

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**Навчально-науковий інститут високих технологій**

**Кафедра супрамолекулярної хімії**

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

**Заступник директора  
з навчальної роботи**



Грабчук Г.П.

«24» травня 2022 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Методи аналізу та дослідження хімічних сполук**

галузь знань **10 Природничі науки**  
спеціальність **105 Прикладна фізика та наноматеріали**  
освітній рівень **Бакалавр**  
освітня програма **Нанофізика та комп'ютерні технології**  
вид дисципліни **вибіркова**

|   |            |
|---|------------|
| Форма навчання                          | денна      |
| Навчальний рік                          | 2022/2023  |
| Семестр                                 | 8          |
| Кількість кредитів ECTS                 | 4          |
| Мова викладання, навчання та оцінювання | українська |
| Форма заключного контролю               | іспит      |

**Викладач:** Маханькова В.Г.

Пролонговано: на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

**КИЇВ – 2022**

**Розробник:** Маханькова Валерія Григорівна, доктор хім. наук, професор кафедри супрамолекулярної хімії

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

Зав. кафедри нанофізики конденсованих середовищ

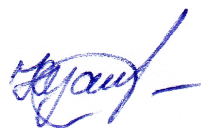
 Валерій Скришевський

Протокол № 5 від «19» квітня 2022 р.

Схвалено науково-методичною комісією інституту високих технологій

Протокол від «13» травня 2022 року № 4

Голова науково-методичної комісії



Русінчук Н. М.

## ВСТУП

**1. Мета дисципліни** – сформувати у студентів загальні знання, вміння та практичні навички роботи з основними методами дослідження хімічних речовин в залежності від задач досліджень, а також планування експериментів.

**2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни :**

- 1. Знати теоретичні основи фундаментальних та прикладних наук: хімії, математики та фізики.*
- 2. Вміти працювати з базовим програмним забезпеченням в OS Windows.*
- 3. Володіти навичками роботи з науково-методичною літературою, користуватися сучасними електронними базами даних в галузі хімії і фізики, іншими Інтернет-ресурсами.*

**3. Аногація навчальної дисципліни**

У курсі на початку вводяться основні поняття та терміни, загальні визначення, коротка історична довідка. Викладаються основи хімічного аналізу неорганічних та органічних речовин, розглядаються фізичні та фізико-хімічні методи дослідження. Розглядається робота з програмами зі статистичної обробки та аналізу даних.

**4. Завдання (навчальні цілі)**

Сформувати у студентів знання з основ аналітичної хімії та принципів використання комплексу хімічних, фізико-хімічних та фізичних методів дослідження хімічних речовин для вирішення конкретних прикладних задач.

Дисципліна забезпечує набуття студентами таких компетентностей:

ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях

ЗК2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК3. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК5. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК6. Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК9. Здатність працювати автономно.

ЗК13. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями, уміннями, у тому числі в сфері, відмінної від професійної.

ЗК14. Здатність бути критичним і самокритичним.

ЗК15. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК16. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

ЗК17. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).

ФК1 Здатність брати участь у плануванні та виконанні наукових та науково-технічних проектів.

ФК2 Здатність брати участь у плануванні і виконанні експериментів та лабораторних досліджень властивостей фізичних систем, фізичних явищ і процесів, обробленні й презентації їхніх результатів.

ФК6 Здатність використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу фізичних систем.

ФК8 Здатність працювати в колективах виконавців, у тому числі в міждисциплінарних проектах.

ФК10 Здатність реалізовувати автоматизацію експериментальних досліджень у різних сферах науки із використанням сучасних комп'ютерних технологій.

ФК12-1 Вибірковий блок 1 Здатність розробляти, діагностувати та використовувати пристрої електроніки в сучасній науці.

ФК12-2 Вибірковий блок 2 Знання фізичних основ сучасного експериментального обладнання та вміння застосовувати їх до вибору, проектування, виготовлення та удосконалення вимірювальних приладів для застосувань у природничих науках.

