

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**  
Кафедра аналітичної і біонеорганічної хімії та якості води

**"ЗАТВЕРДЖУЮ"**

Декан факультету захисту рослин,  
біотехнологій та екології

доктор с.г. наук \_\_\_\_\_ Ю.В. Коломієць  
" \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2022 р.

**РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО**

на засіданні кафедри аналітичної і  
біонеорганічної хімії та якості води

Протокол № 12 від « 23 » травня 2022 р.  
Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ В. А. Копілевич

**РОЗГЛЯНУТО**

Гарант ОП 101 Екологія

\_\_\_\_\_ В.М. Боголюбов

**РОБОЧА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ  
«СПЕЦПРАКТИКУМ З АНАЛІТИЧНОЇ ХІМІЇ»**

галузь знань : 10 «Природничі науки»

спеціальність: 101 «Екологія»

Факультет Захисту рослин, біотехнологій та екології

Розробники: професор, доктор хімічних наук Копілевич В.А.  
доцент, кандидат хімічних наук Войтенко Л.В.

КИЇВ – 2022

Д  
П  
а

## ВСТУП

### 1. МЕТА Й ЗАВДАННЯ ПРАКТИКУМУ

Основний спосіб діагностики стану ґрунтів, рослин, об'єктів навколишнього середовища (вода), складу добрив, меліорантів, продуктів і компонентів біотехнологій є виконання хімічних аналізів з метою визначення їх якісного та кількісного складу.

Для проведення таких аналізів майбутній фахівець з екології повинен володіти методикою самостійної підготовки та проведення аналітичних досліджень, включаючи підготовку титрованих та робочих розчинів, виконання аналітичних реакцій концентрування, розділення, осадження, розчинення, титрування тощо. Опанування такими навичками загалом забезпечує спецзавдання з аналітичної хімії для виконання курсової роботи.

Крім того, фахівець повинен вміти використовувати результати хімічних аналізів в теоретичних розрахунках з метою пошуку методик аналізу, оцінки їх точності та чутливості, встановлення формул хімічних сполук, розрахунку вмісту поживних елементів в них або приготування з цих речовин титрованих розчинів. До програми спецпрактикуму входить також ознайомлення студентів з основами статистичної обробки аналітичних даних.

Отже, метою спецзавдання з аналітичної хімії є надання можливості студентові застосовувати набуті теоретичні знання та практичні навички для здійснення комплексного аналітичного дослідження, наближеного до виробничого лабораторного експерименту.

### 2. ОРГАНІЗАЦІЯ ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ З АНАЛІТИЧНОЇ ХІМІЇ

Завдання з аналітичної хімії складається з таких видів роботи:

- Виконання хімічного експерименту в лабораторіях кафедри аналітичної і біонеорганічної хімії та якості води;
- Теоретична робота над літературою з аналітичної хімії у фондах бібліотеки НУБіП України та кафедри;
- Виконання розрахункової частини;
- Написання курсової роботи та складання заліку.

#### 2.1 Зміст завдання

Тривалість виконання розрахована на 6 робочих днів – 36 годин, із яких 24 години лабораторного експерименту і 12 годин самостійної роботи. Керівниками його є викладачі, які проводять лабораторні заняття з аналітичної хімії: виконання експериментальної роботи в лабораторії під керівництвом викладача та старшого лаборанта та консультування викладачем виконання самостійної роботи, що включає вивчення теоретичного матеріалу, роботу з літературними джерелами, виконання теоретичних розрахунків.

Типові об'єкти досліджень: сполуки біогенних мікро- та макроелементів, хімічні реактиви різного ступеня чистоти (кваліфікації), мінеральні добрива, премікси тощо, склад яких можна описати формулою.

Після закінчення лабораторних досліджень студенти оформлюють курсову роботу у вигляді звіту про її виконання.

## **2.2. Методичне забезпечення спецпрактикуму**

1. Копілевич В.А., Прокопчук Н.М., Ущипівська Т.І., Войтенко Л.В. Аналітична хімія для напряму підготовки «Екологія» і «Біотехнологія». Навчальний посібник. – К.: ДДП «Експо-Друк», 2015. – 413 с.
2. Аналітична хімія. Теоретичні відомості та лабораторний практикум : навчальний посібник для студентів спеціальності 101 «Екологія» / В.А. Копілевич, Н.М. Прокопчук, Л.В. Войтенко, Л.М. Аббарбарчук – К.: ДДП «Експо-Друк», 2017. – 300 с.
3. Аналітична хімія. Навчальний посібник для студентів спеціальності 101 «Екологія» / В.А. Копілевич, Н.М. Прокопчук, Т.І. Ущипівська, Л.В. Войтенко, Л.М. Аббарбарчук, Д.А. Савченко. – К.: ДДП «Експо-Друк», 2022. – 260 с.
4. Рекомендована література з аналітичної хімії та методів агрохімічного аналізу з фондів бібліотеки НУБіП України та кафедри.

