

# СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

## 1. Загальна інформація про навчальну дисципліну

<b>Повна назва навчальної дисципліни</b>	Основи мікроелементного аналізу
<b>Повна офіційна назва закладу вищої освіти</b>	Сумський державний університет
<b>Повна назва структурного підрозділу</b>	Медичний інститут. Кафедра морфології
<b>Розробник(и)</b>	Ткач Геннадій Федорович
<b>Рівень вищої освіти</b>	Третій рівень вищої освіти, НРК – 8 рівень, QF-LLL – 8 рівень, FQ-ЕНЕА – третій цикл
<b>Семестр вивчення навчальної дисципліни</b>	10 тижнів 3-го семестру або 4 тижня 4-го семестру
<b>Обсяг навчальної дисципліни</b>	Обсяг дисципліни становить 5 кред. ЄКТС, 150 год., з яких 48 год. становить контактна робота з викладачем (10 год. лекцій, 6 год. семінарських занять, 22 год. практичних занять, 8 год. лабораторних занять, 2 год. підсумкова атестація), 102 години - самостійна робота
<b>Мова викладання</b>	Українська

## 2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі

<b>Статус дисципліни</b>	Вибіркова навчальна дисципліна для освітньої програми "Біологія"
<b>Передумови для вивчення дисципліни</b>	Необхідні знання з: атомної та молекулярної фізики, загальної та неорганічної хімії
<b>Додаткові умови</b>	Додаткові умови відсутні
<b>Обмеження</b>	Обмеження відсутні

## 3. Мета навчальної дисципліни

Створення у аспірантів теоретичних та практичних основ для підготовки та проведення мікроелементного аналізу. Навчити аспірантів аналізувати характер об'єктів аналізу та вибирати відповідний до об'єкту метод мікроелементного аналізу. Ознайомити аспірантів зі сучасними методами мікроелементного аналізу. Навчити аспірантів працювати з сучасним лабораторним обладнанням та приладами для елементного аналізу. Ознайомити з методами діагностування мікроелементозів людини та лабораторних тварин.

## 4. Зміст навчальної дисципліни

<b>Модуль 1. Теоретичні основи мікроелементного аналізу</b>
---

Тема 1 Історія та сучасні уявлення про розподіл та значення хімічних елементів в організмі людини та лабораторних тварин.

Історія та розвиток вчення про роль хімічних елементів в живих істотах, організмі людини та лабораторних тваринах. Класифікація хімічних елементів: біогенні, макро- та мікроелементи, токсичні, умовно токсичні та елементи з невизначеним статусом. Розподіл та накопичення мікроелементів у тканинах та органах. Фізіологічна роль та метаболічне значення. Поняття про дефіцит хімічних елементів. Поняття про надлишок, накопичення та токсичні ефекти мікроелементів та основні симптоми мікроелементозів.

Тема 2 Теоретичні основи фізико-хімічних методів визначення вмісту хімічних елементів.

Теоретичні основи методів молекулярної абсорбційної спектрометрії у ультрафіолетовому, видимому та інфрачервоному діапазонах. Теоретичні основи методів атомно-абсорбційної та атомно-емісійної спектрометрії. Способи атомізації. Теоретичні основи спектральних методів визначення вмісту хімічних елементів у рентгенівському діапазоні.

Тема 3 Класифікація хімічних елементів у організмі людини та лабораторних тварин.

Поняття макро- та мікроелементів, їх розподіл і функції. Поняття про вміст хімічних елементів у нормі. Поняття про взаємодію хімічних елементів між собою у організмі людини і лабораторних тварин. Важливість та необхідність контролю вмісту мікроелементів у харчових продуктах, питній воді, повітрі. Поняття про мікроелементози. Вплив балансу макро- і мікроелементів на здоров'я людини.

Тема 4 Методи мікроелементного аналізу.

Класифікація методів мікроелементного аналізу. Огляд методів молекулярної абсорбційної спектрометрії. Методи атомно-абсорбційної та атомно-емісійної спектроскопії. Сучасні методи визначення вмісту хімічних елементів у зразках різного походження. Спектральні методи визначення хімічних елементів та їх практичне значення. Атомно-абсорбційна спектрофотометрія (AAS). Атомно-емісійна спектрофотометрія (AES). Атомно-емісійна спектрометрія з індуктивно зв'язаною плазмою (ICP AAS). Мас-спектрометрія з індуктивно зв'язаною плазмою (ICP MS). Рентген флуоресцентний метод аналізу (XRF).

