



**СИЛАБУС ДИСЦИПЛІНИ**  
**«ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПОГРІШНОСТЕЙ ПРИ**  
**ОЦІНЮВАННІ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ОБ'ЄКТІВ**  
**ДОВКІЛЛЯ»**

Ступінь вищої освіти – PhD

Спеціальність 102 Хімія

ОНП «Хімія»

Рік навчання 2, семестр 3

Форма навчання денна, вечірня, заочна

Кількість кредитів ЄКТС 5

Мова викладання українська

Лектор курсу

Доцент Войтенко Лариса Владиславівна

Контактна інформація лектора (e-mail)

[larisa.nubip@gmail.com](mailto:larisa.nubip@gmail.com)

Сторінка курсу в eLearn

**ОПИС ДИСЦИПЛІНИ**

Навчальна програма вибіркової навчальної дисципліни «Особливості формування погрішностей при оцінюванні екологічної безпеки об'єктів довкілля» складена відповідно до освітньо-наукової програми підготовки PhD аспірантів спеціальності 102 «Хімія».

Предметом дисципліни «Особливості формування погрішностей при оцінюванні екологічної безпеки об'єктів довкілля» є вивчити основи метрологічного оцінювання хімічних, фізико-хімічних аналітичних методів, які застосовуються у проведенні оцінювання стану довкілля (повітря, води, ґрунту, рослинних та тваринних організмів тощо); освоїти методи визначання можливих джерел виникнення погрішностей (випадкових та систематичних) та їхнього усунення; навчитися інтерпретації (оцінювати відтворюваність, достовірність, точність та правильність) даних аналізів з урахуванням мінливості складу та властивостей об'єктів дослідження у часі та просторі.

Метою вивчення дисципліни є розширення уявлень про специфіку хімічної метрології, способах обробки та узагальнення аналітичної інформації, основних джерел погрішностей та їхньої всебічного оцінювання при виконанні досліджень стану об'єктів навколишнього середовища.

**Задача дисципліни:** розвиток у здобувачів уявлень про джерела та формування погрішностей при аналізі об'єктів довкілля, способах оцінювання правильності та прецизійності результатів аналітичних досліджень, освоєння положень нормативних документів в області хімічної метрології та набуття навичок застосування одержаних знань в практичній діяльності з метою оцінювання систематичних, випадкових погрішностей, промахів результатів аналізу об'єктів навколишнього середовища, ознайомлення з принципами хемометрики (науки на стику прикладної математики та хімії, що застосовується для вирішення описових та інтелектуальних задач в хімічному аналізі): дисперсійного, кореляційного, регресійного аналізу.

Дисципліна представлена у форматі 3 модулів із 7 темами. Суть тем для вивчення розкривається підрозділами теоретичної підготовки (лекції) і практичної підготовки. Виконання завдань практичної підготовки безпосередньо зв'язано з темою дисертаційної роботи аспіранта і за суттю є обов'язковим для формування матеріалів експериментальної частини дисертації. Для успішного виконання практичних робіт за темами аспіранту потрібна самостійна підготовка в обсязі вивчення питань за рекомендованою для цього літературою.

**Передумови вивчення курсу.** Вивчення курсу передбачає наявність базової підготовки за ОР магістра. Знати елементи аналітичної хімії, хімічного аналізу і математичної статистики.

**Навчальна дисципліна забезпечує формування ряду компетентностей:**

**Загальні компетентності:**

Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних наукових джерел. Здатність працювати з різними джерелами інформації, аналізувати та систематизувати її, виявляти не вирішені раніше задачі (проблеми) або їх частини, формувати наукові гіпотези.

ЗК3. Здатність формувати системний науковий світогляд, генерувати нові ідеї (креативність), продукувати і приймати обґрунтовані рішення.

#### *Спеціальні (фахові, предметні) компетентності*

ФК4. Володіння загальною методологією здійснення наукового дослідження, здатність організувати, планувати та реалізовувати хімічний експеримент, обчислювати та обробляти отримані дані.