## **2.3. Загальні положення**

Завершальним етапом вивчення курсу аналітичної хімії є виконання спецзавдання та курсової роботи.

Зв'язок між теоретичним матеріалом і безпосередньою роботою в лабораторії підвищує інтерес до вивчення курсу аналітичної хімії та інших хімічних дисциплін і сприяє формуванню навиків аналітичних досліджень. Курсова робота – це індивідуальна письмова робота навчально-наукового (або виробничо-дослідницького характеру), у якій здійснюється узагальнення питань, що вивчалися протягом 1-4 семестрів в циклі хімічної підготовки. Ця робота відображає рівень теоретичних знань і практичних навичок студента, його здатність до професійної діяльності як фахівця.

До виконання курсової роботи допускаються студенти, які виконали всі вимоги навчального плану.

Основними завданнями курсової роботи є :

1. Закріплення та поглиблення теоретичних знань, набуття навичок самостійної роботи з літературою, вибір методів і методик аналізу;
2. Використання набутих умінь при якісному і кількісному аналізі об'єктів дослідження: мінеральних добрив, ґрунтів, води, а також різних типів індивідуальних сполук (оксидів, кислот, гідроксидів, солей та ін.);
3. Розвиток навичок студента наукового аналізу отриманих результатів власних експериментів;
4. Підготовка висновків і обґрунтування пропозицій і рекомендацій виробничого характеру.

Курсова робота повинна має бути оформлена згідно "Положення про курсовий проект (роботу), розрахунково-графічну роботу, реферат і домашню роботу студентів НУБіП України" і написана українською мовою.

Курсова робота складається із вступу, огляду літератури, експериментальної частини, аналізу отриманих результатів та їх обговорення, висновків. Обсяг курсової роботи не повинен перевищувати 10-15 сторінок друкованого тексту формату А4, набраного шрифтом Times New Roman 14 pt, інтервал 1,5 (без урахування додатків). Дозволяється виконувати роботу у вигляді рукопису.

Витрати навчального часу студента на виконання курсової роботи визначаються робочим навчальним планом. В курсовій роботі не повинно бути переписаних з підручника положень і формулювань, а допускається лише посилання на них.

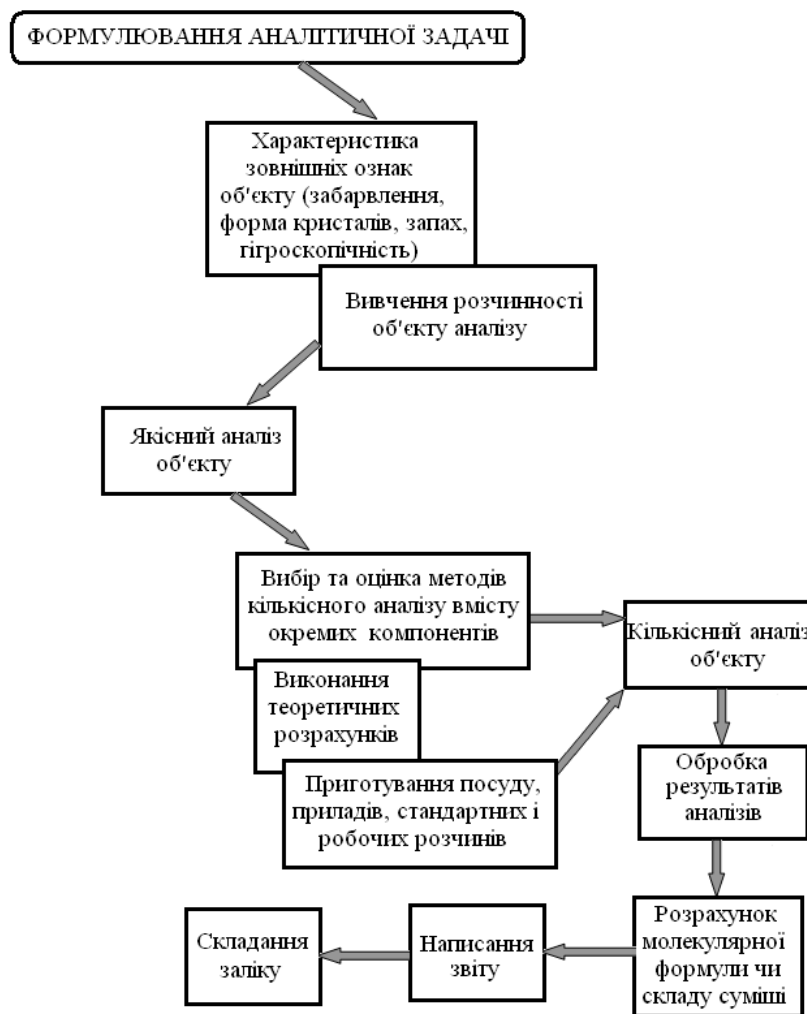
За достовірність експериментальних даних і розрахункову частину курсової роботи відповідає студент – автор курсової роботи.