Тема 5 Принципи роботи спектрофотометрів, складові частини, призначення.

Поняття про процеси атомізації, типи атомізаторів, джерела монохроматичного випромінювання, оптичні системи спектрофотометрів, дифракційні решітки, довжина хвилі та ширина спектральної щілини. Системи детектування випромінювання, фотоелектронні помножувачі. Принципи реєстрація спектрів та обробки аналітичних сигналів, аналіз форми спектрів, поняття про фон, програмне забезпечення спектрофотометрів.

Тема 6 Перспективи розвитку елементного аналізу у світі сучасних теоретичних та прикладних наукових досягнень.

Найсучасніші досягнення приладобудування у галузі визначення вмісту хімічних елементів. Абсолютні методи визначення хімічних елементів. Картування розподілу та аналіз вмісту хімічних елементів у рослинній та тваринній клітинах *in vitro*.

## **Модуль 2. Лабораторія мікроелементного аналізу**

Тема 7 Методи і прийоми роботи в аналітичній лабораторії елементного аналізу.

Загальна техніка лабораторних робіт. Прийоми роботи з мірним посудом, приготування розчинів, зважування, подрібнення, квартування, висушування, прожарювання. Прийоми роботи з приладами та обладнанням лабораторії мікроелементного аналізу.

Тема 8 Прилади, обладнання.

Ознайомлення з хімічним посудом, обладнанням, приладами, газами у балонах під тиском, що застосовуються під час проведення підготовки зразків і мікроелементного аналізу.

Тема 9 Реактиви, матеріали.

Хімічні реактиви, які застосовуються для пробопідготовки та визначення вмісту хімічних елементів у зразках. Класифікація хімічних реактивів за ступенем чистоти та токсичністю. Матеріали необхідні для роботи лабораторії мікроелементного аналізу.

Тема 10 Стандартні зразки.

Поняття про стандартні зразки. Різновиди стандартних зразків. Міжнародна та вітчизняна класифікація стандартних зразків. Прийоми виготовлення стандартних зразків у лабораторії. Державні стандартні зразки розчинів іонів металів.

Тема 11 Дистильована, бідистильована і деіонізована вода.

Ступені очистки води. Вимоги до води, що використовують для приготування розчинів стандартних зразків, калібрувальних розчинів, робочих зразків. Основні критерії чистоти води, одиниці вимірювання, обладнання та прилади для контролю чистоти води. Дистильована, бідистильована, деіонізована вода їх особливості.

Тема 12 Сектор пробопідготовки.

Структура, оснащення, обладнання, реактиви та матеріали які використовуються при підготовці зразків для елементного аналізу. Алгоритми роботи для підготовки зразків різного походження. Методи мінералізації та деструкції.

Тема 13 Аналітичний сектор.

Правила розташування аналітичних приладів у приміщенні. Порядок роботи та обслуговування аналітичних приладів. Вимоги до рівня кваліфікації операторів та сервісних спеціалістів. Вимоги до гігієни приміщення.

Тема 14 Правила техніки безпеки при роботі у лабораторії елементного аналізу.

Техніка безпеки при використанні хімічних реагентів: кислот, лугів, органічних розчинників, тощо. Техніка безпеки під час роботи з посудинами під тиском, з горючими та інертними газами, перевірка обладнання, атестація персоналу. Техніка безпеки під час роботи з полумневим та електротермічним атомізаторами, лабораторними електронагрівальними приладами, приладами та обладнання що працюють під струмом. Правила поведінки та утилізація небезпечних біологічних зразків: тканин, органів, рідин.

### **Модуль 3. Практичні аспекти мікроелементного аналізу**

Тема 15 Підготовка проб для проведення мікроелементного аналізу.

Класифікація типів об'єктів мікроелементного аналізу. Принципи відбору проб різних об'єктів аналізу та їх опис відповідно до стандартів. Етапи проведення пробопідготовки для різних типів об'єктів аналізу. Підготовка проб рідких об'єктів аналізу. Підготовка проб зразків у твердій фазі. Висушування, подрібнення, гомогенізація, квартування, зважування, зберігання та маркування проб.