ФК5. Здатність інтерпретувати дані, отримані при лабораторних експериментах та вимірюваннях і прив'язувати їх до відповідної теорії та брати участь у наукових дискусіях на міжнародному рівні, відстоювати свою власну позицію.

ФК7. Вміння самостійно виконувати науково-дослідну діяльність, необхідну для подальшого професійного розвитку в галузі хімії з використанням сучасних теорій, методів та інформаційно-комунікаційних технологій.

#### *Програмні результати навчання:*

ПР1. Розуміти наукові концепції та сучасні теорії хімії та фундаментальних основ суміжних наук. Вміти критично оцінювати гіпотези в галузі хімічних наук. Формувати концептуальні основи сучасного розуміння хімічного рівня організації матерії, філософію наукового пізнання.

ПР2. Висувати гіпотези в області хімічних досліджень, обґрунтовувати їх, спираючись на аналіз наукових публікацій провідних вчених та власні ідеї.

ПР3. Вміти проводити науковий бібліографічний пошук по основним наукометричним базам, узагальнювати та інтерпретувати результати такого пошуку.

ПР8. Збирати, оцінювати та аналізувати дані, необхідні для розв'язання задач хімії, використовуючи відповідні методи та інструменти роботи з даними.

ПР9. Володіти основами статистичної обробки масивів чисельних даних та вміти інтерпретувати результати експериментальних досліджень.

ПР13. Розуміти принципи побудови кількісних моделей геохімічних циклів органогенів, макро- та мікроелементів, токсикантів; хімічний механізм дії геохімічних бар'єрів на міграцію хімічних елементів у довкіллі.

## СТРУКТУРА КУРСУ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин (лекції/лаб)	Види робіт, які оцінюються	Кількість балів за видами робіт
<b>Змістовний модуль 1.</b> Загальні концепції хімічної метрології в аналізі довкілля			
<b>Тема 1.</b> Вступ. Предмет, задачі, значення дисципліни для екологічних досліджень. Специфіка хімічного аналізу як метрологічної дисципліни.	2/0	<b>Лаб 1.</b> Вимірювальні перетворення. Розмір та значення фізичної величини. Основні та похідні величини, вимірювальне перетворення. Класифікація вимірювань	
<b>Тема 2.</b> Загальні метрологічні характеристики методів аналізу довкілля (чутливість, мінімальна (гранична) концентрація тощо)	2/2		

<b>Тема 3.</b> Характеристика основних технічних засобів вимірювання параметрів довкілля	2/2	Засоби вимірювання, умови вимірювання та їхній вплив на погрішності. <b>Модульний тест</b>	100
<b>Всього:</b>	<b>6/4</b>		<b>100</b>
<b>Змістовний модуль 2. Основні поняття математичної статистики у застосуванні до аналізу об'єктів навколишнього середовища</b>			
<b>Тема 4.</b> Основні положення математичної статистики та випадкові погрішності. Стандартне відхилення, дисперсія, довірчий інтервал. Систематичні погрішності, джерела та методи усунення.	2/4	<b>Лаб 2.</b> Систематичні похибки хімічного аналізу. Три типи систематичної похибки, постійна та пропорційна систематичні похибки. Методи їх визначення.	
<b>Тема 5.</b> Нормальний розподіл Гауса, його властивості та застосування для аналізу об'єктів довкілля. Асиметрія та ексцеси розподілу випадкових величин при аналізі природних об'єктів. Розподіли Стюдента, Пірсона, Фішера, Кохрена. Викиди.	4/6	<b>Лаб 3.</b> Похибки реактивні (класи чистоти реактивів) методичні, інтерпретації. Похибки абсолютні та відносні, сталі та пропорційні <b>Лаб 4.</b> Нормальний розподіл. Функція нормального розподілу. Принципи, які лежать в основі закону нормального розподілу. Деякі спеціальні розподіли. t-розподіл (розподіл Стюдента), f-розподіл (розподіл Фішера). Перевірка нормальності розподілу. Критерій відповідності $\chi^2$ (ксі-квадрат). Наближені методи перевірки нормальності розподілу. Логарифмічно нормальний розподіл. Порівняння дисперсій. <b>Розрахункове завдання</b> <b>Модульний тест</b>	60 40
<b>Всього:</b>	<b>6/10</b>		<b>100</b>
<b>Змістовний модуль 3. Регресійний, кореляційний та дисперсійний аналізи</b>			
<b>Тема 6.</b> Регресійний та кореляційний аналіз та їх застосування в аналізі параметрів об'єктів довкілля.	4/2	<b>Лаб 5.</b> Вибірка, оцінка її однорідності. <b>Лаб 6.</b> Відтворюваність результату хімічного аналізу. Методи визначення відтворюваності. Критерії Бартлета, Фішера, Кохрена.	
<b>Тема 7.</b> Дисперсійний аналіз в аналітичній хімії. Методи оцінювання відтворюваності результатів при аналізі об'єктів навколишнього середовища.	4/4	<b>Розрахункове завдання</b> <b>Модульний тест</b>	<b>80</b> <b>20</b>
<b>Всього:</b>	<b>8/6</b>		<b>100</b>

