

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

Факультет оперативно-рятувальних сил  
Кафедра спеціальної хімії та хімічної технології

## **СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

### **ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ МЕТОДИ ХІМІЧНОГО АНАЛІЗУ**

обов'язкова професійна, заочна форма навчання

за освітньо-професійною програмою «Техногенно-екологічна безпека»

підготовки бакалавра

у галузі знань 18 «Виробництво та технології»

за спеціальністю 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

Рекомендовано кафедрою  
спеціальної хімії та хімічної технології  
на 2023- 2024 навчальний рік.  
Протокол від 04.07.2023 року № 1

Силабус розроблений відповідно до Робочої програми навчальної  
дисципліни «ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ МЕТОДИ ХІМІЧНОГО АНАЛІЗУ»

(назва навчальної дисципліни)

2023 рік

## Загальна інформація про дисципліну

Анотація дисципліни.

В навчальній дисципліні «Інструментальні методи хімічного аналізу» розглядаються такі методи аналізу які використовують різні прилади для реєстрації аналітичних сигналів фізичної природи. В дисципліні розглянуто три види методів аналізу: електрохімічні, спектральні і хроматографічні. Вивчення дисципліни «Інструментальні методи хімічного аналізу» дозволяє підготувати фахівців які можуть проводити спостереження та інструментальний і лабораторний контроль повітряного басейну, водних об'єктів, ґрунтового покриву та геологічного середовища, а також здійснювати внутрішній контроль за роботою природоохоронного обладнання на промислових об'єктах і підприємствах.

Інформація про науково-педагогічного працівника

Загальна інформація	Кіреєв Олександр Олександрович, професор кафедри спеціальної хімії та хімічної технології факультету оперативно-рятувальних сил, д.т.н., професор.
Контактна інформація	м. Харків, вул. Баварська, 7, кабінет №103. Робочий номер телефону – 370-32-93.
E-mail	scct@nuczu.edu.ua
Наукові інтереси	Екологія, хімія розчинів, пожежна безпека, цивільний захист
Професійні здібності	Глибоке знання даної дисципліни
Наукова діяльність за освітнім компонентом	Фізико хімічні основи технології захисту навколишнього середовища

Час та місце проведення занять з дисципліни

Аудиторні заняття з навчальної дисципліни проводяться згідно затвердженого розкладу. Електронний варіант розкладу розміщується на сайті Університету (<http://rozklad.nuczu.edu.ua/timeTable/group>).

Консультації з навчальної дисципліни проводяться протягом семестру в аудиторії № 103. Консультації щосереді з 15.30 до 17.00 в аудиторії № 103. В разі додаткової потреби здобувача в консультації час погоджується з викладачем.

**Мета** вивчення дисципліни: є підготувати фахівців, здатних застосувати основні інструментальні методи для проведення хімічного аналізу речовин, в тому числі ідентифікації токсичних та екологічно небезпечних речовин, та вміння проводити контроль за роботою природоохоронного обладнання на промислових об'єктах і підприємствах на підставі набутих знань новітніх методів вимірювання та сучасного

вимірювального обладнання і апаратури з використанням нормативно-методичної та технічної документації

### Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Форма здобуття освіти
	заочна
<b>Статус дисципліни</b>	<i>обов'язкова професійна</i>
<b>Рік підготовки</b>	3
<b>Семестр</b>	6
<b>Обсяг дисципліни:</b>	
- в кредитах ЄКТС	3,5
- кількість модулів	3
- загальна кількість годин	105
<b>Розподіл часу за навчальним планом:</b>	
- лекції (годин)	8
- практичні заняття (годин)	2
- семінарські заняття (годин)	-
- лабораторні заняття (годин)	-
- курсовий проект (робота) (годин)	
- інші види занять (годин)	
- самостійна робота (годин)	95
- індивідуальні завдання (науково-дослідне) (годин)	
- підсумковий контроль	Екзамен

### Передумови для вивчення дисципліни

Знання отримані під час вивчення дисципліни «Небезпеки радіаційного, хімічного та біологічного походження».