<p>Тема 16 Підготовка калібрувальних розчинів та побудова калібрувального графіку.</p> <p>Підготовка калібрувальних розчинів та побудова калібрувального графіку. Прийоми роботи з фіксаналами та стандартними зразками в ампулах. Стандартні зразки розчинів іонів металів. Приготування базового та робочих калібрувальних розчинів. Прийоми розведення та умови зберігання калібрувальних розчинів. Побудова калібрувального графіку для визначення міді методом полуменевої атомно-абсорбційної спектрометрії. Оцінка калібрувального графіку та типу апроксимації. Вибір поліному для побудови калібрувального графіку.</p>
<p>Тема 17 Будова та принципи роботи спектрофотометрів.</p> <p>Джерела випромінювання. Типи кювет. Типи атомізаторів. Монохроматор, дисперсійна решітка. Налаштування спектральних режимів вимірювання: довжина хвилі, ширина спектральної щілини. Типи полум'я. Дейтерієвий коректор фонового випромінювання. Загрози для здоров'я та техніка безпеки при роботі на спектрофотометрах. Підготовка спектрофотометрів до роботи. Інсталяція та обслуговування спектрофотометрів.</p>
<p>Тема 18 Атомно-абсорбційна спектрофотометрія (ААС) з полуменевою атомізацією</p> <p>Принцип роботи, оптична схема, основні типи полум'я. Конструкція полуменевого атомізатора. Основні метрологічні показники: чутливість, нижня межа визначення, стандартне середньоквадратичне відхилення. Найбільш доцільні об'єкти визначення.</p>
<p>Тема 19 Визначення вмісту натрію у режимі емісії методом ААС з полуменевим атомізатором.</p> <p>Послідовність включення та налаштування для режиму емісії. Підпалювання та гасіння полум'я. Вибір довжини хвилі, ширини спектральної щілини. Побудова калібрувального графіку. Визначення натрію у питній воді. Розведення зразків для отримання оптимальних концентрацій для визначення натрію.</p>
<p>Тема 20 Визначення вмісту міді у режимі абсорбції методом ААС з полуменевим атомізатором</p> <p>Послідовність включення та налаштування для режимів абсорбції. Тип і характер полум'я для визначення міді. Вибір довжини хвилі, ширини спектральної щілини, спектральної лампи з порожнистим катодом для міді. Побудова калібрувального графіку. Визначення міді у зразках плазми крові. Особливості пробопідготовки зразків плазми крові.</p>
<p>Тема 21 Електротермічна атомно-абсорбційна спектрофотометрія (ЕТААС)</p> <p>Принцип роботи. Типи електротермічних атомізаторів. Блок управління атомізатором. Температурно-часова програма. Етапи атомізації. Метрологічні характеристики.</p>
<p>Тема 22 Визначення вмісту цинку у питній воді методом ЕТААС.</p> <p>Алгоритм включення та налаштування. Підготовка та перевірка лампи з порожнистим катодом для цинку. Налаштування блоку управління атомізатором. Внесення температурно-часової програми. Оціночне визначення вмісту цинку у питній воді. Проведення паралельних визначень.</p>
<p>Тема 23 Математична обробка результатів вимірювання.</p> <p>Розрахунки концентрацій розчинів. Перерахунок концентрацій у різних одиницях вимірювання. Математична обробка результатів вимірювань. Застосування статистичних критеріїв для оцінки і обробки результатів вимірювання.</p>
<p>Тема 24 Підсумкове заняття.</p> <p>Проведення підсумкової атестації (Залік)</p>

## 5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

PH1	Оцінювати значення та розподіл мікроелементів у організмі людини, застосовувати основні сучасні методи визначення мікроелементів
PH2	Застосовувати теоретичні основи різних методів елементного аналізу, враховувати особливості визначення конкретних мікроелементів у різних об'єктах дослідження
PH3	Ефективно застосовувати сучасні інформаційні технології, бази даних та інші електронні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та навчальній діяльності.
PH4	Діагностувати ознаки дефіциту та накопичення мікроелементів у організмі людини; застосовувати сучасну класифікацію хімічних елементів пов'язану з функціями у організмі людини та лабораторних тварин.
PH5	Аналізувати об'єкти дослідження та вибирати відповідні методи підготовки проб; практично реалізовувати основні методи підготовки проб різного походження.
PH6	Реалізовувати навички розрахунку концентрації розчинів, приготування калібрувальних розчинів.
PH7	Кваліфіковано працювати на сучасних приладах для визначення елементного складу. Проводити дослідження вмісту мікроелементів у сучасній лабораторії спектрального аналізу.
PH8	Опрацьовувати літературні джерела, наукові публікації, монографії; робити анотації, аналізувати, рецензувати фахову наукову літературу та формулювати узагальнюючі висновки.
PH9	Виявляти, формулювати та вирішувати питання дослідницького характеру в галузі біології, оцінювати та забезпечувати якість проведених досліджень.

