

**Міністерство освіти і науки України  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**

**ФАКУЛЬТЕТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ І ТЕХНОЛОГІЙ  
*Кафедра хімії***

**ФІЗИКО-ХІМІЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ**

**Методичні рекомендації**  
до виконання курсової роботи з дисципліни  
студентами спеціальності  
161 Хімічні технології та інженерія

Дніпро  
НТУ  
2021

**Міністерство освіти і науки України**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**



**ФІЗИКО-ХІМІЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ**

**Методичні рекомендації**  
до виконання курсової роботи з дисципліни  
студентами спеціальності  
161 Хімічні технології та інженерія

Дніпро  
НТУ  
2021

### **Светкіна О.Ю.**

Фізико-хімічні методи аналізу. Методичні рекомендації до виконання курсової роботи з дисципліни студентами спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія Упоряд.: О.Ю. Светкіна, О.Б. Нетяга, Г.В. Тарасова. – Д.: НТУ «Дніпровська політехніка», 2021. – 32 с.

Упорядники:

О.Ю. Светкіна, проф. (Вступ, розділ 3.);

О.Б. Нетяга, ст. викл. (розділ 1,3.);

Г.В. Тарасова, асистент (розділ 2, 4.).

Затверджено редакційною радою (протокол № 9 від 10.09.21) за поданням методичної комісії спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія (протокол № 2 від 10.02 2021 р.).

Методичні рекомендації містять пояснення та вимоги до виконання та оформлення курсової роботи з дисципліни “Фізико-хімічні методи аналізу” для студентів спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія.

Наводяться загальні рекомендації до виконання курсової роботи, вимоги до оформлення пояснювальної записки, методичні рекомендації до виконання основної частини курсової роботи. Рекомендації відповідають вимогам освітньо-кваліфікаційної програми підготовки бакалавра спеціальності 161.

Відповідальний за випуск завідувач кафедри хімії, проф. О.Ю. Светкіна,

## ВСТУП

Згідно з діючими навчальними планами студенти денної та заочної форми навчання зі спеціальності «Хімічні технології та інженерія» виконують курсову роботу з дисципліни «Фізико-хімічні методи аналізу».

Виконання курсової роботи – один з важливих етапів навчального процесу, своєрідна перевірка ступеня засвоєння студентом теоретичних і практичних знань, отриманих під час аудиторної та самостійної роботи. Під час виконання курсової роботи студенти повинні виявити уміння застосовувати теоретичні знання на практиці.

Курсова робота є продовженням вивчення курсу «Фізико-хімічні методи аналізу». Її виконання надає студентам навички з пошуку, аналізу та систематизації науково-патентної літератури з урахуванням сучасних вимог до методів аналізу, стандартизації та контролю якості хімічних речовин. У курсовій роботі повинна бути виділена актуальність проблеми, описані основні результати проведених теоретичних і практичних досліджень.

### **Мета курсової роботи:**

– використання студентами знань, отриманих на лекціях, та лабораторних заняттях для самостійного вивчення та дослідження запропонованої теми курсової роботи;

– теоретично грамотно і логічно висловлювати проблему, що досліджується в курсовій роботі;

– виділяти найбільш суттєві питання, а також робити певні висновки щодо досліджуваної теми курсової роботи;

– формувати навички самостійної науково-дослідницької роботи;

– вміти працювати з різними носіями інформації (науковою літературою, INTERNET та інш.).

Тема курсової роботи вибирається студентом самостійно з переліку тем курсових робіт, запропонованих кафедрою. Теми курсових робіт затверджуються на засіданні кафедри.

## **1. СТРУКТУРА КУРСОВОЇ РОБОТИ**

Структура та правила оформлення курсової роботи повинні відповідати Державному стандарту України ДСТУ 3008-95 “Документація. Звіт у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення”, який узгоджено з

міжнародним стандартом ISO 5966: “Documentation - Presentation of scientific and technical reports”.

Пояснювальна записка курсової роботи повинна містити такі структурні елементи:

- титульний аркуш;
- індивідуальне завдання;
- зміст;
- перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів (за необхідністю);
- вступ;
- аналітичний огляд літературних джерел;
  - експериментальна частина, в розділах якої розкривається зміст курсової роботи (постановка експерименту; проведення вимірювань; обробка отриманих результатів);
  - висновки;
  - перелік посилань;
  - додатки (за необхідністю).

**Титульний аркуш.** Титульний аркуш є першою сторінкою КР, яка не нумерується. Згідно з діючим стандартом на текстову конструкторську документацію (ДСТУ 3008-95) титульний аркуш виконується за встановленим зразком (приклад наведено у додатку Б).

**Зміст.** До змісту включають всі заголовки, які розташовані після змісту так, як вони подані в тексті, а також всі додатки. Назви заголовків змісту повинні однозначно відповідати назвам розділів, підрозділів, пунктів та підпунктів пояснювальної записки за текстом. Нумерація сторінок повинна бути наскрізною. При виконанні курсової роботи обсяг пояснювальної записки враховується до додатків.

“ВСТУП”, “ВИСНОВКИ”, ”ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ” як розділи не нумеруються.

Зразок структури змісту курсової роботи показаний у Додатку В.

**Вступ.** Вступ розпочинають з нової сторінки. У вступі має бути відображено:

- актуальність, наукове та практичне значення обраної теми, ступінь вирішення проблеми;
- мету курсової роботи;
- основні завдання роботи.

- встановлюються об'єкт і предмет розгляду;
  - даються посилання на відповідні нормативні документи;
  - відмічаються положення, що виносяться на захист.
- Зразок вступу курсової роботи показаний у Додатку Г.

**Основна частина пояснювальної записки.** Основна частина пояснювальної записки КР містить аналітичний огляд літературних джерел і експериментальну частину.

У *аналітичному огляді літературних джерел* висвітлюється історія проблеми, аналізуються основні напрямки її рішення, узагальнюються результати досліджень по проблемі, представлені в науковій літературі.

Характеристика методів визначення описується за таким алгоритмом: сутність методу, обладнання, визначення вмісту компоненту, можливості методу, метрологічні характеристики.

*Експериментальна частина*, базуючись на аналітичному огляді, повинна містити стисле описання **методики визначення** хімічного інгредієнта на основі аналізу сучасного стану проблеми, яка порушується в курсовій роботі, та обґрунтування прийнятих рішень у вигляді їх порівнювання з іншими можливими варіантами, показу їх переваг з різних точок зору (технічної, економічної, тощо), *розрахунки* за даними аналізу, *обробку результатів* методами математичної статистики

Експериментальні результати повинні бути представлені у вигляді таблиць, діаграм, графіків.