### Результати навчання та компетентності з дисципліни

Відповідно до освітньої програми «Техногенно-екологічна безпека» вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити:

- досягнення здобувачами вищої освіти таких результатів навчання:

Програмні результати навчання	ПРН
Обґрунтовувати та застосовувати природні та штучні системи і процеси в основі природозахисних технологій відповідно екологічного імперативу та концепції сталого розвитку	ПР06
Вміти продемонструвати навички вибору, планування, проектування та обчислення параметрів роботи окремих видів обладнання, техніки і технологій захисту навколишнього середовища, використовуючи знання	ПР08

фізико-хімічних властивостей поллютантів, параметрів технологічних процесів та нормативних показників стану довкілля	
Вміти проводити спостереження, інструментальний та лабораторний контроль якості навколишнього середовища, здійснювати внутрішній контроль за роботою природоохоронного обладнання на промислових об'єктах і підприємствах на підставі набутих знань новітніх методів вимірювання та сучасного вимірювального обладнання і апаратури з використанням нормативно-методичної та технічної документації	ПР09
Дисциплінарні результати навчання	аббревіатура
Знати сутність спектральних методів аналізу; основ хроматографічних методів аналізу; основні електрохімічні методи аналізу; операцій для підготовки проби для інструментального аналізу; методи обробки результатів інструментального аналізу.	ДРН01

- формування у здобувачів вищої освіти наступних компетентностей:

Програмні компетентності (загальні та професійні)	ЗК, СК
Знання і критичне розуміння предметної області та професійної діяльності.	ЗК02
Здатність проводити спостереження та інструментальний і лабораторний контроль навколишнього середовища, впливу на нього зовнішніх факторів, з відбором зразків (проб) природних компонентів.	СК12
Здатність здійснювати контроль за забрудненням повітряного басейну, водних об'єктів, ґрунтового покриву та геологічного середовища.	СК13

## Програма навчальної дисципліни

### Теми навчальної дисципліни

#### Модуль 1. Електрохімічні методи аналізу

##### Тема 1.1. Кондуктометричні методи аналізу

Класифікація та застосування фізико-хімічних методів аналізу. Пряма кондуктометрия. Кондуктометричне титрування. Точка еквівалентності. Крива кондуктометричного титрування. Криві титрування сильних і слабких кислот сильною основою. Молярна концентрація еквівалента кислоти. Використання реакцій осадження. Визначення галогенідів у розчині.

##### Тема 1.2. Потенціометричні методи аналізу

Основні положення потенціометрії. Рівняння Нернста. Класифікація потенціометричних методів аналізу. Класифікація і характеристика електродів у потенціометрії. Індикаторні електроди і електроди порівняння. Іонселективні електроди. Потенціометричне визначення рН водних розчинів. Потенціометричне титрування.

### **Тема 1.3. Інші електрохімічні методи аналізу**

Кулонометрія. Електроліз. Електрогравіметрія. Вольтамперометричні методи. Полярографія. Якісний і кількісний полярографічний аналіз. Порівняння різних електрохімічних методів аналізу. Порівняння селективності електрохімічних методів аналізу.

## **Модуль 2. Спектральні методи аналізу**

### **Тема 2.1. Спектральні методи аналізу та їх класифікація.**

Спектр електромагнітного випромінювання. Абсорбційна та емісійна спектроскопія. Основні об'єкти аналізу. Ділянки спектра, які використовуються в аналізі. Молекулярна та атомна спектроскопія. Класифікація спектральних методів аналізу за діапазоном енергій електромагнітних хвиль.

### **Тема 2.2. Молекулярна абсорбційна спектроскопія.**

Теоретичні основи методу. Основний закон світлопоглинання (закон Бугера–Ламберта–Бера). Оптична густина. Закон адитивності оптичних густин. Спектри поглинання. Повна енергія молекул як сума енергій електронних переходів, коливання та обертання. Основні і збуджені стани молекул. Особливості молекулярних спектрів. Молярний коефіцієнт поглинання.

### **Тема 2.3. Молекулярна абсорбційна спектроскопія в ультрафіолетовій, інфрачервої та видимій ділянках спектру.**

Одержання електронного спектра поглинання сполуки. Основи якісного та кількісного спектрофотометричного аналізу. Основні пристрої спектрофотометрів у видимій та ультрафіолетовій областях спектра. Детектори світлової енергії. Принцип роботи. Принципові схеми спектрофотометра СФ-46, фотокolorиметрів КФК-2, КФК-3 та послідовність роботи на них під час вимірювання аналітичного сигналу.

Основи методу інфрачервої спектроскопії. Валентні коливання. Деформаційні коливання. ІЧ-спектрофотометри. Молярні коефіцієнти поглинання. Використання інфрачервої спектроскопії для ідентифікації токсичних органічних речовин.