Для оцінки стану об'єктів навколишнього середовища, хімічних речовин, складу добрив, меліорантів виконують хімічні аналізи, метою яких є визначення якісного і кількісного складу об'єктів дослідження. Опанування навичками і методиками проведення аналітичних досліджень в цілому забезпечує курс аналітичної хімії. Курсова робота є результатом набутих раніше знань не тільки з предмету аналітичної хімії, але також з загальної, неорганічної, органічної, фізичної і колоїдної хімії, де крім аналітичної частини дослідження студент виконує теоретичні розрахунки, самостійно проводить пошук необхідних методик аналізу, встановлює остаточні формули хімічних сполук, використовує основи статистичної обробки аналітичних даних.

Отже, метою курсової роботи з аналітичної хімії є надання можливості студенту практично застосувати раніше набуті теоретичні знання та навички.

Курсова робота є одним з перших етапів самостійної науково-дослідницької роботи студента, основою для виконання експериментальної дипломної роботи бакалавра.

Студенту пропонується дотримуватися такої структурно-логічної схеми виконання індивідуального завдання спецпрактикуму:



## 2.4. Тематика завдань спецпрактикуму

Тематика курсової роботи, яка виконується протягом спецпрактикуму, повинна бути актуальною і спрямованою на вирішення завдань відповідно до напрямку майбутньої діяльності фахівця.

В курсовій роботі студент виконує індивідуальні дослідження біогенних мікро- і макроелементів – складових частин мінеральних добрив, індивідуальних солей і їх сумішей, кислот, оксидів та гідроксидів, об'єктів навколишнього середовища. Орієнтовні об'єкти дослідження і рекомендовані методи дослідження наведені в літературі [1, 2], які забезпечують виконання курсової роботи.

Курсова робота виконується студентами на основі глибокого вивчення навчальної і наукової літератури (підручників, посібників, монографій, наукових статей, методичних розробок, тощо) та за результатами їхньої самостійної експериментальної та дослідної роботи.

Курсова робота має містити:

- Вступ з обґрунтуванням теми та завдання курсової роботи;
- Огляд спеціальної та наукової літератури з аналізом стану, перспектив, проблемі напрямів, що вирішуються в роботі;

- Теоретичну частину з методиками і розрахунками вмісту елементів у сполуці (характеристика досліджуваної речовини або об'єктів навколишнього середовища та методів їх аналізу);
  - Аналіз, вибір методик і обґрунтування доцільності використання даних методик;
  - Результати дослідження та розрахунки з використанням власних результатів дослідження (результати якісного і кількісного аналізу, виведення молекулярної формули сполуки на основі результатів аналізу);
  - Висновки;
  - Додатки (за необхідністю);
  - Список використаної (цитованої) літератури.
- Інформаційний матеріал має містити:
- Цифрові результати власних досліджень (результатів гравіметрії, титриметрії) у вигляді таблиць, рисунків;
  - Результати математичних розрахунків вмісту компонентів.
  - У додатках приводиться:
  - Фотознімки, схеми, рисунки, графіки;
  - Програми математичних розрахунків.

## **2.5 Організація і керівництво виконанням спецпрактикуму**

Організація і контроль за виконанням курсової роботи покладається на завідувача кафедрою аналітичної і біонеорганічної хімії та якості води. Безпосереднє керівництво роботою студента здійснюється керівником - викладачем кафедри, на якій проводиться практикум.

### **Керівник спецпрактикуму:**

- Видає студенту завдання на виконання курсової роботи, складене ним і затверджене завідувачем кафедри, із зазначеним терміном закінчення роботи;
- Надає студенту допомогу у розробці календарного графіка на період виконання курсової роботи із зазначеним терміном закінчення;
- Може рекомендувати студенту наукову, навчальну та методичну літературу, довідкові матеріали, типові звіти із спецпрактикуму з аналітичної хімії, інші джерела;
- Надає студенту систематичні консультації;
- Контролює виконання курсової роботи.