## 5. Результати навчання за дисципліною:

| Результат навчання<br>(1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність) |   | Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання | Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання    | Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни |
|---|---|--|---|--|
| Код   | Результат навчання  |  |   |  |
| 1.1   | Знати основні теоретичні засади хімічних, фізико-хімічних та фізичних методів дослідження речовин, розуміти межі їх застосування, точність, відтворюваність цих методів та використання комплексу методів для дослідження речовин   | Лекції   | Контрольні роботи<br><br>Запитання на іспиті          | 20%<br><br>20%                             |
| 2.1   | Вміти розв'язувати проблемні задачі, пов'язані з дослідження складу та будови речовин   | Лабораторні роботи                                       | Звіти по лабораторних роботах<br><br>Задача на іспиті | 20%<br><br>20%                             |
| 4.1   | Прийняти і обґрунтувати рішення щодо вибору методу/комплексу методів дослідження для встановлення складу та/або будови речовини. Вміти самостійно працювати з науковою та навчально-методичною літературою, здійснювати пошук та узагальнення науково-технічної інформації. | Лекції, лабораторні роботи, самостійна робота студента   | Письмовий звіт з семестрової роботи                   | 20%  |

## 6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання (необов'язково для вибіркової дисципліни які не входять до блоків спеціалізації)

| Програмні результати навчання  | Результати навчання дисципліни |     |     |
|--|--------------------------------|-----|-----|
|  | 1.1                            | 2.1 | 4.1 |
| ПРН3. Застосовувати ефективні технології, інструменти та методи експериментального дослідження властивостей речовин і матеріалів, включаючи наноматеріали, при розв'язанні практичних проблем прикладної фізики. | +                              | +   | +   |

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| ПРН5. Вибирати ефективні методи та інструментальні засоби проведення досліджень у галузі прикладної фізики.   | + | + | + |
| ПРН6. Відшукувати необхідну науково-технічну інформацію в науковій літературі, електронних базах, інших джерелах, оцінювати надійність та релевантність інформації.   |   | + | + |
| ПРН8. Вільно спілкуватися з професійних питань державною та англійською мовами усно та письмово.  | + | + | + |
| ПРН9. Презентувати результати досліджень і розробок фахівцям і нефахівцям, аргументувати власну позицію.  |   | + | + |
| ПРН10. Планувати й організувати результативну професійну діяльність індивідуально і як член команди при розробці та реалізації наукових і прикладних проєктів.        |   | + | + |
| ПРН15. Розробляти та формулювати свої професійні висновки та розумно їх аргументувати для фахової та нефахової аудиторії.   | + | + | + |
| ПРН17. Представляти і захищати отримані наукові і практичні результати в усній та письмовій формі.  |   | + | + |
| ПРН19-2.: На основі отриманих знань проектувати та створювати автоматизовані експериментальні установки для проведення досліджень в природничих науках.               | + | + | + |
| ПРН20-2. Обслуговувати, діагностувати та удосконалювати існуючі експериментальні установки, що використовуються для різних потреб в галузі фізики, хімії та біології. | + | + | + |

## 7. Схема формування оцінки.

### 7.1 Форми оцінювання:

#### - семестрове оцінювання:

1. Контрольні роботи – РН 1.1– 20 балів/ 12 балів
2. Звіти по лабораторних роботах – РН 2.1– 20 балів/ 12 балів
3. Самостійна семестрова робота– РН 4.1– 20 балів/ 12 балів

#### - підсумкове оцінювання: у формі іспиту

Письмовий іспит: теоретичні запитання (20 балів/12 балів, оцінюють РН 1.1), практичні завдання (20 балів/12 балів, оцінюють РН 2.1);

- Максимальна кількість балів які можуть бути отримані студентом - 40 балів;
- Для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни оцінка за іспит не може бути меншою 24 балів;
- Студент не допускається до екзамену, якщо під час семестру набрав менше, ніж 36 балів.
- Студент допускається до екзамену за умови виконання всіх передбачених планом лабораторних робіт.