### **Тема 2.4. Рефрактометричні та полярометричні методи аналізу.**

Показник заломлення. Рефрактометричні дослідження електричних, термічних та інших властивостей речовин. Поляриметрія Рефрактометрія. Фізичні основи методу. Явище рефракції. Абсолютний та відносний показник заломлення середовищ.

Поляриметрія. Фізичні основи методу. Природне та поляризоване світло. Оптично активні речовини та фактори, що зумовлюють оптичну активність речовини. Визначення невідомої концентрації оптично активної

речовини у розчині поляриметричним методом.

### **Модуль 3. Хроматографічні та інші методи аналізу**

#### **Тема 3.1. Теоретичні основи і класифікація методів хроматографії. Рідинна хроматографія**

Поняття про хроматографію. Класифікація хроматографічних методів за технікою виконання і за механізмом процесу. Основні частини хроматографічних приладів: дозатор, хроматографічна колонка, детектор. Базові хроматографічні параметри: висота і площа хроматографічного піку; час утримування. Типи хроматографії: молекулярна, хемосорбційна. Рідинна колонкова хроматографія

Тонкошарова хроматографія. Методика аналізу. Перевага тонкошарової хроматографії.

Роль і місце хроматографічних методів в аналізі токсичних речовин та об'єктів довкілля.

#### **Тема 3.2. Газова хроматографія.**

Застосування газової хроматографії. Прилади, які використовуються у газовій хроматографії. Час утримання. Способи вимірювання площі піків. Молекулярна та хемосорбційну хроматографію. Використання для визначення молекулярної маси речовин.

#### **Тема 3.3. Йоннообмінна хроматографія.**

Обґрунтування йонної хроматографії. Катіоніти й аніоніти. Об'ємна здатність. Застосування методу.

#### **Тема 3.4. Прилади які використовуються для аналізу в системі ДСНС**

Газовий хроматограф – маспектрометр TORION T 9. Дистанційна скануючи система визначення газів SIGIS 2. Хімічний детектор рідин і твердих речовин Progeny Res Q. Ручний портативний Романспектрометр Regasu. Рентгено – флюоросцентний аналізатор металів Nitor XL2. Хімічний детектор бойових отруйних речовин JCAD M4A1.

Порівняння різних інструментальних методів аналізу.

**Розподіл дисципліни у годинах за формами організації освітнього процесу та видами навчальних занять:**

Назви модулів і тем	Форма здобуття освіти заочна (дистанційна)					
	Кількість годин					
	усього	у тому числі				
лекції		практичні (семінарські) заняття	лабораторні заняття	самостійна робота	модульна контрольна робота	
<b>Модуль 1</b>						
Тема 1.1	8,5	0,5			8	
Тема 1.2	8,5	0,5			8	
Тема 1.3	10	1			9	
Разом за модулем 1	27	2			25	6
<b>Модуль 2</b>						
Тема 2.1	10	1			9	
Тема 2.2	10	1			9	
Тема 2.3	10	1			9	
Тема 2.4	9	1			8	
Разом за модулем 2	39	4			35	6
<b>Модуль 3</b>						
Тема 3.1	10	0,5	0,5		9	
Тема 3.2	10	0,5	0,5		9	
Тема 3.3	10	0,5	0,5		9	
Тема 3.4	9	0,5	0,5		8	
Разом за модулем 3	39	2			35	6
Разом за курс	105	8	2		95	18

**5. Темы практичних занять**

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Р-3. Т-1_4. Хроматографічні методи аналізу	2
	Разом	2

**6. Форми та методи навчання і викладання**

Форми та методи навчання і викладання сприяють досягненню заявлених у освітній програмі цілей та програмних результатів навчання, відповідають вимогам студентоцентрованого підходу та принципам академічної свободи.

Вивчення навчальної дисципліни реалізується **в таких формах:** навчальні заняття за видами, консультації, контрольні заходи, самостійна робота.

В навчальній дисципліні використовуються такі методи навчання і викладання:

- *методи навчання за джерелами набуття знань*: словесні методи навчання (лекція, пояснення, бесіда, інструктаж); наочні методи навчання (ілюстрація, демонстрація); практичні методи навчання (практична робота);

- *методи навчання за характером логіки пізнання*: аналітичний; синтетичний; дедуктивний;

- *методи навчання за рівнем самостійної розумової діяльності тих, хто навчається*: проблемний виклад; частково-пошуковий;

- *інноваційні методи навчання*: робота з навчально-методичною літературою та відео метод; інтерактивні методи;

- *науково-дослідна робота*;

- *самостійна робота*.