Курсову роботу студенти виконують в лабораторіях кафедри аналітичної і біонеорганічної хімії та якості води (з використанням бібліотечного фонду кафедри, бібліотеки НУБіП України і ЦНБ тощо).

Завершена курсова робота підписується студентом і подається керівнику. Після аналізу і схвалення курсової роботи керівник вирішує питання про допуск студента до захисту курсової роботи.

У випадку, коли керівник не вважає можливим допустити студента до захисту курсової роботи, це питання розглядається на засіданні кафедри. До захисту курсових робіт допускаються студенти, які виконали всі вимоги навчального плану.

## **Захист курсових робіт**

Захист курсової роботи є формою перевірки рівня знань студента з дисципліни "Аналітична хімія", відповідно до вимог вищої школи. Захист курсової роботи проводиться за участю викладачів кафедри - керівників роботи і завідувача кафедрою. Результати захисту курсової роботи визначаються оцінками "відмінно", "добре", "задовільно" з нарахуванням відповідної кількості балів за модульно-рейтинговою системою, "незадовільно".

Для студента, який при захисті курсової роботи отримав незадовільну оцінку призначається термін повторного захисту.

## **Оформлення курсової роботи**

Текстовий документ (пояснювальна записка) курсової роботи має таку структуру: титульний аркуш, зміст, літературний огляд, основна частина, додатки (якщо вони є), список використаної літератури.

### ***Титульний аркуш***

Титульний аркуш є першим аркушем курсової роботи. Оформлюють його згідно зразка, наведеного в **Додатку 1** на аркуші формату А4. Титульний аркуш містить: назву міністерства, до сфери управління якого належить навчальний заклад (Міністерство освіти і науки України), назву навчального закладу (Національний університет біоресурсів і природокористування України), назву факультету (захисту рослин, біотехнологій та екології), шифр і назву спеціальності або напрямку підготовки (101 - Екологія), тему курсової роботи, прізвище і підпис виконавця роботи, рік виконання курсової роботи.

### ***Зміст***

До змісту включають: вступ, послідовно перелічені назви всіх розділів, підрозділів, пунктів і підпунктів (якщо вони мають заголовки) звіту, висновки, назви додатків, список використаної (цитованої) літератури і нумерацію сторінок, на яких вони розташовані.

### ***Основна частина***

У вступній частині слід коротко викласти оцінку сучасного стану прикладного значення аналітичної хімії, новизну і актуальність роботи, обґрунтувати мету курсової роботи. Вступ розташовують на окремій сторінці. Зміст курсової роботи викладають, поділяючи матеріал на розділи:

- Короткий огляд літератури про основні методи і прийоми аналізу невідомої речовини (або пробу розчину, який аналізують), що включають етапи її розчинення, якісні і кількісні дослідження, оцінку точності вимірювань та розрахунків складу сполук;
- Характеристика досліджуваної речовини та методів її переведення у розчин;
- Результати якісного аналізу;
- Обґрунтування та вибір методів і методик кількісного аналізу об'єкту дослідження (вмісту компонентів);
- Результати кількісного аналізу;
- Розрахункова частина: виведення молекулярної формули сполуки на основі результатів аналізу (приклад наведений в додатку 2 і А);

– Висновки.

Кожен пункт і підпункт повинен містити закінчену інформацію. У висновках підводиться підсумок виконаної роботи. В ньому наводяться одержані результати роботи та рекомендації щодо використання результатів.

**Додатки**

Додатками можуть бути: таблиці, що доповнюють основний матеріал, формули і розрахунки, опис апаратури і приладів, що використовувались під час вимірів та випробовувань, опис комп'ютерних програм, що використовувались в роботі.

**Список використаної літератури**

До списку літератури включають всі використані джерела: підручники, навчальні і методичні посібники, довідники, монографії, періодичні видання, наукові праці, тощо. Їх нумерують наскрізно арабськими цифрами в тому порядку, в якому вони згадуються в тексті. Приклад оформлення посилань:

**Приклад оформлення списку літератури:**

1. Аналитическая химия кобальта / И.В. Пятницкий. – М.: Наука, 1965. – 243 с.
2. Посібник до виконання спецпрактикуму з аналітичної хімії / Л. В. Войтенко, В. А. Копілевич., В. Є. Косматий [та ін.]. - Київ : НАУ. – 2003. – 92 с.
3. Войтенко Л. В., Копілевич В. А. Особливості визначення фторидів у питній воді з використанням фторселективного електроду // Аграрна наука і освіта. – 2005. – Т. 6, №32. – С. 34-41.