В кінці кожного розділу основної частини пояснювальної записки КР необхідно зробити логічний висновок, що є постановкою задачі до наступного розділу.

В тексті пояснювальної записки повинні бути посилання до рисунків, таблиць, додатків, що входять до змісту роботи.

Приклад написання і оформлення деяких розділів пояснювальної записки курсової роботи показаний у Додатку Д.

**Висновки.** Висновки оформляють з нової пронумерованої сторінки із заголовком посередині великими літерами. У цьому розділі у максимально лаконічній формі наводять перелік основних висновків, отриманих при виконанні роботи, пропозицій про можливість використання результатів роботи.

Зразок висновків курсової роботи показаний у Додатку Е.

## 2. ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ

Текст пояснювальної записки друкується на аркушах формату А4 (210x297 мм), через півтора інтервали, шрифтом Times New Roman 14 кегля (поля зліва, справа, зверху та знизу – 20 мм). Обсяг пояснювальної записки має становити не менше 10 сторінок змісту.

**Пояснювальна записка** відноситься до текстових документів, які подаються технічною мовою. Графічна інформація подається у вигляді ілюстрацій (схеми, рисунки, графіки, діаграми тощо). Цифрова – у вигляді таблиць.

Структурними елементами основної частини ПЗ є розділи, підрозділи, пункти, підпункти, переліки. –

**Розділи** нумерують порядковими номерами в межах всього документа (1, 2, і т. д.); після номера крапку не ставлять, а пропускають один знак; підрозділи нумерують в межах кожного розділу, пункти в межах підрозділу і т. д. за формою (3.1, 3.2, 3.2.1, 3.2.2, 3.2.2.1 і т. д.); цифри, які вказують номер, не повинні виступати за абзац;

Між назвами розділів, підрозділів, пунктів і підпунктів та основним текстом пропускають один рядок.

Кожну **формулу** записують з нового рядка, симетрично до тексту. Між формулою і текстом пропускають один рядок. Пояснення умовних позначень (символів) в формулі наводять безпосередньо під формулою. Номер формули складається з номера розділу і порядкового номера формули в розділі, розділених крапкою.

На всі **ілюстрації** (графіки, фрагментами схем та ін.), в тексті ПЗ мають бути посилання.

**Таблиці** нумерують в межах розділів. Номер таблиці складається з номера розділу і порядкового номера таблиці в розділі, розділених крапкою. На всі таблиці мають бути посилання за формою: “наведено в таблиці 3.1”; “ ... в таблицях 3.1 – 3.5”

**Додатки** оформлюють як продовження документа на його наступних сторінках, розташовуючи в порядку посилань на них у тексті ПЗ.

Кожен додаток повинен мати тематичний (змістовний) заголовок, який записують посередині рядка малими літерами, починаючи з великої.

Нумерація аркушів документа і додатків, які входять до його складу, повинна бути наскрізна.

Всі додатки включають у зміст, вказуючи позначення, заголовок і сторінки, з яких вони починаються.

Посилання на літературу наводять в квадратних дужках [...], вказуючи порядковий номер за списком. Літературу записують мовою оригіналу. В списку кожне літературне джерело записують з абзацу, нумерують арабськими цифрами, починаючи з одиниці. Приклад оформлення переліку літературних джерел наведено в Додатку Ж.

### 3. ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Курсова робота виконується у восьмій чверті, яка триває 8 тижнів. Терміни виконання етапів КР наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Календарний план виконання КР з дисципліни  
„Фізико-хімічні методи аналізу навколишнього середовища” у 8 чверті

	Назва етапу	Термін виконання (тиждень)
1	Вибір теми	1
2	Підбір матеріалу для аналітичний огляду літературних джерел з обраної теми	2
3	Опрацювання літературних джерел	3
4	Проведення експериментальних досліджень та виконання розрахунків за даними аналізу	4-5
5	Оформлення курсової роботи	6-7
6	Підготовка до захисту і захист курсової роботи	8

#### 3.1. Підбір матеріалу для аналітичний огляду літературних джерел з обраної теми та опрацювання літературних джерел.

Аналітичний огляд літературних джерел має наступні складові: підбір літератури, опрацювання літературних джерел, складання переліку посилань.

**Підбір літератури** варто починати з ознайомлення в загальних рисах з предметом дослідження. Для цього можна прочитати відповідну статтю в енциклопедії, отримати інформацію з навчальної літератури (підручників, навчальних посібників). В означеній літературі можна знайти посилання на інші джерела інформації.

**Джерелами інформації** є наукові статті, патенти, оглядові роботи, монографії, підручники, навчальні посібники, довідкова література.



Джерела, в яких інформація з'являється вперше, називають первинними. Такими є наукові статті, патенти, наукові звіти, матеріали конференцій, дисертації

. До вторинних узагальнюючих джерел відносять монографії, підручники, навчальні посібники, довідникову літературу, огляди, реферативні журнали.

Більшість наукових журналів щорічно публікують в останньому номері журналу предметний та авторський покажчики, які полегшують пошук потрібної інформації. Патенти друкуються в збірниках патентів, спеціальних патентних журналах.

**Опрацювання літературних джерел.** Вивчити спеціальну літературу (навчальну, наукову) з теми дослідження; розглянути методики визначення досліджуваного компонента в відповідних об'єктах; навести коротку характеристику фізико-хімічних методів аналізу, які використовуються для визначення вмісту компонента (сутність методу, обладнання, способи визначення вмісту компонента, його метрологічні характеристики); оформити огляд літератури і скласти перелік посилань (див. Додаток Ж).

### **3.2. Проведення експериментальних досліджень**

При наявності експериментальної частини роботи виконання курсової роботи продовжується наступним чином:

- вибір оптимальної методики визначення хімічного інгредієнта
- відбір генеральної проби з об'єкта, що досліджується;
- підготовка досліджуваних проб;
- відповідно до методики визначення, приготувати необхідні для аналізу розчини, попередньо розрахувавши їх концентрації;
- побудувати градувальний графік;
- провести вимірювання, передбачені обраною методикою (число паралельних випробувань визначено у індивідуальному завданні)

**Вибір оптимальної методики** визначення хімічного інгредієнта відбувається на основі аналізу сучасного стану проблеми, яка порушується в курсовій роботі, та обґрунтування прийнятих рішень у вигляді їх порівнювання з іншими можливими варіантами, показу їх переваг з різних точок зору (технічної, економічної, тощо).