<b>Разом:</b>	<b>20/20</b>	
<b>Навчальна робота:</b>		200/70
<b>Іспит</b>		30
<b>Всього:</b>		100

### ПОЛІТИКА ОЦІНЮВАННЯ

<b>Політика щодо дедлайнів та перескладання:</b>	Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модулів відбувається із дозволу лектора за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).
<b>Політика щодо академічної доброчесності:</b>	Списування під час контрольних робіт, екзаменів та заліків заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів). Курсові роботи, реферати, звіти повинні мати коректні текстові посилання на використану літературу.
<b>Політика щодо відвідування:</b>	Відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватися за індивідуальним графіком або в он-лайн формі (за погодженням із деканом факультету і відповідним наказом по університету).

### ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ ЗДОБУВАЧІВ

Рейтинг здобувача, бали	Національна оцінка за результатами складання іспиту
90-100	Відмінно
74-89	Добре
60-73	Задовільно
0-60	Незадовільно

### РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

#### Основна

1. Аналітична хімія природного середовища: Підручник / Б. Й. Набиванець, В. В. Сухан, Л. В. Калабіна. К.: Либідь, 1996. 304 с.
2. Дьорфель, К. Статистика в аналітичній хімії / К. Дьорфель. Київ : Наук. думка, 1994. 268 с. Режим доступу: <https://studizba.com/files/show/djvu/1801-4-k-derffel--statistika-v-analiticheskoy.html>
3. Хімія навколишнього середовища: Навчальний посібник /В.А. Копілевич, Л.В. Войтенко, С.Д. Мельничук, М.Д. Мельничук. К.: Фенікс, 2004. – 408 с.
4. Петровська М. Стандартизація, метрологія і сертифікація доквілля: навчальний посібник [Електронний ресурс] / М. Петровська. Львів: Видавничий центр імені Івана Франка, 2010. 420 с. Режим доступу: <https://geography.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2015/02/Petrov.pdf>.
5. Посудін Ю.І. Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища: Підручник [Електронний ресурс] /Ю.І. Посудін. - Київ: Світ, 2003. - 288 с. Режим доступу: <http://eco.com.ua/content/posudin-yui-metody-vymiryuvannya-parametriv-navkolyshnogo-seredovyscha>.
6. Основи метрології: [Електронний ресурс]: навч. посіб. / В. У. Ігнаткін, О. В. Томашевський, В. М. Матюшин. Запоріжжя : Запорізький національний технічний університет, 2017. 120 с. Режим доступу: [https://eir.zp.edu.ua/bitstream/123456789/2174/1/Yhnatkyn\\_Basics\\_of\\_metrology.pdf](https://eir.zp.edu.ua/bitstream/123456789/2174/1/Yhnatkyn_Basics_of_metrology.pdf).