## 7. Види навчальних занять та навчальної діяльності

### 7.1 Види навчальних занять

<p><b>Тема 1. Історія та сучасні уявлення про розподіл та значення хімічних елементів в організмі людини та лабораторних тварин.</b></p> <p>Лк1 "Історія та сучасні уявлення про розподіл та значення хімічних елементів в організмі людини та лабораторних тварин."</p> <p>Історія та розвиток вчення про роль хімічних елементів в живих істотах, організмі людини та лабораторних тваринах. Класифікація хімічних елементів: біогенні, макро- та мікроелементи, токсичні, умовно токсичні та елементи з невизначеним статусом. Розподіл та накопичення мікроелементів у тканинах та органах. Фізіологічна роль та метаболічне значення. Поняття про дефіцит хімічних елементів. Поняття про надлишок, накопичення та токсичні ефекти мікроелементів та основні симптоми мікроелементозів.</p>
<p><b>Тема 2. Теоретичні основи фізико-хімічних методів визначення вмісту хімічних елементів.</b></p> <p>Лк2 "Теоретичні основи фізико-хімічних методів визначення вмісту хімічних елементів."</p> <p>Теоретичні основи методів молекулярної абсорбційної спектрометрії у ультрафіолетовому, видимому та інфрачервоному діапазонах. Теоретичні основи методів атомно-абсорбційної та атомно-емісійної спектрометрії. Способи атомізації. Теоретичні основи спектральних методів визначення вмісту хімічних елементів у рентгенівському діапазоні.</p>
<p><b>Тема 3. Класифікація хімічних елементів у організмі людини та лабораторних тварин.</b></p>

Лк3 "Класифікація хімічних елементів у організмі людини та лабораторних тварин."

Поняття макро- та мікроелементів, їх розподіл і функції. Поняття про вміст хімічних елементів у нормі. Поняття про взаємодію хімічних елементів між собою у організмі людини і лабораторних тварин. Важливість та необхідність контролю вмісту мікроелементів у харчових продуктах, питній воді, повітрі. Поняття про мікролементози. Вплив балансу макро- і мікроелементів на здоров'я людини.

#### **Тема 4. Методи мікроелементного аналізу.**

Лк4 "Методи мікроелементного аналізу."

Класифікація методів мікроелементного аналізу. Огляд методів молекулярної абсорбційної спектроскопії. Методи атомно-абсорбційної та атомно-емісійної спектроскопії. Сучасні методи визначення вмісту хімічних елементів у зразках різного походження. Спектральні методи визначення хімічних елементів та їх практичне значення. Атомно-абсорбційна спектрофотометрія (AAS). Атомно-емісійна спектрофотометрія (AES). Атомно-емісійна спектрометрія з індуктивно зв'язаною плазмою (ICP AAS). Мас-спектрометрія з індуктивно зв'язаною плазмою (ICP MS). Рентген флуоресцентний метод аналізу (XRF).

#### **Тема 5. Принципи роботи спектрофотометрів, складові частини, призначення.**

Лк5 "Принципи роботи спектрофотометрів, складові частини, призначення."

Поняття про процеси атомізації, типи атомізаторів, джерела монохроматичного випромінювання, оптичні системи спектрофотометрів, дифракційні решітки, довжина хвилі та ширина спектральної щілини. Системи детектування випромінювання, фотоелектронні помножувачі. Принципи реєстрація спектрів та обробки аналітичних сигналів, аналіз форми спектрів, поняття про фон, програмне забезпечення спектрофотометрів.

#### **Тема 6. Перспективи розвитку елементного аналізу у світі сучасних теоретичних та прикладних наукових досягнень.**

С36 "Перспективи розвитку елементного аналізу у світі сучасних теоретичних та прикладних наукових досягнень."

Найсучасніші досягнення приладобудування у галузі визначення вмісту хімічних елементів. Абсолютні методи визначення хімічних елементів. Картування розподілу та аналіз вмісту хімічних елементів у рослинній та тваринній клітинах *in vitro*.