**Загальні вимоги до оформлення текстових документів курсової роботи**

Пояснювальна записка курсової роботи оформляється згідно до вимог (державний стандарт ДСТУ 3008:2015 Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання) і виконується на одному боці аркушу паперу формату А4 (297 x 210 мм) українською мовою одним із наведених нижче способів:

- Комп'ютерним (Times New Roman 14), інтервал 1,5 поля: ліве – 20 мм, праве, верхнє, нижнє – 10 мм;
- Рукописним: цифри і літери писати чітко (висота літер і цифр не менше 2,5 мм).

**3. ОЦІНЮВАННЯ ВИКОНАННЯ СПЕЦЗАВДАННЯ ЗА МОДУЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЮ СИСТЕМОЮ**

№ модулю	Зміст модулю	Рейтингова оцінка, бали	Кількість годин
1	Визначення якісного складу об'єкту дослідження	10	4
	Вибір методів та методик кількісного аналізу об'єкту дослідження і виконання кількісного аналізу	20	20
	Проведення розрахунків та визначення молекулярної формули речовини. Оцінка точності аналітичних визначень	20	4
	Оформлення звіту в формі курсової роботи	20	8



	ВСЬОГО:	70	36
	Оцінка якості курсової роботи	30	
	Разом:	100	

Згідно до “Положення про модульно-рейтингову систему навчання студентів та оцінювання їх знань”, рейтинг з дисципліни  $R_{\text{дис}}$  визначається в балах відповідно до загальної кількості годин. Для допуску до іспиту або заліку студенту необхідно набрати мінімальну кількість балів для засвоєння матеріалу, що складає 60% від сумарної рейтингової оцінки змістових модулів -  $R_{\text{ОМ}}$ . Шкала оцінки визначається наступним чином:

Оцінка національна	Визначення	Рейтинг, бали
<b>Зараховано</b>	<b>Відмінно</b> - відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90-100
	<b>Дуже добре</b> - вище середнього рівня з кількома помилками	82-89
	<b>Добре</b> - в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	74-81
	<b>Задовільно</b> - непогано, але зі значною кількістю недоліків	64-73
	<b>Достатньо</b> - виконання задовольняє мінімальні критерії	60-63
<b>Не зараховано</b>	<b>Незадовільно</b> з можливістю повторного складання	35-59
	<b>Незадовільно</b> з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	01-34

#### 4. ЗМІСТ ЗАВДАННЯ СПЕЦПРАКТИКУМУ

##### ХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ РЕЧОВИН

##### 4.1 Якісні визначення

Якісний аналіз об'єкту дослідження складається з ряду операцій:

- Попередні дослідження;
- Відкриття катіонів;
- Відкриття аніонів.

Об'єкт аналізу може бути:

- Твердою речовиною (солі, розчинні чи нерозчинні у воді, гідроксиди, оксиди, метали у вільному стані);
- Розчином (солі, луги, кислоти, вода).

Об'єкт аналізу можна віднести до однієї з двох категорій:

- Розчинні у воді речовини;
- Нерозчинні у воді речовини.

До першої категорії речовин відносяться (в межах тих об'єктів аналізу, що вивчаються студентами згідно навчального плану): всі солі амонію і лужних металів, більшість солей галогеноводневих, азотної, азотистої та оцтової кислот, а також деякі сульфати та сульфіти (див. Додаток 2 - Таблицю розчинності солей та основ у воді).

Друга категорія речовин включає метали у вільному стані, оксиди, гідроксиди металів та карбонати, фосфати, силікати, борати, молібдати ряду металів (за виключенням лужних) і деякі інші солі.

Нерозчинні у воді речовини можуть бути двох типів: 1) власне нерозчинні, 2) сполуки, що при розчиненні гідролізують з утворенням осадів гідроксидів чи основних солей. Перший тип нерозчинних у воді речовин характеризується тим, що при обробці водою вони не змінюють зовнішній вигляд і при відстоюванні порівняно легко осідають на дно пробірки. Особливістю другого типу речовин є те, що при обробці водою утворюються аморфні осади (особливо при нагріванні), які осідають на дно пробірки довгий час.