При виборі методу аналізу враховують ряд чинників.

**Вміст компонента.** Порівнюють очікуваний вміст визначуваного компонента та чутливість різних методів і вибирають той чи інший метод аналізу. **Чутливість методу** визначається тією мінімальною кількістю

речовини, яку можна визначити даним методом. Нижня межа вмісту, який може бути визначений, характеризує можливості методу.

*Природа досліджуваного об'єкта:* агрегатний стан, якісний і кількісний хімічний склад. Оцінюючи можливі перешкоди, вибирають метод, за допомогою якого в даних умовах можна визначити потрібні компоненти без перешкод з боку інших компонентів.

*Потрібна точність* (правильність і відтворюваність). Вимоги до точності визначаються зазвичай метою аналізу і природою об'єкта.

*Експресність методу.* В більшості методик найбільше часу витрачається на підготовку проби до аналізу. Тому за рівних інших умов слід вибирати такі методики, які не потребують спеціальної пробопідготовки.

*Забезпечення лабораторії* приладами, вартість аналізу. Вартість апаратурного оформлення методів різна; найбільш дешевими є потенціометричні методи. Вартість апаратури вища в спектрофотометрії, вольтамперометрії, люмінесценції, атомно-абсорбційній спектроскопії.

Найдорожча апаратура використовується в мас-спектрометрії, ЯМР-, ЕПР-спектроскопії, атомно-емісійній спектроскопії з індуктивно зв'язаною плазмою. Необхідно враховувати також вартість і доступність реактивів; тривалість визначення.

**Рішення поставленого завдання курсової роботи** повинно супроводжуватися отриманими результатами досліджень, необхідними ілюстративними матеріалами, тощо.

Наприклад, визначають вміст компонента у досліджуваному об'єкті. Для цього вимірюють аналітичний сигнал – фізичну величину, функціонально пов'язану з вмістом компонента. Для визначення вмісту компоненту порівнюють аналітичні сигнали досліджуваного зразка та зразка порівняння, який містить відому кількість визначуваного компонента. Найчастіше використовують метод градуювального графіка – будують графік в координатах аналітичний сигнал – вміст компоненту з використанням зразків порівняння з різним вмістом визначуваного компоненту.

### **3.3. Обчислення результатів вимірювань**

Основні завдання на даному етапі виконання курсової роботи такі:

– розрахувати вміст визначуваного компоненту за результатами вимірювання аналітичного сигналу;

– провести статистичну обробку отриманих даних;

Після обчислення вмісту визначуваного компонента проводять статистичну обробку отриманих даних. При обробці даних розраховують такі

основні характеристики вибірки: середнє (математичне очікування)  $\bar{X}$ , дисперсію  $V$ , стандартне відхилення  $S$ , відносне стандартне відхилення  $S_r$ , довірчий інтервал  $\delta$ .

Середнє  $\bar{X}$  для вибірки обчислюють за формулою:

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^n X_i / n,$$

де  $n$  – кількість одержаних результатів;  $X_i$  – одиничний результат серії (варіанта);

Дисперсія вибірки  $V$ , яка характеризує розсіювання результатів відносно середнього обчислюється за формулою:

$$V = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}$$

Стандартне відхилення  $S$ , яке є квадратним коренем з дисперсії і має розмірність вимірюваної величини:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

Використовується також відносне стандартне відхилення  $S_r$ :

$$S_r = \frac{S X_i}{X_i} \qquad S_r = \frac{S X_i \cdot 100}{\bar{X}} \%$$

Цю похибку можна подавати в частках або відсотках.

Далі обчислюють довірчий інтервал  $\delta$ , в який із заданою ймовірністю потрапляє результат хімічного аналіз

$$\delta = \frac{S X_i}{\sqrt{n}} \cdot t_{P,f} \quad f = n-1$$

де  $t_{P,f}$  – коефіцієнт Ст'юдента;

$f$  – число ступенів свободи.

Довірчу ймовірність  $P$  зазвичай приймають рівною 0,95. Число ступенів свободи обчислюють за формулою  $f = n - 1$ . Значення коефіцієнту Ст'юдента для різної довірчої ймовірності наведено в таблиці 3.2.:

Таблиця 3.2

Залежність t- розподілу (коефіцієнт Стьюдента) від кількості паралельних аналізів (n) для різних значень імовірностей (P)

n	$t_{p,f}$		
	$P = 0,90$	$P = 0,95$	$P = 0,99$
2	6,31	12,7	63,7
3	2,92	4,30	9,92
4	2,35	3,18	5,84
5	2,13	2,78	4,60
6	2,01	2,57	4,03
7	1,94	2,45	3,71
8	1,89	2,36	3,50
9	1,86	2,31	3,36
10	1,83	2,26	3,25
120	1,66	1,98	2,62
$\infty$	1,64	1,96	2,58

Оброблені дані представляють у вигляді таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Представлення експериментальних даних

$X_i$	n	$\bar{X}$	V	S ( $S_r$ )	$\delta$	$\bar{X} \pm \delta$

### 3.4. Оформлення курсової роботи та підготовка до захисту

Оформлюючи КР потрібно:

- написати вступ, висновки;
- перевірити послідовність розділів, їх відповідність змісту, нумерацію сторінок;
- перевірити формули, таблиці і рисунки;
- вчитати текст;
- підготувати доповідь та ілюстративні матеріали (презентацію).

#### 4. ПОРЯДОК ЗАХИСТУ КУРСОВОЇ РОБОТИ І КРИТЕРІЇ ЇЇ ОЦІНЮВАННЯ

На перевірку керівнику здається КР з обов'язковим підписом студента і зазначенням дати на титульному аркуші.

До захисту допускаються курсові роботи, що виконані в повному обсязі згідно із затвердженим індивідуальним завданням, перевірені керівником і підписані ним на титульному аркуші із зазначенням дати. КР, які не підписані до захисту керівником, на захист не виносяться.

Після захисту роботи і визначення відповідної оцінки на титульному аркуші пояснювальної записки робиться запис: „Оцінка”, „Дата”, „Підписи членів комісії”.

КР оцінюється на підставі критеріїв оцінювання виконаної та захищеної КР з даної дисципліни, затверджених на засіданні кафедри.