#### **Тема 7. Методи і прийоми роботи в аналітичній лабораторії елементного аналізу.**

Пр7 "Методи і прийоми роботи в аналітичній лабораторії елементного аналізу."

Загальна техніка лабораторних робіт. Прийоми роботи з мірним посудом, приготування розчинів, зважування, подрібнення, квартування, висушування, прожарювання. Прийоми роботи з приладами та обладнанням лабораторії мікроелементного аналізу.

#### **Тема 8. Прилади, обладнання.**

Пр8 "Прилади, обладнання."

Ознайомлення з хімічним посудом, обладнанням, приладами, газами у балонах під тиском, що застосовуються під час проведення підготовки зразків і мікроелементного аналізу.

#### **Тема 9. Реактиви, матеріали.**

**Пр9 "Реактиви, матеріали."**

Хімічні реактиви, які застосовуються для пробопідготовки та визначення вмісту хімічних елементів у зразках. Класифікація хімічних реактивів за ступенем чистоти та токсичністю. Матеріали необхідні для роботи лабораторії мікроелементного аналізу.

**Тема 10. Стандартні зразки.**

**Пр10 "Стандартні зразки."**

Поняття про стандартні зразки. Різновиди стандартних зразків. Міжнародна та вітчизняна класифікація стандартних зразків. Прийоми виготовлення стандартних зразків у лабораторії. Державні стандартні зразки розчинів іонів металів.

**Тема 11. Дистильована, бідистильована і деіонізована вода.**

**Пр11 "Дистильована, бідистильована і деіонізована вода."**

Ступені очистки води. Вимоги до води, що використовують для приготування розчинів стандартних зразків, калібрувальних розчинів, робочих зразків. Основні критерії чистоти води, одиниці вимірювання, обладнання та прилади для контролю чистоти води. Дистильована, бідистильована, деіонізована вода їх особливості.

**Тема 12. Сектор пробопідготовки.**

**Пр12 "Сектор пробопідготовки."**

Структура, оснащення, обладнання, реактиви та матеріали які використовуються при підготовці зразків для елементного аналізу. Алгоритми роботи для підготовки зразків різного походження. Методи мінералізації та деструкції.

**Тема 13. Аналітичний сектор.**

**Пр13 "Аналітичний сектор."**

Правила розташування аналітичних приладів у приміщенні. Порядок роботи та обслуговування аналітичних приладів. Вимоги до рівня кваліфікації операторів та сервісних спеціалістів. Вимоги до гігієни приміщення.

**Тема 14. Правила техніки безпеки при роботі у лабораторії елементного аналізу.**

**С314 "Правила техніки безпеки при роботі у лабораторії елементного аналізу."**

Техніка безпеки при використанні хімічних реагентів: кислот, лугів, органічних розчинників, тощо. Техніка безпеки під час роботи з посудинами під тиском, з горючими та інертними газами, перевірка обладнання, атестація персоналу. Техніка безпеки під час роботи з полуменевим та електротермічним атомізаторами, лабораторними електронагрівальними приладами, приладами та обладнання що працюють під струмом. Правила поведіння та утилізація небезпечних біологічних зразків: тканин, органів, рідин.

**Тема 15. Підготовка проб для проведення мікроелементного аналізу.**

**Пр15 "Підготовка проб для проведення мікроелементного аналізу."**

Класифікація типів об'єктів мікроелементного аналізу. Принципи відбору проб різних об'єктів аналізу та їх опис відповідно до стандартів. Етапи проведення пробопідготовки для різних типів об'єктів аналізу. Підготовка проб рідких об'єктів аналізу. Підготовка проб зразків у твердій фазі. Висушування, подрібнення, гомогенізація, квартування, зважування, зберігання та маркування проб.