Переважає більшість нерозчинних у воді сполук переходить у розчин при їх обробці (на холоді чи при нагріванні) розведеними чи концентрованими мінеральними кислотами. При цьому в розведених  $\text{HCl}$  і  $\text{HNO}_3$  легко розчиняється більшість оксидів і гідроксидів металів та майже всі солі слабких кислот. Концентровані  $\text{HNO}_3$  чи  $\text{H}_2\text{SO}_4$  розчиняють більшість металів. Продукти реакції залежать від активності металу.

Ряд речовин із категорії нерозчинних у воді переходять у розчин також під дією лугів чи розчину аміаку ( $\text{ZnO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZnCO}_3$ ,  $\text{AlPO}_4$ ,  $\text{Ag}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  та інші) за рахунок їх амфотерних властивостей або утворення координаційних сполук.

Хід аналізу речовини, розчинної чи нерозчинної у воді, різний, а тому перед початком дослідження необхідно спочатку встановити, до якої категорії відноситься об'єкт аналізу.

Якісний аналіз досліджуваної речовини (об'єкт аналізу) виконується у дві стадії. Спочатку проводять попередні дослідження, які часто дозволяють правильно визначити напрямок подальшої роботи, а потім переходять до систематичного аналізу катіонів і аніонів.

#### 4.2 Кількісні визначення

Виконавши якісні дослідження, можна встановити наявність катіону та аніону в об'єкті аналізу. Проте однозначно встановити формулу речовини в ряді випадків не можливо. Наприклад, в об'єкті аналізу виявлені катіон  $\text{Cu}^{2+}$  та аніон  $\text{CO}_3^{2-}$ . Аналіз довідкових даних свідчить, що такому якісному складу може відповідати дві речовини:  $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$  (лазурит) та  $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$  (малахіт). Розрізнити ці речовини можна за забарвленням – перша синього, а друга – зеленого кольору. Проте для аналізу може бути видана суміш цих двох речовин. Очевидно, тільки результати кількісного аналізу можуть однозначно встановити склад об'єкту аналізу. Схожа ситуація виникає, коли аналізують гігроскопічні чи хімічно нестійкі сполуки. Наприклад, оксиди та гідроксиди металів, особливо лужноземельних та магнію; вони при тривалому зберіганні реагують з атмосферним вуглекислим газом і практично завжди містять домішку карбонату.

Отже, виконавши якісний аналіз об'єкту аналізу, необхідно проаналізувати дані літератури стосовно складу, зовнішнього вигляду, розчинності, величин температур зневоднення, плавлення, кипіння сполук, що

містять виявлені катіони та аніони. Ця інформація потрібна для подальшого вибору методів та методик кількісного аналізу об'єкту дослідження.

#### 4.3 Визначання молекулярної формули сполуки

Завершальним етапом курсової роботи є розрахунок молекулярної формули сполуки, аналіз якої виконано.

Як правило, розрахована формула не співпадає точно з тією, що наведено у довіднику чи таблицях даного посібника, де описано об'єкти аналізу. Найчастіше відхилення у ту чи іншу сторону спостерігається стосовно кількості молів кристалізаційної води. Наприклад, у довіднику описано індивідуальну сполуку складу  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ . Проте розрахунок молекулярної формули дає наступний склад об'єкту аналізу:  $ZnSO_4 \cdot 6,5H_2O$ . Зменшення кількості молів кристалізаційної води у такому випадку пояснюється тим, що молекули води в кристалогідратах, як правило, мають різну енергію зв'язку з центральним атомом метала-комплексоутворювача. Частина молекул води утримується більш сильними координаційними зв'язками, а частина знаходиться у зовнішній сфері та зв'язана більш слабо. Така зовнішньосферна вода при тривалому зберіганні реактиву може звітруватися, тому й формула сполуки не відповідає точно теоретичному складу.

Подекуди, навпаки, кількість молів води у кристалогідраті перевищує ту, що вказано у довіднику. Наприклад, теоретичний склад сполуки, що містить, за результатами якісного і кількісного аналізу, йони  $Fe^{2+}$ ,  $NO_3^-$  та молекули кристалізаційної води, повинен відповідати молекулярній формулі  $Fe(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ . Проте розрахунки дають такий результат:  $Fe(NO_3)_2 \cdot 7,1H_2O$ . В цьому випадку поява додаткової кількості молів води пояснюється гігроскопічними властивостями солі. Нітрати більшості металів, як правило, схильні до поглинання вологи навіть із повітря, при цьому сама сіль може навіть переходити у рідкий стан.

