b>Разом</b> | <b>20</b>       |

## 11. ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ: НАЦІОНАЛЬНА ТА ECTS

| Оцінка за 100-баловою шкалою університету / Grade according to 100-points scale of university | Оцінка за національною шкалою / Grade according to the national scale   |  | Оцінка за шкалою ЄКТС / Grade according to ECTS scale |
|---|---|--|---|
|   | Диференційована оцінка / Differentiated grade   | Недиференційована оцінка / Undifferentiated grade  |   |
| <b>90-100</b> (творчий рівень) / (creative level)   | 5 (відмінно) / (excellent)  | Зараховано / Passed  | <b>A</b>  |
| <b>82-89</b> (високий рівень) / (high level)  | 4 (добре) / (good)  |  | <b>B</b>  |
| <b>75-81</b> (достатній рівень) / (sufficient level)  |   |  | <b>C</b>  |
| <b>64-74</b> (задовільний рівень) / (satisfactory level)                                      |   |  | 3 (задовільно) / (satisfactory)                       |
| <b>60-63</b> (задовільний рівень) / (satisfactory level)                                      | <b>E</b>  |  |   |
| <b>35-59</b> (низький рівень) / (low level)   | 2 (незадовільно з можливістю повторного складання) / (unsatisfactory with the possibility to repass the exam)                 | Не зараховано з можливістю повторного складання заліку / Failed with the possibility to repass the credit          | <b>FX</b>   |
| <b>0-34</b> (незадовільний рівень) / (unsatisfactory level)                                   | 2 (незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни) / (unsatisfactory with the compulsory repeating of the course) | Не зараховано - з обов'язковим повторним вивченням дисципліни / Failed with the compulsory repeating of the course | <b>F</b>  |

**«Відмінно» - А (90-100 балів)** – виставляється студенту, який глибоко та міцно засвоїв матеріал, відмінно справляється з задачами та питаннями, показує знайомство з фаховою літературою, володіє різносторонніми навичками та прийомами виконання практичних завдань, вміє добре орієнтуватись у виробничих ситуаціях.

**«Добре» - ВС (75-89 балів)** – виставляється студенту, який твердо знає програмний матеріал, правильно застосовує теоретичні знання при рішенні практичних завдань, володіє необхідними навичками та прийомами їх виконання.

«Задовільно» - **DE (60-74 балів)** – виставляється студенту, який має знання тільки основного матеріалу, але не засвоїв його деталей, допускає неточності, неправильне тлумачення окремих елементів завдання та відчуває труднощі при виконанні практичних завдань.

«Незадовільно» - **FX (35-59 балів)** - виставляється студенту, який дає необґрунтовані відповіді на запитання, допускає суттєві помилки у використанні понятійного апарату. Не простежується логічність та послідовність думки. Формулювання хаотичні та не усвідомлені.

«Незадовільно» - **F (0-34 балів)** - виставляється студенту, який не засвоїв зміст дисципліни, вміння та навички не набуті.

## 12. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Для вивчення студентами дисципліни «Аналітична хімія природного середовища» розроблено методичні рекомендації щодо підготовки до практичних занять, опорний конспект лекцій (розміщено на сайті бібліотеки ДУІТ).

Також розроблені конспекти лекцій (презентації) та методичні вказівки до виконання самостійних робіт з дисципліни, з якими студенти можуть ознайомитися на навчальній платформі Google Клас.

## 13. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Базова

1. *Алемасова А. С., Зайцев В. М. та ін.* Аналітична хімія. Підручник для вищих навчальних закладів. Донецьк: Ноулідж, 2010. 417 с.

2. *Циганок Л. П., Бубель Т. О., Вишнікін А. Б., Вашкевич О. Ю.* Аналітична хімія. Хімічні методи аналізу: навчальний посібник. Дніпропетровськ: ДНУ ім. О.Гончара, 2014. 252 с.

3. *Зуй М. Ф., Лелюшок С. О., Запорожець О. А., Желіба О. М., Тітова Л. О.* Аналіз природних вод та ґрунтів. Навчальний посібник. Київський національний університет ім. Тараса Шевченка. Київ, 2017. 174 с.

4. *Чеботарьов О. М.* Аналітична хімія навколишнього середовища. Методичні вказівки до лабораторних робіт. Одеський нац. ун-т імені І. І. Мечнікова, 2013. 58 с.

### Допоміжна

1. Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Аналітична хімія та інструментальні методи аналізу» для студентів напряму підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» денної форми навчання/ Укладач: к.т.н., доц. Полянчиков О.І., Кам'янське (Дніпродзержинськ), ДДТУ, 2013 р. 12 с.

2. *Даценко В.В., Хоботова Е.Б.* Основи біогеохімії: навчальний посібник, Харківський автомобільно-дорожній університет. Харків – 2010

3. *Набиванець Б. Й., Осадчий В. І., Осадча Н. М., Набиванець Ю. Б.* Аналітична хімія поверхневих вод. Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут. К.: Наукова думка, 2007, 456 с.