<b>Тема 16. Підготовка калібрувальних розчинів та побудова калібрувального графіку.</b>
Лб16 "Підготовка калібрувальних розчинів та побудова калібрувального графіку." Тема 16. Підготовка калібрувальних розчинів та побудова калібрувального графіку.
<b>Тема 17. Будова та принципи роботи спектрофотометрів.</b>
Пр17 "Будова та принципи роботи спектрофотометрів." Джерела випромінювання. Типи кювет. Типи атомізаторів. Монохроматор, дисперсійна решітка. Налаштування спектральних режимів вимірювання: довжина хвилі, ширина спектральної щілини. Типи полум'я. Дейтерієвий коректор фонового випромінювання. Загрози для здоров'я та техніка безпеки при роботі на спектрофотометрах. Підготовка спектрофотометрів до роботи. Інсталяція та обслуговування спектрофотометрів.
<b>Тема 18. Атомно-абсорбційна спектрофотометрія (ААС) з полуменевою атомізацією</b>
Пр18 "Атомно-абсорбційна спектрофотометрія (ААС) з полуменевою атомізацією" Принцип роботи, оптична схема, основні типи полум'я. Конструкція полуменевого атомізатора. Основні метрологічні показники: чутливість, нижня межа визначення, стандартне середньоквадратичне відхилення. Найбільш доцільні об'єкти визначення.
<b>Тема 19. Визначення вмісту натрію у режимі емісії методом ААС з полуменевим атомізатором.</b>
Лб19 "Визначення вмісту натрію у режимі емісії методом ААС з полуменевим атомізатором." Послідовність включення та налаштування для режиму емісії. Підпалювання та гасіння полум'я. Вибір довжини хвилі, ширини спектральної щілини. Побудова калібрувального графіку. Визначення натрію у питній воді. Розведення зразків для отримання оптимальних концентрацій для визначення натрію.
<b>Тема 20. Визначення вмісту міді у режимі абсорбції методом ААС з полуменевим атомізатором</b>
Лб20 "Визначення вмісту міді у режимі абсорбції методом ААС з полуменевим атомізатором" Послідовність включення та налаштування для режимів абсорбції. Тип і характер полум'я для визначення міді. Вибір довжини хвилі, ширини спектральної щілини, спектральної лампи з порожнистим катодом для міді. Побудова калібрувального графіку. Визначення міді у зразках плазми крові. Особливості пробопідготовки зразків плазми крові.
<b>Тема 21. Електротермічна атомно-абсорбційна спектрофотометрія (ЕТААС)</b>
Пр21 "Електротермічна атомно-абсорбційна спектрофотометрія (ЕТААС)" Принцип роботи. Типи електротермічних атомізаторів. Блок управління атомізатором. Температурно-часова програма. Етапи атомізації. Метрологічні характеристики.
<b>Тема 22. Визначення вмісту цинку у питній воді методом ЕТААС.</b>
Лб22 "Визначення вмісту цинку у питній воді методом ЕТААС." Алгоритм включення та налаштування. Підготовка та перевірка лампи з порожнистим катодом для цинку. Налаштування блоку управління атомізатором. Внесення температурно-часової програми. Оціночне визначення вмісту цинку у питній воді. Проведення паралельних визначень.
<b>Тема 23. Математична обробка результатів вимірювання.</b>



<p>C323 "Математична обробка результатів вимірювання."</p> <p>Розрахунки концентрацій розчинів. Перерахунок концентрацій у різних одиницях вимірювання. Математична обробка результатів вимірювань. Застосування статистичних критеріїв для оцінки і обробки результатів вимірювання.</p>
<p><b>Тема 24. Підсумкове заняття.</b></p>
<p>A24 "Підсумкове заняття."</p> <p>Проведення підсумкової атестації (Залік)</p>

## 7.2 Види навчальної діяльності

НД1	Виконання практичних завдань
НД2	Виконання та презентація результатів лабораторної роботи
НД3	Електронне навчання у системах (перелік конкретизується викладачем, наприклад, Google Classroom, Zoom та у форматі Yutube-каналу)
НД4	Підготовка до лабораторного заняття
НД5	Підготовка пошуково-дослідницької роботи
НД6	Робота з підручниками та релевантними інформаційними джерелами
НД7	Робота над спільними документами
НД8	Рецензування
НД9	Розв'язання практичних завдань за допомогою онлайн-технологій

## 8. Методи викладання, навчання

Дисципліна передбачає навчання через:

МН1	Інтерактивні лекції
МН2	Аналіз конкретних ситуацій (Case-study)
МН3	Дослідницька робота
МН4	Метод демонстрацій
МН5	Пошукова лабораторна робота

Інтерактивні лекції, аналіз конкретних ситуацій, дослідницька робота та пошукова лабораторна робота сприяють опануванню основами мікроелементного аналізу (PH1, PH2), дають змогу аналізувати об'єкти дослідження (PH5), опрацьовувати наукову літературу, INTERNET-ресурси, при підготовці та плануванні наукового експерименту (PH3, PH8), статистично обраховувати результати досліджень (PH6). Метод демонстрацій розвиває навички діагностування мікроелементозних станів (PH4). Навички дослідницької діяльності формуються пошукачем при дослідженні експериментального біологічного матеріалу в нормі та патології (PH9). Курс «Основи мікроелементного аналізу» надає пошукачу змогу практичного кваліфікованого застосування навичок роботи з сучасним обладнанням у лабораторії мікроелементного аналізу (PH7).