### 7.2 Організація оцінювання:

Протягом семестру студенти пишуть 2 модульні письмові контрольні роботи. Одна - після завершення ЗМІ, друга - після завершення вивчення курсу. Контрольні роботи спрямовані на визначення рівня знань студентами матеріалів лекцій за весь семестр. Модульна контрольна робота вважається складеною, якщо студент дав вірні відповіді на половину та більше запитань, в залежності від їх рівня складності. Студент має право протягом семестру переписати 1 контрольну роботу, якщо вона написана незадовільно.

Протягом семестру студенти працюють над виконанням самостійної роботи, необхідні знання та навички для виконання якої отримують під час лекційних та лабораторних

занять. Результатом виконання семестрового завдання є усний захист.

Для студентів, які упродовж семестру не досягли мінімального рубіжного рівня оцінки (36 балів), для одержання допуску до іспиту обов'язковим є виконання додаткових завдань.

| Оцінювання            | Min       | Max        |
|-----------------------|-----------|------------|
| Семестрове оцінювання | 36        | 60         |
| Підсумкове оцінювання | 24        | 40         |
| <b>Всього</b>         | <b>60</b> | <b>100</b> |

### 7.3 Шкала відповідності оцінок

|                                  |        |
|----------------------------------|--------|
| <b>Відмінно / Excellent</b>      | 90-100 |
| <b>Добре / Good</b>              | 75-89  |
| <b>Задовільно / Satisfactory</b> | 60-74  |
| <b>Незадовільно / Fail</b>       | 0-59   |

## 8. Структура навчальної дисципліни.

### Тематичний план лекцій та лабораторних занять

| № п/п  | Назва теми  | Кількість годин |             |                   |
|--|---|-----------------|-------------|-------------------|
|  |   | лекції          | лабораторні | самостійна робота |
| <b>Змістовий модуль 1</b><br>Вступ. Основні метрологічні поняття і уявлення. Хімічні методи аналізу. |   |                 |             |                   |
| 1  | <b>Тема 1</b> Класифікація методів аналізу. Види аналізу: ізотопний, елементний, функціональний, структурний, молекулярний, фазовий. Макро-, мікро- та ультрамікроаналіз. Аналітичні реакції та реагенти, вимоги до них. Аналітичний сигнал. Наукова хіміко-аналітична література.  | 2               |             | 8                 |
| 2  | <b>Тема 2.</b> 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.  | 2               |             | 8                 |
| 3  | <b>Тема 3.</b> Статистична обробка результатів аналізу. Виявлення промахів (Q-тест, тест Граббса). Закон нормального розподілу випадкових похибок. Середнє, дисперсія, стандартне відхилення. Статистичні тести. Перевірка гіпотези нормальності, гіпотези однорідності результатів вимірювання. Порівняння дисперсій та середніх двох методів аналізу. Способи оцінювання правильності.  | 2               | 4           | 8                 |
| 4  | <b>Тема 4.</b> Пробовідбір і пробопідготовка. Методи розділення і концентрування. Осадження і екстракція. Сорбція. Кількісні характеристики методів розділення і концентрування. Класифікація методів розділення і концентрування. Вибір методу розділення.   | 2               | 2           | 8                 |
| 5  | <b>Тема 5.</b> Титриметричний аналіз. Основні поняття. Вимоги до реакцій в титриметрії. Реактиви, що застосовуються у титриметричному аналізі, стандартні речовини, титранти. Типові розрахунки. Способи вираження концентрацій. Класифікація методів титриметричного аналізу (кислотно-основний, окисно-відновний, осаджувальний, комплексометричний). Види титрування (пряме, зворотне, | 2               | 4           | 8                 |