Також можливі випадки, коли сполуки, запропоновані для аналізу, поглинають із повітря не тільки воду, а й реагують при тривалому зберіганні з вуглекислим газом. Як правило, це оксиди активних металів – кальцію, магнію, частково цинку. Встановити цей факт можливо по тому, що при виведенні молекулярної формули кількість моль оксиду металу значно перевищує кількість моль  $CO_2$  та води. Тоді слід зробити висновок, що об'єкт аналізу являє собою не чисту речовину, а суміш оксиду, карбонату та гідроксиду металу.

### 5. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Копілевич В.А., Прокопчук Н.М., Ущипівська Т.І., Войтенко Л.В. Аналітична хімія для напряму підготовки «Екологія» і «Біотехнологія». Навчальний посібник. – К.: ДДП «Експо-Друк», 2015. – 413 с.
2. Аналітична хімія. Теоретичні відомості та лабораторний практикум : навчальний посібник для студентів спеціальності 101 «Екологія» / В.А. Копілевич, Н.М. Прокопчук, Л.В. Войтенко, Л.М. Абарбарчук – К.: ДДП «Експо-Друк», 2017. – 300 с.

3. Аналітична хімія. Навчальний посібник для студентів спеціальності 101 «Екологія» / В.А. Копілевич, Н.М. Прокопчук, Т.І. Ущипівська, Л.В. Войтенко, Л.М. Абарбарчук, Д.А. Савченко. – К.: ДДП «Експо-Друк», 2022. – 260 с.
4. Копілевич В.А., Косматий В.Є., Войтенко Л.В. та ін. Аналітична хімія для аграрних спеціальностей (хімічний аналіз). Посібник. – К.: НАУ, 2002, 2003, 2004, 2008. – 295 с.
5. Краткий справочник по химии /И.Т. Гороновский, Ю.П. Назаренко, Е.Ф. Некряч. – К.: Наукова думка, 1987. - 829 с.
6. Аналітична хімія /Ф.Г. Жаровський, А.Т. Пилипенко, І.В. П'ятницький – 2-ге вид. – К.: Вища шк., 1982. – 544 с.
7. Васильев В.П. Аналитическая химия. В 2 ч. – Ч. 1. – Гравиметрический и титриметрический методы анализа. – М.: Высш. шк., 1989. – 320 с.
8. Руководство по методам исследования качества вод. В 2-х тт.: Т. 1. Гидрохимия. Радиология. – К.: УНИИВЭП, 1995. - 202 с.
9. Комарова Н.В., Каменцев Я.С. Практическое руководство по использованию систем капиллярного электрофореза «Капель». – СПб: ООО «Веда», 2006. – 212 с.
10. Шварценбах Л. Комплексометрия. - М.: Госхимизат, 1958 -312с.
11. Пршибил Р. Комплексоны в химическом анализе.- М.: Изд. Иностран. литературы, 1960. - 580 с.
12. Цитович И. К. Курс аналитической химии. – М.: Высш. шк., 1972. - 464 с.
13. Крешков А. П. Основа аналитической химии. В 3 т.т.: Т.2. – М.: Химия, 1970. - 456 с.; Т.3. - 1971. - 471 с.
14. Аналитическая химия марганца/А.К. Лаврухина, Л.В. Юкина - М.: Наука, 1974. – 219 с.
15. Шапиро М. А., Шапиро С. А. Аналитическая химия. М.: Высш. шк., 1963. - 339 с.
16. Бабко А.К., Пятницький І.В. Количественный анализ. - М.: Высш. шк., 1968. – 596 с.
17. Аналитическая химия никеля /В. М. Пешкова, В. М. Савостина. – М.: Наука, 1966. - 203 с.
18. Аналитическая химия кобальта /И.В. Пятницький. М.: Наука, 1965. - 243 с.
19. Кольтгоф И.М., Сендэл Е.Б.. Количественный анализ. – М.: Госхимиздат, 1948. - С. 726-727.
20. Аналитическая химия цинка /В.П. Живописцев, Е. А. Селезнёва. - М.: Наука, 1975. – 197 с.
21. Шарло В. Количественный анализ .- М.: Химия, 1965. - 543 с.
22. Посыпайко В.И., Козырева Н.А., Логачева Ю.П. Химические методы анализа . - М.: Высш. шк., 1989. – 448 с.
23. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды. Справочные материалы// Т.В.Гусева, Я.П.Молчанова, Е.А.Заика, В.Н.Виниченко, Е.М.Аверочкин. - Эколайн, 2000. – 342 с.
24. Гидрохимия (учебник для вузов). Изд. 2-е, перераб. и доп. – Санкт-Петербург: Гидрометеиздат, 2001. - 447 с.