Оцінку **“відмінно”** отримують студенти, які виконали КР відповідно до таких вимог:

- зміст курсової роботи в повному об'ємі відповідає індивідуальному завданню на КР;
- наявний системний аналіз основної задачі на основі літературного пошуку новітніх досліджень і розробок;
- без помилок виконані розрахунки в експериментальній частині;
- оформлення роботи відповідає вимогам діючих стандартів;
- висновки сформульовані чітко, з науковим обґрунтуванням;
- доповідь при захисті викладається вільно з використанням ілюстративних матеріалів;
- дані відповіді на всі запитання членів комісії, що стосуються суті роботи.

Оцінку **“добре”** отримують студенти, які

- виконали курсову роботу відповідно до вимог до виконання КР на оцінку **“відмінно”**;
- не змогли чітко побудувати доповідь при захисті КР;
- не дали відповідь на 1 – 2 питання членів комісії.

Оцінку **“задовільно”** отримують студенти, які

- виконали КР, що в основному відповідає вимогам до виконання КР на оцінку **“відмінно”**;
- у доповіді при захисті не відобразили структури КР, не висвітлили мету та висновки;
- не дали відповідь на 1 – 2 питання членів комісії.

## ЛІТЕРАТУРА

Основна:

1. Ларук М. М Інструментальні методи аналізу: навч. посібн. / М. М. Ларук, П. Й. Шаповал, Р. Р. Гумінілович. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2019. 216 с.

2. Семенишин Д. І. Аналітична хімія та інструментальні методи аналізу: навч. посібн. / Д. І. Семенишин, М. М. Ларук; Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2015. – 148с

3. Зінчук В.К. Фізико-хімічні методи аналізу: навч. посібн. / В.К. Зінчук, Г.Д. Левицька, Л.О. Дубенська – Львів.: Видавн. центр ЛНУ ім. І. Франка, – 2008 – 363 с.

4. Скоробагатий Я. П. Фізико-хімічні методи аналізу. – Львів: Каменярь, 1993. – 164 с.

5. Васильев В. П. Аналитическая химия. Кн. 2. Физико химические методы. – М.: Высш. шк., 1989. – 384 с.

6. Дорохова Е. Н., Прохорова Г. В. Аналитическая химия Физико-химические методы анализа. – М.: Высш. шк., 1991. – 256 с.

7. Аналітична хімія: підручник для студентів напряму «Біотехнологія»/Н.К.Федушак та ін.– Вінниця.: Нова книга. 2012.–640 с.

8. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни “Фізико-хімічні методи аналізу навколишнього середовища” для студентів напряму підготовки 6.040106 “Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування” / Уклад. А. П. Ранський, О. А. Гордієнко, М. В. Євсєєва, Н. С. Звудецька. –Вінниця : ВНТУ, 2009. – 47 с.

9. Державний стандарт України ДСТУ 3008-95 “Документація. Звіт у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення”, який узгоджено з міжнародним стандартом ISO 5966: “Documentation - Presentation of scientific and technical reports”.

При вивченні курсу «Фізико-хімічні методи аналізу», за рахунок використання локальних та глобальної комп'ютерних мереж, студенти користуються наступними інформаційними ресурсами та базами знань:

1. <http://www.chem.msu.su/rus/elibrary/>

Електронна бібліотека з хімії (Журнали, бази даних, книги, підручники та ін.)

2 <http://www.abc.chemistry.bsu.by/current/10.htm>

Сайт надає безкоштовний доступ до повнотекстових журналів з хімії.

3. <http://chem.sis.nlm.nih.gov/chemidplus/>

Бази даних містять інформацію з 350 000 хімічних сполук, 56 000 з яких – із структурним зображенням (англ.).

4. [www.openj-gate.com](http://www.openj-gate.com)

Відкритий доступ до більш, ніж 3000 журналів з хімії (англ.)

Додаткова:

1. Пилипенко А. Т., Пятницкий И. В. Аналитическая химия: В 2-х кн. – М.: Химия, 1990. – 846 с.

2. Пономарев В. Д. Аналитическая химия. Ч. 2. Количественный анализ. – М.: Высш. шк., 1982. – 303 с. Юинг Г. Инструментальные методы химического анализа. – М.: Мир, 1989. – 608 с. .

3. Аналітична хімія : Якісний та кількісний аналіз ; Навчальний конспект лекцій /В.В. Болотов, О. М. Свечнікова, М. Ю. Голік та ін.; За ред. проф. В. В. Болотова. - Вінниця : Нова Книга, 2011. - 424 с.

4.. Основы аналитической химии: В 2 кн. / Ю. А. Золотов, Е. Н. Дорохова, В. И. Фадеева и др. – М.: Высш. шк., 2000. – Кн. 1. – 351 с.; Кн. 2. – 494 с.

5. Циганок Л.П. Аналітична хімія. Хімічні методи аналізу: навчальний посібник / Л.П.Циганок, Т.О.Бубель, А.Б.Вишнікін, О.Ю.Вашкевич; За ред. проф. Л.П.Циганок - Дніпропетровськ: ДНУ ім. О.Гончара, 2014.- 252 с.

6. Кузьма Ю. Аналітична хімія / Ю. Кузьма, Я. Ломницька. Н.Чабан.– Львів :Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2001. – 29





**Зразок оформлення титульного аркуша курсової роботи**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**

Кафедра хімії

Тема курсової роботи

---

Пояснювальна записка  
до курсової роботи  
з дисципліни  
«Фізико-хімічні методи аналізу»  
спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія

Виконав студ. гр.

ПІБ

Перевірив

ПІБ

Дніпро  
НТУ «ДП»  
2021\_

## Зразок змісту курсової роботи

ЗМІСТ	
ВСТУП .....	3
1 ПРИРОДНІ ТА АНТРОПОГЕННІ ДЖЕРЕЛА СПОЛУК АРСЕНУ В ДОВКІЛЛІ .....	4
2 ТОКСИЧНА ДІЯ СПОЛУК АРСЕНУ .....	5
3 МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ АРСЕНУ	7
3.1 Визначення Арсену у воді, ґрунтах та повітрі .....	7
3.2 Визначення Арсену в продуктах харчування .....	9
3.3 Характеристика методів визначення сполук Арсену .....	11
4 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ АРСЕНУ В ПРОДУКТАХ ХАРЧУВАННЯ .....	13
4.1 Вибір методу аналізу .....	13
4.2 Підготовка проби .....	14
4.3 Приготування розчинів .....	15
4.4 Побудова градууювального графіка .....	16
4.5 Проведення вимірювань .....	17
4.6 Обчислення результатів вимірювань .....	17
4.7 Статистична обробка результатів аналізу .....	18
4 ВИСНОВКИ .....	21
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	22
Додаток А Прилад для відгонки та поглинання гідриду арсену.....	24
Додаток Б Залежність оптичної густини розчину від вмісту Арсену.....	25

## Зразок вступу курсової роботи

### ВСТУП

В процесі еволюційного розвитку життя на планеті людина адаптувалася до певних умов проживання, які визначаються якістю води, повітря та продуктів харчування. В результаті в організмі людини сформувалися певні механізми, які підтримують рівновагу. Чим більше речовин, невластивих природі, потрапляє в організм людини, тим більше порушуються всі його життєві функції.