|   |  |           |           |           |
|---|--|-----------|-----------|-----------|
|   | непряме). Методи встановлення кінцевої точки титрування (візуальні та інструментальні).  |           |           |           |
| 6   | <i>Контрольна робота 1</i>   |           |           |           |
| <b>Змістовий модуль 2</b><br>Фізичні та фізико-хімічні методи дослідження речовин |  |           |           |           |
| 7   | <b>Тема 7.</b> Класифікація методів інструментального аналізу. Наукова хіміко-аналітична література. Основні терміни та поняття в оптичних та спектральних методах аналізу. Молекулярно-абсорбційна спектроскопія. Аналіз багатокомпонентних систем.   | 2         | 4         | 8         |
| 8   | <b>Тема 8.</b> Атомна спектроскопія. Атомізатори (полум'яні та електротермічні). Джерела випромінювання, характеристики. Можливості, переваги та недоліки методу. Інтенсивність спектральних ліній елемента та їх зв'язок з його вмістом у аналізованій пробі. Елемент порівняння. Аналітична (гомологічна) пара ліній, вимоги до неї. Принципова схема спектральної установки. Класифікація спектральних приладів за способом реєстрації спектра. | 2         |           | 8         |
| 9   | <b>Тема 9.</b> Рентгенівські методи аналізу. Рентгенфлюоресцентний метод аналізу (РФС). Принцип методу. Апаратура. Принципова схема. Якісний та кількісний РФС. Пробопідготовка в РФС, стандарти. Використання та метрологічні характеристики РФС. Поняття про рентгенофазовий та рентгеноструктурний методи аналізу.  | 2         |           | 8         |
| 10  | <b>Тема 10.</b> Інфрачервона спектроскопія та спектроскопія комбінаційного розсіяння. Теоретичні основи та принципи ІЧ-спектроскопії. Пристрій та принцип роботи ІЧ-Фур'є спектрометрів. Вибір параметрів. Реєстрація та обробка спектрів. Техніка реєстрації спектрів. Кількісний аналіз.   | 2         | 2         | 8         |
| 111   | <b>Тема 11.</b> Хроматографічні методи. Принцип хроматографічного розділення, його особливості та відмінності від інших методів розділення речовин. Загальні риси хроматографічних методів. Важливі поняття: нерухома фаза (сорбент, адсорбент, абсорбент, носій), рухома фаза, елюент, хроматографічний шар, хроматограма, якісні та кількісні характеристики хроматограми. Апаратне оформлення процесу.  | 2         | 4         | 8         |
| 12  | <i>Контрольна робота 2</i>   |           |           |           |
|   | <b>ВСЬОГО</b>  | <b>20</b> | <b>20</b> | <b>80</b> |

**Загальний обсяг 120 год.**, в тому числі:

Лекції – **20 год.**

Лабораторні заняття – **20 год.**

Самостійна робота - **80 год.**

## **9. Рекомендовані літературні джерела:**

### **Основна:**

1. Аналітична хімія. Загальні положення. Рівноваги. Якісний та кількісний аналіз : навч. посібник [для студ. вищ. навч. закл.] / [Юрченко О. І. , Бугаєвський О. А., Дрозд А. В., та інші; за ред. Юрченко О. І ]. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2012. – 418 с.
2. Зінчук В.К., Левицька Г.Д., Дубенська Л.О. Фізико-хімічні методи аналізу: Навчальний посібник. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008. – 362 с.

3. Christian, G. D., Dasgupta, P. K., & Schug, K. A. (2014). *Analytical Chemistry*. Willey. – 850 p.
4. Skoog, D. A., West, D. M., Holler, F. J., & Crouch, S. R. (2014). *Analytical Chemistry*. Cengage Learning. – 1090 p.

**Додаткова:**

1. Settle, F. A. (1997). *Handbook of Instrumental Techniques for Analytical Chemistry*. Prentice-Hall. – 728 p.
2. Robinson, J. W., Skelly, F. E. M., & Frame, G. M. (2014). *Undergraduate instrumental analysis*. CRC Press. – 1248 p.

**10. Додаткові джерела та інформація:**

1. <https://www.nist.gov/pml/productservices/physical-reference-data>
2. <https://www.ccdc.cam.ac.uk/>