25. DIN 19643-1, Ausgabe : 1997-04, Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser – Teil 1: Allgemeine Anforderungen. Beuth, Berlin. (<http://www.umweltdaten.de/daten/gesundheit/kleinbadeteiche-UBA-mpfehlung.pdf>)

## **6. ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОНАННІ ПРАКТИКУМУ**

1. Перед початком роботи в лабораторії слід визначити ціль дослідження, намітити план її реалізації. Теоретична підготовка до лабораторного хімічного експерименту – це частина самостійної домашньої роботи студента. Крім питань з теорії в конспекті повинні будуть записані методики проведення дослідів.

2. Робоче місце тримати в чистоті і порядку, строго виконувати правила техніки безпеки. На столі не тримати зайвих речей.

3. Працювати в хімічній лабораторії в захисному халаті.

4. Раціонально організовувати роботу. Під час операцій кип'ятіння, упарювання, прокалювання і ін., не витратити даремно час, виконувати іншу підготовчу роботу, вести записи.

5. Процеси нагрівання вести акуратно, не направляти пробірку на себе і товаришів.

6. Не нахилитись обличчям над рідиною, що нагрівається і речовинами, які сплавляються, щоб запобігти потрапляння бризок на обличчя.

7. Під час роботи з центрифугою виконувати правила:

а) гнізда центрифуги загрузити пробірками рівномірно, слідкувати, щоб центрифуга була врівноважена, користуватись тільки спеціальними центрифужними пробірками;

б) включати прилад тільки при закритій кришці;

в) відкривати кришку тільки після повної зупинки центрифуги;

г) при одночасовому центрифугуванні декількох пробірок гнізда приладу повинні бути пронумеровані;

д) не користуватись несправною центрифугою.

8. Реактиви, газ, дистильовану воду, електроенергію використовувати економно.

9. Всі досліди з отруєними, неприємно пахучими і концентрованими речовинами проводити під витяжною шафою.

10. Досліди з легкозаймистими речовинами проводити далі від вогню.

11. Дія визначення запаху розчину направляти повітря до себе рухом руки. Сильні отрути нюхати не можна.

12. Під час користування реактивами дотримуватись правил:

а) склянки загального користування тримати закритими і відкривати під час користування;

б) не виймати склянки з реактивами із штативу, виконувати реакції шляхом піднесення пробірок до необхідних склянок ;

в) загальний об'єм розчину в пробірці не повинен перевищувати  $1/3$  її об'єму, сухі солі набирають шпателем або сухою пробіркою в кількості, яка закриває лише дно пробірки ;

г) невикористані реактиви не висипати і не вилити в ті ж склянки, з яких вони взяті ;

д) залишки розчинів, що містять срібло, ртуть, свинець, бром, йод виливають в спеціальні зливні склянки під витяжною шафою;

е) працювати з лугами (подрібнення, приготування сумішей і ін.) потрібно обережно, захищаючи очі захисними окулярами.

13. При опіках полум'ям, кислотами, лугами, отруєнні, потраплянні в очі агресивних речовин негайно звернутись до викладача або лаборанта.

Уражене кислотою місце промити великою кількістю водопровідної води а потім спиртовим розчином таніну або 5% розчином гідрокарбонату натрію. Уражене місце концентрованими лугами спочатку змивають великою кількістю води, розчином таніна або 3% розчином перманганату калія або 1-2% розчином оцтової кислоти.

При потраплянні бризок кислоти або лугу в очі негайно промити уражене око великою кількістю води кімнатної температури, залишки кислоти можна нейтралізувати 3% розчином гідрокарбоната натрія, а лугу –2% розчином борної кислоти, після чого звернутись до лікаря.

На місце уражене термічним опіком накласти пов'язку спиртового розчину таніна, або 3% розчином перманганату калію, а потім пов'язку з маззю від опіків.

14. Без дозволу викладача не проводити не заплановані досліди.

15. Розбавлення концентрованих кислот проводять доливанням кислоти у воду, а не навпаки.

16. В хімічній лабораторії заборонено їсти і визначати хімічні речовини на смак.

17. Виконання роботи фіксується в спеціальному зошиті лабораторному журналі, не допускається записи в інших зошитах і чорновиках. Записи в журналі містять теоретичне обґрунтування експерименту, умови проведення дослідів, рівняння реакцій, результати спостережень.

18. Після закінчення роботи привести в порядок своє робоче місце, відключити обладнання, газ, світло, воду.