В організм людини речовини можуть надходити як безпосередньо – при диханні, з питною водою, проникаючи через шкіру та слизові оболонки, так і за складними трофічними ланцюгами. Небезпечним результатом забруднення довкілля речовинами, які володіють токсичними властивостями, є збільшення їх вмісту в продовольчій сировині рослинного і тваринного походження і, як наслідок, в продуктах харчування. Людина знаходиться в кінці ланцюга живлення і так здійснюється непрямий вплив на неї забруднення навколишнього середовища.

Споживання забрудненої сільськогосподарської продукції є основною причиною зростання екологічно залежних хвороб (захворювання, зумовлені порушенням обміну речовин, легеневі хвороби тощо). За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я 70 – 80 % захворювань людей є наслідком споживання неповноцінних і недоброякісних продуктів харчування. Харчові отруєння небактеріальної природи дуже чисельні. Вони виникають внаслідок надходження токсичних речовин в продукти харчування.

Тому контроль безпеки продовольчої сировини і продуктів харчування, визначення в них концентрації домішок-забруднювачів, є актуальним та необхідним. Одним з токсичних елементів, який потрібно контролювати, є Арсен.

Метою даної роботи є визначення Арсену в продуктах харчування та встановлення їх придатності для споживання за цим показником.

В роботі проаналізовано природні та антропогенні джерела сполук Арсену в довкіллі, охарактеризовано їх токсичну дію. На основі аналізу літературних джерел розглянуто методи визначення Арсену в об'єктах навколишнього середовища і продуктах харчування та наведено їх основні характеристики. Визначено вміст Арсену в продукті харчування рослинного походження. Проведено статистичну обробку результатів аналізу.

## Зразок оформлення деяких розділів пояснювальної записки курсової роботи

### 3.2 Визначення Арсену в продуктах харчування

Основний шлях надходження Арсену в організм людини – споживання продуктів харчування. Середнє сумарне добове надходження Арсену дуже близьке до величини максимального добового навантаження [3]. Встановлено максимальну допустиму добову дозу Арсену – 0,05 мг/кг маси тіла. Розрахунки, виконані для денного раціону за даними фонового вмісту Арсену в різних продуктах, показують, що надходження елемента в організм людини складає від 0,007 до 0,6 мг на 1 кг маси тіла. В [6] наведені дані про середній вміст і діапазон вмісту елемента в харчових продуктах та сировині. В овочах та фруктах, м'ясопродуктах Арсен міститься в середньому в кількості 0,05 мг/кг, в хлібобулочних виробах – 0,02 мг/кг, в рибі та рибних консервах – 0,8 мг/кг, в ракоподібних і молюсках – 2 мг/кг.

Однією з вимог до продуктів харчування є їх безпека – відсутність токсичного, канцерогенного, мутагенного та інших негативних впливів на організм людини при вживанні в загальноприйнятих кількостях. У зв'язку з цим регламентовано вміст токсичних елементів в окремих групах харчових продуктів. ГДК Арсену в продовольчій сировині і продуктах харчування коливається від 0,05 мг/кг (молоко, кисломолочні вироби) до 5 мг/кг (морська риба) [7].

Для контролю вмісту токсичних елементів створено комплекс Державних стандартів на методи їх визначення в продовольчій сировині та продуктах харчування. Для визначення Арсену Державні стандарти рекомендують до використання фотометричний і атомно-емісійний методи аналізу.

Фотометричний метод [8] полягає у вимірюванні інтенсивності забарвлення комплексної сполуки Арсену з діетилдитіокарбаматом аргентуму в хлороформі. Арсен попередньо відновлюють до арсину  $AsH_3$  воднем в момент виділення (для його добування використовують гранульований цинк і хлоридну кислоту). Оптичну густину вимірюють при 520 нм. Мінімальна маса Арсену, яка може бути визначена даним методом складає 2,5 мкг в пробі при використанні поглинального розчину з моноетаноламіном і 5 мкг – з уротропіном. Останній використовується тільки для продуктів з масовою часткою Арсену не менше 0,1 мг/кг.

Атомно-емісійний метод [9] ґрунтується на вимірюванні інтенсивності ліній елемента в спектрі випромінювання, який отримують при випаровуванні речовини під дією електричного розряду. Кількісний вміст Арсену визначають порівнянням інтенсивності ліній в спектрах випромінювання зразків порівняння і проби, що досліджується. Метод дозволяє провести визначення вмісту Арсену від 0,025 до 10,0 мкг/кг продукту з відносною похибкою, яка не перевищує 30 %.

В питній воді вміст Арсену визначається фотометричним методом [10]. Всі присутні у воді форми Арсену відновлюють до арсину, який взаємодіє з розчином йоду з утворенням арсенат-іона. Останній визначають фотометрично у вигляді арсеномолібденової сині на довжині хвилі 840 або 750 нм. Діапазон концентрацій, у якому можливе визначення даним методом, складає 0,01 – 0,1 мг/дм<sup>3</sup>.

В роботі [3] розглянуті аналітичні методи визначення Арсену в продуктах харчування, приведені їх параметри (наважка, діапазон концентрацій, у якому можливе визначення даним методом, межа визначення, стандартне відхилення) для різних об'єктів аналізу. Зроблено висновок, що найбільше розповсюдження при визначенні вмісту Арсену в продуктах харчування отримали фотометричні методи. Автори розглянули методики з використанням арсеномолібденової сині та з діетилдитіокарбаматом аргентуму, які придатні для визначення Арсену в діапазоні 0,1 – 10 мг/кг. Визначення Арсену за першою методикою можливе в більш широкому діапазоні вмісту елемента в досліджуваному об'єкті. При низькому вмісті Арсену доцільнішим є його визначення у вигляді комплексної сполуки з діетилдитіокарбаматом аргентуму.