Методи аналізу конкретних ситуацій (Case-study) (МН2), пошукової лабораторної роботи (МН5) формують у пошукачів навички креативного мислення, комунікації, пошуку причинно-наслідкових в'язків. Завдяки методу демонстрацій (МН4) у пошукачів формуються увага, навички критичного і

аналітичного мислення. Методи інтерактивних лекцій (МН1), дослідницької роботи (МН3) розвивають навички логічного мислення, навички групової роботи, планування та реалізації усіх етапів наукового експерименту.

## 9. Методи та критерії оцінювання

### 9.1. Критерії оцінювання

Шкала оцінювання ECTS	Визначення	Чотирибальна національна шкала оцінювання	Рейтингова бальна шкала оцінювання
A	Відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	5 (відмінно)	$90 \leq RD \leq 100$
B	Вище середнього рівня з кількома помилками	4 (добре)	$82 \leq RD < 89$
C	Загалом правильна робота з певною кількістю помилок	4 (добре)	$74 \leq RD < 81$
D	Непогано, але зі значною кількістю недоліків	3 (задовільно)	$64 \leq RD < 73$
E	Виконання задовольняє мінімальні критерії	3 (задовільно)	$60 \leq RD < 63$
FX	Можливе повторне складання	2 (незадовільно)	$35 \leq RD < 59$
F	Необхідний повторний курс з навчальної дисципліни	2 (незадовільно)	$0 \leq RD < 34$

### 9.2 Методи поточного формативного оцінювання

МФО1	Експрес-тестування
МФО2	Діагностичне тестування
МФО3	Захист презентацій та рефератів
МФО5	Опитування та усні коментарі викладача за його результатами
МФО6	Перевірка результатів проведення експериментів
МФО7	Перевірка та оцінювання письмових завдань

### 9.3 Методи підсумкового сумативного оцінювання

МСО1	Поточні контрольні роботи (проміжний модульний контроль)
МСО2	Складання комплексного письмового модульного контролю

Контрольні заходи:

3 семестр		100 балів
МСО1. Поточні контрольні роботи (проміжний модульний контроль)		60
	Усне опитування та тестування	60
МСО2. Складання комплексного письмового модульного контролю		40
	Складання модулю (письмова підсумкова робота)	40

Контрольні заходи в особливому випадку:

<b>3 семестр</b>		<b>100 балів</b>
МСО1. Поточні контрольні роботи (проміжний модульний контроль)		<b>60</b>
	У випадку карантинних обмежень лекційні, семінарські, практичні, лабораторні заняття і підсумкова атестація проводяться у дистанційному режимі із застосуванням платформи Mix.sumdu.edu.ua, Zoom, Google meet.	60
МСО2. Складання комплексного письмового модульного контролю		<b>40</b>
	У випадку карантинних обмежень лекційні, семінарські, практичні, лабораторні заняття і підсумкова атестація проводяться у дистанційному режимі із застосуванням платформи Mix.sumdu.edu.ua, Zoom, Google meet.	40

Оцінка з дисципліни, визначається як сума балів за поточну навчальну діяльність (не менше 36) та балів за підсумковий модульний контроль (не менше 24). Кількість балів за поточну діяльність вираховується за формулою  $60 \times \text{середнє арифметичне успішності здобувача у 4 бальній системі оцінювання} / 5$ . Підсумковий модульний контроль проводиться наприкінці навчального семестру у формі письмового заліку, при цьому оцінці «5» відповідає 40 балів, «4» - 32 бали, «3» - 24 балів, «2» - 0 балів. У випадку незадовільного результату за підсумковий модульний контроль здобувач має право перескласти залік. Здобувачі, які не з'явилися на залік без поважної причини, вважаються такими, що отримали незадовільну оцінку. Відмова здобувача виконувати підсумкове модульне завдання атестується як незадовільна відповідь.