4. Захист атмосферного повітря від забруднень залізничним транспортом / Пилипчук О.Я., Висоцька Т.І., Пічкур Т.В., Савчук М.В., Сальникова А.В., Соловійова Л.М., Сорочинська О.Л./ Науково-практичний журнал «Екологічні науки», 2022, Вип. 4 (43), с. 23-26. - Режим доступу: <http://eoj.dea.kiev.ua/archives/2022/4/4.pdf>

5. Сучасні шляхи зниження впливу залізничного транспорту на навколишнє середовище: проблема очищення ґрунту від нафтопродуктів / Пилипчук О.Я., Висоцька Т.І., Пічкур Т.В. / Науково-практичний журнал «Екологічні науки», 2020, Вип. 3 (30), с. 113-118. - Режим доступу: <http://eoj.dea.kiev.ua/archives/2020/3/21.pdf>

6. Еколого-економічна оцінка господарської діяльності залізничного транспорту / Пилипчук О.Я., Стрелко О.Г., Висоцька Т.І., Пічкур Т.В., Соловійова Л.М., Сорочинська О.Л./ Науково-практичний журнал «Екологічні науки», 2021, Вип. 7 (34), с. 26-30. - Режим доступу: <http://eoj.dea.kiev.ua/archives/2021/7/7.pdf>

7. Vysotska T. I. Impact of persistent organic pollutants sources on the ecological state of the environment / T. I. Vysotska, T. V. Pichkur // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. - 2019. - № 6. - С. 72-76. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/VSUNU\\_2019\\_6\\_15](http://nbuv.gov.ua/UJRN/VSUNU_2019_6_15)

8. Розвиток хімічних досліджень у Київському університеті (друга половина XIX – поч. XX століть) / Висоцька Т. І. // Вісімнадцяті наукові читання присвячені діяльності О. П. Бородіна (1848-1898), 12 жовтня 2022 р. – Київ. – 42-46 с.

9. (1) Висоцька Т. І. Деякі відомості з історії хімічного факультету Національного університету імені Тараса Шевченка. 17-ті наукові читання присвячені діяльності О. П. Бородіна (1848-1898), 13 листопада 2021 р. – Київ. – 64-70 с.

10. Вплив стану оточуючого середовища на здоров'я людини / Пічкур Т.В., Сорочинська О.Л., Висоцька Т.І.// The 9th International scientific and practical conference «Priority directions of science and technology development» Kyiv, Ukraine, SPC - Sci-conf.com.ua, 16-18 травня 2021 р., 78-83 с.

11. Теоретичні передумови застосування аналітичних методів для моделювання процесів розвитку наслідків кризових ситуацій на залізничному транспорті / Васілова Г.С., Висоцька Т.І., Юрченко О.Г., Булгакова Ю.В. // Матеріали міжвузівської науково-практичної конференції «Інжиніринг криз та ризиків у сфері транспортних послуг (CRENG)», 20-21 січня 2021 р. – Маріуполь, ДВНЗ «ПДТУ» 2021. – 247-252 с.

12. Проблеми викладання дисципліни «Аналітична хімія природного середовища» в рамках освітньо-професійної програми «Екологія транспортної інфраструктури» / Висоцька Т.І.// Київська конференція з аналітичної хімії

«Сучасні тенденції 2020», 21-23 жовтня 2020 року, Київ, КНУ імені Тараса Шевченка, с. 127

13. Біогеохімія - важлива освітня складова підготовки студентів-екологів / Висоцька Т. І., Пічкур Т. В. // П'ятнадцяті наукові читання присвячені діяльності О. П. Бородіна (1848-1898), 13 листопада 2019 р. – Київ. – 64-70 с.

14. Екологічна свідомість як складова нової якості життя / Висоцька Т. І., Пічкур Т. В., Сорочинська О. Л. // П'ятнадцяті наукові читання присвячені діяльності О. П. Бородіна (1848-1898), 13 листопада 2019 р. – Київ. – 112-118 с.

15. Екологічні проблеми та виклики, що стоять перед екологами на етапі післявоєнної відбудови України / Висоцька Т. І., Пічкур Т. В. // Київська конференція з аналітичної хімії: Сучасні тенденції 2022, 26-28 жовтня 2022 року, Київ, КНУ імені Тараса Шевченка. С. 132

#### 14. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

16. <http://www.menr.gov.ua> – Сайт Міністерство екології та природних ресурсів України.

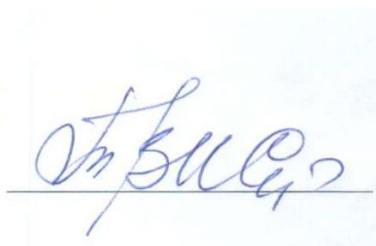
17. [http://detut.edu.ua/ukr/cat/level\\_3/content/normative\\_base](http://detut.edu.ua/ukr/cat/level_3/content/normative_base) – Нормативна база про наукову діяльність

18. <http://www.uz.gov.ua/> – Сайт «Державна адміністрація залізничного транспорту України»

19. <http://www.irbis-nbuv.gov.ua/> – Електронний архів наукових періодичних видань України

20. <http://nbuviap.gov.ua/asambleya/asambl.php> – електронна бібліотека НБУВ

Розробник



Тетяна ВИСОЦЬКА