## **7. Оцінювання освітніх досягнень здобувачів вищої освіти**

### **Засоби оцінювання**

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є: екзамен, стандартизовані тести; письмова відповідь на ряд питань за темою розділу по варіантах; усне опитування на лекціях, практичних та лабораторних заняттях, реферати, розрахункові та розрахунково-графічні роботи; презентації результатів виконаних завдань та досліджень; студентські презентації та виступи на наукових заходах.

### **Критерії оцінювання**

Оцінювання рівня навчальних досягнень здобувачів з навчальної дисципліни здійснюється за 100-бальною шкалою.

### **Форми поточного та підсумкового контролю**

Поточний контроль результатів навчання здобувачів освіти проводиться у формі індивідуального опитування, виконання письмових та тестових завдань.

Підсумковий контроль проводиться у формі екзамену.

### **Розподіл та накопичення балів, які отримують здобувачі, за видами навчальних занять та контрольними заходами з дисципліни**

Види навчальних занять	Кількість навчальних занять	Максимальний бал за вид навчального заняття	Сумарна максимальна кількість балів за видами навчальних занять	
<b>I. Поточний контроль</b>				
	лекції	1	0	0
	семінарські	0	0	0



Модуль 1	заняття			
	практичні заняття*			
	лабораторних робіт			
	за результатами виконання контрольних (модульних) робіт (модульний контроль)* контрольних (модульних) робіт (модульний контроль)*	1	20	20
Разом за модуль 1				20
Модуль 2	лекції	2	0	0
	семінарські заняття	0	0	0
	практичні заняття*			
	лабораторних робіт			
	за результатами виконання контрольних (модульних) робіт (модульний контроль)*	1	20	20
Разом за модуль 2				20
Модуль 3	лекції	1	0	0
	семінарські заняття	0	0	0
	практичні заняття*	1	10	10
	лабораторних робіт			
	за результатами виконання контрольних (модульних) робіт (модульний контроль)*	1	10	10
Разом за модуль 3				30

Разом за поточний контроль	70
<b>II. Індивідуальні завдання (науково-дослідне)</b>	0
<b>III. Підсумковий контроль (екзамен)</b>	30
Разом за всі види навчальних занять та контрольні заходи	100

### **Поточний контроль.**

Критерії поточного оцінювання знань здобувачів на практичному занятті:

Поточний контроль проводиться на практичному занятті. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) за набутими навичками під час вивчення теоретичного матеріалу та виконання завдань практичних та лабораторних робіт.

*Критерії поточного оцінювання знань здобувачів на практичному занятті (оцінюється в діапазоні від 0 до 10 балів):*

8-10 балів – відповідь вірна та дана в повному обсязі, аргументацію, використовуються професійні терміни;

6-7 балів – відповідь вірна, але обґрунтування відповіді недостатнє;

4-5 балів – відповідь не повна, обґрунтування відповіді недостатнє;

1-3 бали - відповідь не повна, обґрунтування відсутнє.

0 балів – відповідь відсутня.

Викладачем оцінюється повнота розкриття питання, цілісність, системність, логічна послідовність, вміння формулювати висновки, акуратність оформлення письмової роботи, самостійність виконання

### **Модульний контроль.**

Критерії оцінювання знань здобувачів під час виконання модульних контрольних робіт:

*Критерії оцінювання знань здобувачів під час виконання модульних контрольних робіт*

*Модуль оцінюється в діапазоні від 0 до 20 балів:*

18-20 балів – модульна робота здобувачем виконана в повному обсязі;

16-17 балів – робота виконана майже на 90% від загального обсягу;

14-15 балів – обсяг виконаних завдань становить від 80% до 89% від загального обсягу;

12-13 балів – здобувач виконав лише від 70% до 79% від загального обсягу;

10-11 балів – обсяг виконаної роботи становить від 50% до 69% від загального обсягу;

8-9 балів – виконана частина роботи складає від 40% до 49% від загального обсягу;

6-7 балів – складає від 30% до 39% від загального обсягу;

4-5 балів – обсяг виконаних завдань складає від 15% до 19% від загального обсягу;

2-3 бали – в цілому обсяг виконаних завдань складає від 10% до 14% від загального обсягу;

1 бал – в цілому обсяг виконаних завдань складає від 5% до 9%

0 балів - завдання, передбачене на модульну роботу, здобувачем не виконане.