## 10. Ресурсне забезпечення навчальної дисципліни

### 10.1 Засоби навчання

ЗН1	Бібліотечні фонди
ЗН2	Комп'ютери, комп'ютерні системи та мережі
ЗН3	Лабораторне обладнання (хімічне, фізичне, медичне, матеріали та препарати тощо)
ЗН4	Прилади (вимірювальні, мобільні міні-лабораторії тощо)
ЗН5	Медичні споруди/приміщення та обладнання (клініки, лікарні тощо)

### 10.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення

<b>Основна література</b>	
1	Planeta, K., Kubala-Kukus, A., et al. The assessment of the usability of selected instrumental techniques for the elemental analysis of biomedical samples (Review). Scientific Reports. 2021. Volume 11, Issue 1, December 2021. DOI: 10.1038/s41598-021-8
2	Трахтенберг І. М. Лікарська токсикологія. Доклінічні дослідження/ за заг. ред. акад. НАМН України, чл.-кор. НАН України І. М. Трахтенберга. – Київ: Авіцена, 2019 – 544 с.
3	Hossain, M., Karmakar, D., et al. Recent trends in the analysis of trace elements in the field of environmental research: A Review. Microchemical Journal. 2021. Volume 165, June 2021, # 106086. DOI: 10.1016/j.microc.2021.106086
4	Jin, M., Yuan, H., et al. Review of the distribution and detection methods of heavy metals in the environment (Review). Analytical Methods. 2020. Volume 12, Issue 48, 28 December 2020, Pages 5747-5766. DOI: 10.1039/d0ay01577f

5	Андрусишина І. Н.. Найбільше розповсюджені хімічні забруднювачі питтєвої води в Україні і їх вплив на здоров'є людини. Частина 1. Актуальні водні проблеми; під ред. Т. Е. Митченко. Київ : ГО ВВТ «WaterNet», 2018. С. 19–27.
<b>Допоміжна література</b>	
1	Flame Atomic Absorption Spectrometry. Analytical Methods. Agilent Technologies, Inc., 2017
2	Погорелов, В.І. Бумейстер, Г.Ф. Ткач, С.Д. Бончев, В.З. Сікора, Л.Ф. Суходуб, С.М. Данильченко, Макро- та мікроелементи (обмін, патологія та методи визначення): монографія – Суми: Вид-во СумДУ, 2010. – 147 с.
3	Patriarca, M., et al. Atomic spectrometry update: Review of advances in the analysis of clinical and biological materials, foods and beverages J. of Anal. At. Spectr. 2021. Volume 36, Issue 3, March 2021, Pages 452-511. DOI: 10.1039/d1ja90007b
4	Нариси з токсикології важких металів. Випуск I – Свинець; за ред. І. М. Трахтенберга. Київ : ВД «Авіцена», 2016. 108 с.
5	Нариси з токсикології важких металів. Випуск III – Кадмій; за ред. І. М. Трахтенберга. Київ : ВД «Авіцена», 2017. 72 с.
6	Нариси з токсикології важких металів. Випуск IV – Марганець, Хром; за ред. І. М. Трахтенберга. Київ : ВД «Авіцена», 2018. 88 с.
7	Нариси з токсикології важких металів. Випуск V – Залізо; за ред. І. М. Трахтенберга. Київ : ВД «Авіцена», 2017. 88 с.
8	Carter, S., et al. Atomic spectrometry update: Review of advances in the analysis of metals, chemicals and materials(Review) Journal of Analytical Atomic Spectrometry. 2020. Volume 35, Issue 11, November 2020, Pages 2410-2474. DOI: 10.1039/d0ja90067b
<b>Інформаційні ресурси в Інтернеті</b>	
1	<a href="http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/en/">http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/en/</a> – CODEX ALIMENTARIUS: International Food Standards
2	<a href="https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text">https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text</a> – Про затвердження Державних санітарних норм та правил "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" (ДСанПіН 2.2.4-171-10)
3	<a href="https://imtuik.org.ua/amu-org.html">https://imtuik.org.ua/amu-org.html</a> – громадська організація "Асоціація мікроелементологів України".
4	<a href="https://www.scopus.com">https://www.scopus.com</a> – Scopus — бібліографічна і реферативна база даних та інструмент для відстеження цитованості статей, опублікованих у наукових виданнях.
5	<a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a> – Web of Science — платформа, на якій розміщено наукометрична, реферативна, міжнародна база даних Web of Science Core Collection WoS(CC) – база наукової літератури і патентів.
6	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov</a> –PubMed — електронна база даних медичних і біологічних публікацій