Методом інверсійної вольтамперометрії можна визначати концентрацію електрохімічно неактивної форми Арсену – As (V) шляхом відновлення адсорбованого на поверхні електроду арсеномолібденового гетерополіядерного комплексу [11]. Для цього застосовують модифіковані комплексами Молібдену (VI) графітові електроди. Встановлені оптимальні умови визначення As (V): потенціал накопичення 0.4 В, час накопичення 300с, рН 2.5, фон 1 М NaCl, 30 % об. 1,4-діоксану. Синтез арсеномолібденового гетерополіядерного комплексу та його накопичення на електроді проводять одночасно. Межа визначення As (V) при використанні графітового електрода, імпрегованого сумішшю поліетилену і парафіну складає  $3 \cdot 10^{-9}$  М, епоксидною смолою –  $2 \cdot 10^{-10}$  М. Авторами досліджено вплив сторонніх йонів. Встановлено, що визначенню As (V) не заважають 100-кратні кількості лужних та лужно-земельних металів, 50-кратні Cu (II), 30-кратні Fe (III), Pb (II), Zn (II). Вплив Фосфору та Силіцію усувають на стадії пробопідготовки. Дана методика була опробована при визначенні вмісту As (V) в молоці, пиві, питній воді.

Арсен в продуктах харчування знаходиться в малих кількостях і більшість фізичних методів не дають надійних результатів без його попереднього концентрування.

В роботі [12] описано застосування електротермічного атомно-абсорбційного методу для визначення вмісту Арсену в сировині рослинного походження та продуктах харчування. Для виділення і концентрування елемента використовують екстракційне концентрування з кислого середовища у вигляді  $AsI_3$  тетрахлорметаном. Реекстракцію іодиду арсену проводять водою. Визначають Арсен як в екстракті, так і в реекстракті. Застосування атомно-абсорбційної спектроскопії з попереднім екстракційним концентруванням дозволяє визначати Арсен в біологічних об'єктах на рівні  $10^{-7} - 10^{-5} \%$ .

#### 4.2. Підготовка проби

Вміст Арсену було визначено в продукті харчування рослинного походження – соняшниковій олії. В продовольчій сировині та продуктах харчування Арсен визначають фотометричним методом за методикою [8]. Метод ґрунтується на вимірюванні інтенсивності забарвлення комплексної сполуки Арсену з аргентум діетилдитіокарбаматом.

Для рослинних жирів Державний стандарт [15] встановлює розкладання проби способом кислотної екстракції (неповної мінералізації). Спосіб ґрунтується на екстракції Арсену з проби продукту кип'ятінням з розбавленою хлоридною або нітратною кислотою.

50 г соняшnikової олії переносять в термостійку колбу, додають 40 см<sup>3</sup> розчину хлоридної кислоти (1:1). Колбу з'єднують з холодильником, на і кип'ятять на електроплитці протягом 1,5 год з моменту закипання. Потім вміст колби повільно охолоджують до кімнатної температури (холодильник з колби не виймають).

Екстракційну суміш переносять у ділильну воронку. Після розділення шарів нижній водний шар фільтрують через паперовий фільтр в колбу для відгонки арсену гідриду.

#### 4.3 Приготування розчинів

Для проведення аналізу необхідно приготувати розчини: основний стандартний розчин Арсену, робочий стандартний розчин Арсену, поглинальний розчин, розчин калій йодиду, розчин станум (II) хлориду, розчин купрум (II) сульфату.

Масову концентрацію речовини в розчині обчислюють за формулою:

$$C = m / V \quad (4.1)$$

де  $C$  – масова концентрація речовини;

$m$  – маса речовини;

$V$  – об'єм розчину.

**Основний стандартний розчин Арсену,  $100 \text{ мкг/см}^3$ .** Для приготування  $100 \text{ см}^3$  розчину потрібно

$$m (\text{As}) = 100 \cdot 100 = 10000 \text{ мкг} = 1 \cdot 10^{-2} \text{ г.}$$

Вихідною речовиною для приготування розчину є кристалогідрат натрій гідрогенарсенату  $\text{Na}_2\text{HAsO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ . Коефіцієнт перерахунку  $K$ , який враховує вміст Арсену в натрій гідрогенарсенаті, обчислюють за формулою:

$$K = M (\text{Na}_2\text{HAsO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) / M (\text{As})$$

де  $M$  – молярна маса, г/моль.

$$K = 312 / 75 = 4,16.$$

Маса натрій гідрогенарсенату дорівнює:

$$m = 1 \cdot 10^{-2} \cdot 4,16 = 0,0416 \text{ (г).}$$

$0,0416 \text{ г Na}_2\text{HAsO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  розчиняють у воді в мірній колбі об'ємом  $100 \text{ см}^3$ .

**Робочий стандартний розчин Арсену,  $10 \text{ мкг/см}^3$ .** Безпосередньо перед визначенням  $10 \text{ см}^3$  основного стандартного розчину Арсену вносять в мірну колбу об'ємом  $100 \text{ см}^3$  і доводять водою до риски.

**Аргентум діетилдитіокарбамат.**  $1,7 \text{ г}$  аргентум нітрату  $\text{AgNO}_3$  розчиняють у воді в мірній колбі об'ємом  $100 \text{ см}^3$ .  $2,3 \text{ г}$  натрій діетилдитіокарбамату  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{NS}_2\text{Na}$  розчиняють у воді в мірній колбі об'ємом  $100 \text{ см}^3$ . Розчини охолоджують до температури  $10 \text{ }^\circ\text{C}$  і повільно зливають при перемішуванні. Утворюється жовтий осад аргентум діетилдитіокарбамату  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{NS}_2\text{Ag}$ , який відфільтровують на воронці Бюхнера та промивають водою. Осад висушують в екзикаторі над кальцій хлоридом.

**Поглиняльний розчин.**  $1,0 \text{ см}^3$  моноетаноламіну вносять в мірну колбу об'ємом  $100 \text{ см}^3$  і доводять до риски хлороформом. В отриманому розчині розчиняють  $0,2 \text{ г C}_5\text{H}_{10}\text{NS}_2\text{Ag}$ .