#### Додаткова

1. Хімічні та фізико-хімічні методи аналізу в екологічних дослідженнях / Ломницька Я.Ф., Чабан Н.Ф. Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2009. 304 с.
2. Основи метрології та засоби вимірювань: навчальний посібник [Електронний ресурс] / Д.М.Нестерчук, С.О. Квітка, С.В. Галько. – Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2017. 256 с. Режим доступу: <https://core.ac.uk/download/pdf/161264979.pdf>
3. Аналітична хімія. Підручник для вищих навчальних закладів [Електронний ресурс] / А.С. Алемасова, В.М. Зайцев, Л.Я. Єнальєва, Н.Д. Щепіна, С.М. Гождзінський / Під ред. В.М. Зайцева. – Донецьк: ДонНУ, 2009. –415 с. – Режим доступу: <https://www.researchgate.net/profile/Vladimir->

Zaitsev-2/publication/317318918\_ANALITICNA\_HIMIA\_Analytical\_Chemistry/  
links/5931dfeaca272fc55084181/ANALITICNA-HIMIA-Analytical-Chemistry.pdf.

4. Pradyot Patnaik. Handbook of Environmental Analysis Chemical Pollutants in Air, Water, Soil and Solid Wastes [Electron source]/ P. Patnaik. – CRC Press, 2010. – 67 pp. – Available at: [https://www.academia.edu/20302429/Handbook\\_of\\_Environmental\\_Analysis\\_Chemical\\_Pollutants\\_in\\_Air\\_Water\\_Soil\\_and\\_Solid\\_Wastes](https://www.academia.edu/20302429/Handbook_of_Environmental_Analysis_Chemical_Pollutants_in_Air_Water_Soil_and_Solid_Wastes).

5. Linsinger, T. The Role of Reference Materials in Chemical Metrology / T. Linsinger, E. Hendrik // CHIMIA International Journal for Chemistry. – 2009. – Vol. 63. – P/ 629-631. 10.2533/chimia.2009.629.

## 11. Інформаційні та нормативні ресурси

1. ДСТУ 2681-94 Державний стандарт України. Метрологія. Терміни та визначення. – Режим доступу: <https://metrology.com.ua/ntd/skachat-dstu-gost-gost-r/dstu/dstu-2681-94>.

2. Методичні вказівки «Обґрунтування орієнтовних безпечних рівнів впливу (ОБРВ) хімічних речовин в атмосферному повітрі населених місць» (затверджено наказом № 485 МОЗ України від 7 жовтня 2004 р.). – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v5203400-90#Text>

3. Наказ Мінекономрозвитку України «Про затвердження міжповірочних інтервалів законодавчо регульованих засобів виміральної техніки, що перебувають в експлуатації, за категоріями» 13.10.2016 № 1747. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1417-16#Text>.

4. Наказ Мінекономрозвитку України «Про затвердження визначень основних одиниць SI, назв та визначень похідних одиниць SI, десяткових кратних і частинних від одиниць SI, дозволених позасистемних одиниць, а також їх позначень та Правил застосування одиниць вимірювання і написання назв та позначень одиниць вимірювання і символів величин» 04.08.2015 № 914. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1022-15#Text>

5. ДСТУ 7392:2013 Метрологія. Атестація методик виконання вимірювання. Основні положення та порядок виконання

6. СОУ РУ 71.20-02568064.003:2015 Регіональна система забезпечення єдності вимірювань. Атестація обладнання. Загальні вимоги та порядок проведення

7. СОУ РУ 71.20-02568064.004:2015 Регіональна система забезпечення єдності вимірювань. Метрологічний моніторинг. Загальні вимоги та порядок проведення.