### **Підсумковий контроль.**

Критерії оцінювання знань здобувачів на **екзамені**

### **Підсумковий контроль.**

Критерії оцінювання знань здобувачів на **екзамені** оцінюється в діапазоні від 0 до 30 балів:

25-30\* - Послідовна і повна відповідь на поставлені запитання.

20-24\* - У відповіді зроблена не принципова помилка несуттєвого характеру, при повних знаннях програмного матеріалу.

16-19\* - У відповіді зроблені деякі не принципові помилки, несуттєвого характеру, при повних знаннях програмного матеріалу.

12-15\* - У відповіді зроблено деякі помилки, при не повних знаннях програмного матеріалу.

9-11\* - Недостатня повнота викладення матеріалу, наявність неточностей при викладенні теоретичних питань. Порушення логічної послідовності викладення матеріалу.

5-8\* - Відсутність знань по більшій частині матеріалу, погане засвоєння положень курсу.

0-4\* - Відсутність знань по матеріалу дисципліни, не засвоєння положень курсу.

### **Політика викладання навчальної дисципліни**

1. Активна участь в обговоренні навчальних питань, попередня підготовка до практичних та лабораторних занять за рекомендованою літературою, якісне і своєчасне виконання завдань.

2. Сумлінне виконання розкладу занять з навчальної дисципліни (недопустимість пропусків та запізнь на заняття).

3. Неприпустимість користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття без дозволу науково-педагогічного працівника.

4. Здобувач вищої освіти має право дізнатися про свою кількість накопичених балів у викладача навчальної дисципліни та вести власний облік цих балів.

5. Здобувач вищої освіти повинен дотримуватися політики доброчесності під час виконання самостійної або індивідуальної роботи.

## **РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ**

### **Література**

1. Інструментальні методи хімічного аналізу [Електронний ресурс] навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія»

спеціалізації «Хімічні технології неорганічних керамічних матеріалів»/ КПІ ім. Ігоря Сікорського.: Л.М. Спасьонова, В.Ю. Тобілко, І.В. Пилипенко. — Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 69 с.

2. Слободнюк Р. Є. Курс аналітичної хімії: навч. посіб. / Р. Є. Слободнюк. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2020. – 256 с.

3. Аналітична хімія: Навч.-метод. посібник для студентів університетів / М. В.Шевряков, М. В. Повстяний, Б. В. Яковенко, Т. А. Попович. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. – 404 с.

4. Інструментальні методи аналізу Навчальний посібник / М. М. Ларук, П. Й. Шаповал, Р. Р. Гумінілович. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2019. 216 с.

5. Практикум з аналітичної хімії. Інструментальні методи аналізу. [для студ. вищ. навч. закл.] / Студеняк Я.І., Воронич О.Г., Сухарева О.Ю., Фершал М.В., Базель Я.Р - Ужгород, 2014.- 129 с.

6. Семенишин Д. И., Ларук М. М. Аналітична хімія та інструментальні методи аналізу. Навчальний посібник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2015. 148 с.

7. Самойленко С.О., Губський С.М. «Сучасні методи дослідження сировини та харчових продуктів» : Конспект лекцій / С.О. Самойленко, С.М. Губський. – Х. : ХДУХТ, 2019. – 73 с.

8. Аналітична хімія : підручник для студентів напряму «Фармація» і «Біотехнологія» ВНЗ / Н. К. Федущак, Ю. І. Бідніченко, С. Ю. Крамаренко, В. О. Калібабчук [та ін.]. – Вінниця : Нова Книга, 2012. – 640 с.

9. 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.

10. Освітньо-професійна програма вищої освіти «Техногенно-екологічна безпека» за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти в галузі знань 18 «Виробництво та технології» за спеціальністю 183 «Технології захисту навколишнього середовища». (Розглянуто та затверджено вченою радою Національного університету цивільного захисту України протокол № 11 від 28 червня 2023 р.)  
[https://nuczu.edu.ua/images/topmenu/osvitnya\\_diyalnosti/osvitni\\_programi/2023/183\\_TEB\\_bak23.pdf](https://nuczu.edu.ua/images/topmenu/osvitnya_diyalnosti/osvitni_programi/2023/183_TEB_bak23.pdf)

### **Інформаційні ресурси**

Електронна база бібліотеки НУЦЗ України.

Розробник:

професор кафедри спеціальної хімії та хімічної технології факультету

оперативно-рятувальних сил,

доктор технічних наук, професор Кіреєв О.О.