**Розчин калій іодиду,  $150 \text{ г/дм}^3$ .** За формулою (4.1) розраховують масу калій іодиду, необхідну для приготування  $100 \text{ см}^3$  розчину:

$$m(\text{KI}) = 150 \cdot 0,1 = 15 \text{ (г)}.$$

15 г KI розчиняють у воді в мірній колбі об'ємом 100 см<sup>3</sup>.

**Розчин станум (II) хлориду, 200 г/дм<sup>3</sup>.** Маса станум (II) хлориду для приготування 100 см<sup>3</sup> розчину дорівнює:

$$m(\text{SnCl}_2) = 200 \cdot 0,1 = 20 \text{ (г)}.$$

20 г SnCl<sub>2</sub> розчиняють в хлоридній кислоті (густина 1,19 г/см<sup>3</sup>) в мірній колбі об'ємом 100 см<sup>3</sup>.

**Розчин купрум (II) сульфату, 6,4 г/дм<sup>3</sup>.** /дм<sup>3</sup> Маса купрум (II) сульфату для приготування 100 см<sup>3</sup> розчину дорівнює:

$$m(\text{CuSO}_4) = 6,4 \cdot 0,1 = 0,64 \text{ (г)}.$$

Вихідною речовиною для приготування розчину є кристалогідрат купрум (II) сульфату CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O. Коефіцієнт перерахунку К обчислюють за формулою:

$$K = M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) / M(\text{CuSO}_4)$$

$$K = 250 / 160 = 1,563.$$

Тоді маса кристалогідрату купрум (II) сульфату дорівнює:

$$m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0,64 \cdot 1,563 = 1,0 \text{ (г)}.$$

1 г CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O розчиняють у воді в мірній колбі об'ємом 100 см<sup>3</sup>.

#### 4.4. Побудова градувального графіка

Збирають 6 приладів для відгонки і поглинання гідриду арсену (додаток А). Прилад складається з реакційної колби об'ємом 250 см<sup>3</sup>, з'єднувальної трубки з розширенням, шліфом і капіляром, поглинального приладу з пористою скляною пластиною. Перед використанням прилад промивають розбавленою нітратною кислотою (1:1), а потім водою.

Вату обробляють розчином плюмбум (II) ацетату Pb(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub> і разом з 5 – 6 гранулами калій гідроксиду KOH кладуть в розширення з'єднувальної трубки.

В шість поглинальних приладів вносять по 10 см<sup>3</sup> поглинального розчину. В шість реакційних колб вносять відповідно 0; 0,25; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 см<sup>3</sup> робочого стандартного розчину Арсену. В кожну реакційну колбу наливають



25 см<sup>3</sup> хлоридної кислоти (густина 1,19 г/см<sup>3</sup>), 2,5 см<sup>3</sup> розчину калій іодиду, 1,5 см<sup>3</sup> розчину станум (II) хлориду і доводять водою до 100 см<sup>3</sup>. Потім додають 1 см<sup>3</sup> розчину купрум (II) сульфату, перемішують і витримують 10 – 15 хв. В кожну реакційну колбу вносять 5 г гранульованого цинку, з'єднують колбу з поглинальним приладом трубкою і відганяють AsH<sub>3</sub>, що утворюється, протягом 1 год.

Далі вимірюють оптичну густина отриманих розчинів на фотоелектроколориметрі на довжині хвилі 520 нм в кюветі з відстанню між робочими гранями 2 см відносно розчину порівняння, що не містить Арсену.

Дані для побудови градууювального графіка наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Дані для побудови градууювального графіка

Номер розчину порівняння	1	2	3	4	5
Об'єм робочого стандартного розчину As, см <sup>3</sup>	0,25	0,5	1,0	1,5	2,0
Маса As, мкг	2,5	5,0	10,0	15,0	20,0
Оптична густина	0,1	0,19	0,34	0,53	0,67

Для побудови градууювального графіка на вісі абсцис відкладають масу Арсену, на вісі ординат – оптичну густина. Градууювальний графік наведений на рис.4.1. Рівняння градууювальної прямої, отриманої за методом найменших квадратів, має вигляд:

$$A = 0,03285m_{As} + 0,02104, \quad (4.2)$$

де A – оптична густина; m<sub>As</sub> – маса Арсену, мкг.

#### ГРАФІК

Рисунок 4.1 – Залежність оптичної густини розчину від маси Арсену

#### 4.5. Проведення вимірювань

До розчинів, отриманих в результаті кислотної екстракції, додають тіж реагенти і в тій самій послідовності, що і при побудові градуовального графіка. В тих самих умовах проводять фотометрування розчинів, отриманих після поглинання  $AsH_3$ . Виміряні значення оптичної густини підставляють в рівняння (4.2) і знаходять масу Арсену.

Експериментально визначений вміст Арсену в досліджуваних розчинах наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

Вміст Арсену в досліджуваних розчинах

Номер розчину	Оптична густина	Маса Арсену, визначена за градуовальним графіком, мкг
1	0,11	2,7
2	0,10	2,4
3	0,115	2,9

#### 4.6. Обчислення результатів вимірювань

Вміст Арсену обчислюють за формулою:

$$X = m_1 / m. \quad (4.3)$$

де  $X$  – вміст Арсену, мг/кг;  $m_1$  – маса Арсену в досліджуваному розчині, мкг;  $m$  – маса наважки продукту, яка піддана мінералізації, г.

Вміст Арсену у досліджуваному зразку складає:

$$X_1 = 2,7 / 50 = 0,054 \text{ (мг/кг)};$$

$$X_2 = 2,4 / 50 = 0,048 \text{ (мг/кг)};$$

$$X_3 = 2,9 / 50 = 0,058 \text{ (мг/кг)};$$

Після обчислення вмісту визначуваного компонента проводять статистичну обробку отриманих даних. При обробці даних розраховують такі основні характеристики вибірки: середнє (математичне очікування), стандартне відхилення, довірчий інтервал.

## Розрахунки

Оброблені дані представляють у вигляді таблиці 4.3.

Таблиця 4.3

Вміст Арсену в зразку

x , мг/кг	n	x , мг/кг	V	s, мг/кг	δ , мг/кг	x ±δ , мг/кг
0,048	3	0,053	$2,6 \cdot 10^{-5}$	0,005 (0,1)	0,01	0,05 ± 0,01
0,054						
0,058						

Гранично допустима концентрація Арсену в соняшниковій олії дорівнює 0,1 мг/кг. Як видно з таблиці 4.3, експериментально визначена концентрація елемента в досліджуваному зразку складає 0,5 ГДК. Отже, даний зразок є екологічно безпечним за вмістом Арсену.

## Зразок висновків курсової роботи

### ВИСНОВКИ

В курсовій роботі охарактеризовано природні та антропогенні джерела сполук Арсену в довкіллі. В природних умовах сполуки Арсену надходять в довкілля при виверженні вулканів і вітровій ерозії ґрунтів. Антропогенними джерелами Арсену є видобування та переробка арсенвмісних руд і мінералів, пірометалургія, виробництво суперфосфату, спалювання різних видів палива, синтез і застосування арсенвмісних отрутохімікатів, застосування азотних та фосфорних мінеральних добрив.

Охарактеризовано токсичну дію сполук Арсену. Арсен є високотоксичною кумулятивною протоплазматичною отрутою, яка викликає порушення діяльності ряду органів та систем в організмі людини. Хронічна інтоксикація спостерігається при споживанні 1 – 5 мг Арсену на добу. Гранична безпечна добова доза елемента, що може потрапити в організм людини з водою та продуктами харчування, складає 50 мкг/кг маси тіла.

Розглянуто методи визначення Арсену в природних водах, ґрунтах, повітрі та продуктах харчування. Найбільше розповсюдження при визначенні вмісту Арсену отримали фотометричні методи. Підготовка проб до аналізу за часом є лімітуючою стадією при визначенні Арсену в продуктах харчування. Через низький вміст Арсену в продуктах харчування потрібне його попереднє концентрування.

Наведена характеристика аналітичних методів визначення Арсену: фотометричного, атомно-емісійного, атомно-абсорбційного і вольтамперометричного.

Експериментально визначено вміст Арсену у соняшниковій олії фотометричним методом. Проведено статистичну обробку результатів аналізу. Вміст Арсену в досліджуваному об'єкті складає  $0,05 \pm 0,01$  мг/кг. Проаналізований зразок містить Арсен у кількості, що не перевищує ГДК для даного виду продукту харчування (0,1 мг/кг), і є придатним для споживання за цим показником.

## Зразок оформлення переліку літературних джерел

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Даценко І. І. Гігієна та екологія людини. – Львів: Афіша, 2000. – 248 с.
2. Вредные химические вещества. Неорганические соединения элементов V – VIII групп: Справ. изд. / Под ред. В. А. Филова – Л.: Химия, 1989. – 529 с.
3. Аналитические проблемы определения мышьяка в продуктах растительного и животного происхождения / А. А. Шер, Н. М. Муратова, В. Н. Жир-Лебедь и др. // Методы анализа пищевых продуктов. – М.: Наука, 1988. – С. 226 – 247.
4. Якість вимірювань складу та властивостей об'єктів довкілля та джерел їх забруднення / Під ред. В. Ф. Осики, М. С. Кравченко. – К.: Міністерство охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки, 1997. – 662 с.
5. Набиванець Б. Й., Сухан В. В., Калабіна Л. В. Аналітична хімія природного середовища. – К.: Либідь, 1996. – 304 с.
6. Скурихин И. М. Методы определения микроэлементов в пищевых продуктах // Методы анализа пищевых продуктов. – М.: Наука, 1988. – С. 132 – 152.
7. Медико-биологические требования и санитарные нормы качества продовольственного сырья и пищевых продуктов. – М: Издательство стандартов, 1990. – 185 с.
8. ГОСТ 26930-86. Сырье и продукты пищевые. Метод определения мышьяка. – М.: Издательство стандартов, 1986. – 6 с.
9. ГОСТ 30538-97. Продукты пищевые. Методика определения токсичных элементов атомно-эмиссионным методом. – М.: Издательство стандартов, 1998. – 7 с.
10. ГОСТ 4152-89. Вода питьевая: Метод определения массовой концентрации мышьяка. – М.: Издательство стандартов, 1990. – 8 с.
11. Текуцкая Е. Е., Кондратьев В. В., Есипова М. В. Определение As (V) на модифицированном комплексами Mo(VI) графитовом электроде методом инверсионной вольтамперометрии // Журнал аналитической химии. – 1999. – Т. 54, № 12. – С. 1289 – 1293
12. Избаш О. А., Карпов Ю. А., Мамбетказиев Е. А., Плетнева Т. В., Ширяева О. А. Атомно-абсорбционное определение мышьяка в биологических объектах после предварительного экстракционного концентрирования // Заводская лаборатория. – 1993. – Т. 59, № 8. – С. 19 – 21.

13. Скоробагатий Я. П. Фізико-хімічні методи аналізу. – Львів: Каменяр, 1993. – 164 с.

14. Основы аналитической химии. Кн. 2. Методы химического анализа / Ю. А. Золотов, Е. Н. Дорохова, В. И. Фадеева и др. – М.: Высш. шк., 2000. – 494 с.

15. ГОСТ 26929-94. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов. – М.: Издательство стандартов, 1995. – 16 с.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1. СТРУКТУРА КУРСОВОЇ РОБОТИ.....	3
2. ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ.....	6
3. ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ.....	7
3.1. Підбір матеріалу для аналітичний огляду літературних джерел з обраної теми та опрацювання літературних джерел.....	7
3.2. Проведення експериментальних досліджень .....	8
3.3. Обчислення результатів вимірювань.....	9
3.4. Оформлення курсової роботи та підготовка до захисту.....	11
4. ПОРЯДОК ЗАХИСТУ КУРСОВОЇ РОБОТИ І КРИТЕРІЇ ЇЇ ОЦІНЮВАННЯ.....	12
ЛІТЕРАТУРА.....	13
Додаток Б Зразок оформлення титульного аркуша курсової роботи.....	16
Додаток В Зразок змісту курсової роботи.....	17
Додаток Г Зразок вступу курсової роботи.....	18
Додаток Д Зразок оформлення деяких розділів пояснювальної записки курсової роботи.....	19
Додаток Е Зразок висновків курсової роботи.....	27
Додаток Ж Зразок оформлення переліку літературних джерел.....	28

**Светкіна Олена Юріївна**

**Нетяга Ольга Борисівна**

**Тарасова Ганна Володимирівна**

## **ФІЗИКО-ХІМІЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ**

**Методичні рекомендації**  
до виконання курсової роботи  
з дисципліни  
студентами спеціальності  
161 Хімічні технології та інженерія

В редакції авторів

НТУ «Дніпровська політехніка»  
49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького