


**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 162 Біотехнології та біоінженерія

 О.Л. Кляченко

**РОБОЧА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ**  
**«СПЕЦПРАКТИКУМ З ХІМІЧНОГО АНАЛІЗУ»**

галузь знань : 16 «Хімічна та біотехнологія»

освітня програма: Біотехнології та біоінженерія

спеціальність: 162 «Біотехнології та біоінженерія »

Факультет: Захисту рослин, біотехнологій та екології

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

КИЇВ – 2022

## ВСТУП

Біотехнологи є одними із найбільш затребуваних фахівців на ринку праці України. При цьому перелік посад, які може займати біотехнолог, досить широкий: це і співробітник лабораторії контролю якості об'єктів довкілля, і мікробіологічної лабораторії, лабораторії біохімічного аналізу медичних закладів, експертно-криміналістичних лабораторій, станцій водопідготовки та очищення стічних вод, екологічного контролю стану навколишнього середовища. Всі області виробничої діяльності вимагають глибоких теоретичних знань та практичних навичок виконання аналітичних досліджень широкого спектру об'єктів природного чи штучного походження. Тому навчальна дисципліна «Аналітична хімія» є обов'язковим компонентом фундаментальної підготовки студентів зі спеціальності біотехнологія і біоінженерія.

Теоретичні знання та практичні навички, набуті в процесі освоєння аналітичної хімії, необхідно вміти застосовувати при виконанні конкретних виробничих задач. При цьому виникає необхідність складання програми дослідження, вибору методу та методик якісного та кількісного аналізу – тобто багатопараметричного елементного аналізу об'єкту довкілля чи його моделі.

Тому задача спецпрактикуму – сформулювати у студентів уявлення про методи характеристизації хімічного складу природних чи штучних об'єктів з врахуванням оцінки екологічної ситуації, дати практичні навички роботи з використанням сучасного обладнання для аналізу, забезпечити застосування одержаних знань для дослідження у межах реальної виробничої ситуації. Студенти повинні будуть самостійно вивчити рекомендовану наукову літературу, провести експериментальні дослідження, проаналізувати одержані результати з точки зору відповідності встановленим нормативним вимогам до екологічних параметрів довкілля, при перевищенні встановлених нормативів запропонувати методи очищення стічних вод та оцінити їхню ефективність.

Як підсумок студенти складають звіт відповідно до вимог ДСТУ 3008-95 Документація. Звіти в області науки і техніки і захищають його. Форма контролю знань – залік.

### **1. МЕТА Й ЗАВДАННЯ ПРАКТИКУМУ**

Завершальним етапом вивчення курсу аналітичної хімії є виконання спецпрактикуму.

Зв'язок між теоретичним матеріалом і безпосередньою роботою в лабораторії підвищує ефективність засвоєння курсу аналітичної хімії і сприяє формуванню навиків виконання аналітичних досліджень. До виконання спецпрактикуму допускаються студенти, які виконали всі вимоги навчального плану.

Основними завданнями спецпрактикуму є:

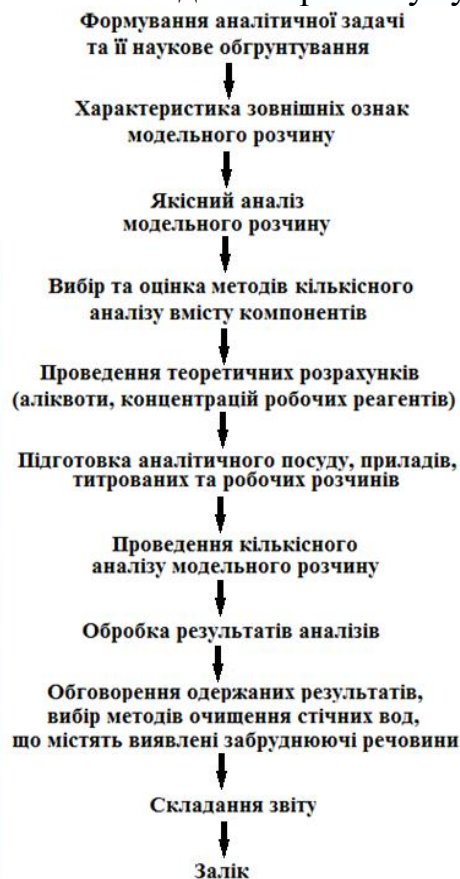
1. Закріплення та поглиблення теоретичних знань, набуття навичок самостійної роботи з літературою, вибір методів і методик аналізу;
2. Використання набутих умінь при якісному і кількісному аналізі об'єктів дослідження;
3. Розвиток навичок студента до наукового аналізу отриманих результатів експериментів;
4. Підготовка висновків і обґрунтування пропозицій і рекомендацій виробничого характеру.

Звіт із виконання спецпрактикуму складається із вступу, огляду літератури, експериментальної частини, аналізу отриманих результатів та їх обговорення, висновків. Обсяг його не повинен перевищувати 10-15 сторінок друкованого тексту формату А4 (без урахування додатків). В звіті не повинно бути переписаних з підручника положень і формулювань, а допускається лише посилання на них. Витрати навчального часу студента на виконання спецпрактикуму визначаються робочим навчальним планом. За достовірність експериментальних даних і розрахункової частини відповідає студент - автор звіту з виконання спецпрактикуму.

#### **Алгоритм виконання**

Спецпрактикум є одним з перших етапів самостійної науково-дослідницької роботи студента, основою для виконання курсових робіт із професійних дисциплін, дипломної роботи бакалавра.

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



## 2. ЗМІСТ ТА СТРУКТУРА ЗВІТУ

Звіт з виконання спецпрактикуму повинен містити опис наступних пунктів:

1. Вступ (загальна характеристика екологічної проблеми стічних вод);
2. Мета роботи: провести якісні та кількісні модельного розчину, наближеного до складу до стічних вод чи технологічних розчинів; визначити різновид виробничого процесу чи побутового походження, який продукує стоки чи технологічні розчини складу, наближеного до того, який аналізують; визначити ефективність процесу біологічного очищення стоків від виявлених забрудників та можливість скиду стоків у поверхневі водойми;
3. Результати якісного аналізу модельного розчину.
4. Результати кількісного визначення вмісту виявлених йонів :
  - Характеристика відомих аналітичних методів, їх переваги та недоліки;
  - Результати аналітичного визначення;
  - Розрахунок вмісту компонентів суміші.
5. Хіміко-аналітична характеристика об'єкту аналізу – наявні йони, їх токсичність, лімітуючі ознаки токсичності, клас небезпеки;
6. Придатність біологічного методу очищення для видалення виявлених йонів;
7. Заключение;
8. Список використаних джерел літератури.

Інформаційний матеріал має містити:

1. Результати власних досліджень у вигляді таблиць, рисунків;
2. Результати математичної обробки.

## 3. ОРГАНІЗАЦІЯ І КЕРІВНИЦТВО ВИКОНАННЯМ СПЕЦПРАКТИКУМУ

Організація і контроль за виконанням спецпрактикуму покладається на завідувача кафедрою аналітичної і біонеорганічної хімії та якості води. Безпосереднє керівництво роботою студента здійснюється керівником - викладачем кафедри, який проводить практикум.

Керівник спецпрактикуму:

- Видає студенту завдання на виконання спецпрактикуму, складене ним, із зазначеним терміном закінчення роботи;
- Надає студенту допомогу в розробці плану виконання завдання;
- Рекомендує студентові наукову, навчальну та методичну літературу, інтернет-джерела;
- Надає студентові систематичні консультації;
- Перевіряє звіт та приймає залік із виконання спецпрактикуму.

Спецпрактикум студенти виконують в лабораторіях кафедри аналітичної і біонеорганічної хімії та якості води (з використанням бібліотечного фонду кафедри, бібліотеки НУБіП України і ЦНБ, інтернет-джерел).

Завершений звіт подається керівникові спецпрактикуму для перевірки у встановлений термін. До заліку допускаються студенти, які виконали програми спецпрактикуму.

#### 4. ОЦІНЮВАННЯ ВИКОНАННЯ СПЕЦПРАКТИКУМУ ЗА МОДУЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЮ СИСТЕМОЮ

№ модулю	Зміст модулю	Рейтингова оцінка, бали	Кількість годин
1	Визначення якісного складу об'єкту дослідження	10	18
	Вибір методів та методик кількісного аналізу об'єкту дослідження. Проведення аналітичних досліджень	20	24
	Проведення розрахунків. Аналіз одержаних результатів. Розробка рекомендацій щодо методів видалення виявлених хімічних забруднювачів із стічних та технологічних вод.	20	18
	Оформлення звіту про проходження спецпрактикуму	10	12
	<b>ВСЬОГО:</b>	<b>70</b>	<b>72</b>
2	Залік	30	
	<b>Разом:</b>	<b>100</b>	

Відповідно до «Положення про забезпечення якості освітньої діяльності та якості вищої освіти у Національному університеті біоресурсів і природокористування України», введеного в НУБіП України з 1 вересня 2016 р. (наказ № 884 від 20.09.2016 р.), 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 -  $R_{\text{ом}}$  (42 бали). Шкала оцінки визначається наступним чином:

Оцінка національна	Визначення ECTS	Рейтинг із спецпрактикуму $U$ , бали	Рейтинг, бали
<b>Зараховано</b>	<b>Відмінно</b> - відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	(0,90-1,00) $R_{\text{дис}}$	90-100
	<b>Дуже добре</b> - вище середнього рівня з кількома помилками	(0,82-0,89) $R_{\text{дис}}$	82-89
	<b>Добре</b> - в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	(0,74-0,81) $R_{\text{дис}}$	74-81

	<b>Задовільно</b> - непогано, але зі значною кількістю недоліків	(0,64-0,73) $R_{\text{дис}}$	64-73
	<b>Достатньо</b> - виконання задовольняє мінімальні критерії	(0,60-0,63) $R_{\text{дис}}$	60-63
<b>Не зараховані</b>	<b>Незадовільно</b> - потрібно працювати перед тим, як отримати позитивну оцінку	(0,35-0,59) $R_{\text{дис}}$	35-59
	<b>Незадовільно</b> - необхідна серйозна подальша робота	(0,01-0,34) $R_{\text{дис}}$	1-34

#### 4. ОРГАНІЗАЦІЯ ВИКОНАННЯ

##### 4.1. Загальні положення

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: модельні розчини, наближені до складу до стічних вод різних виробництв та призначених для наступного біотехнологічного очищення.

Після закінчення лабораторних досліджень студенти оформлюють звіт про її виконання.

Організація і контроль за виконанням спецпрактикуму 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, складене ним і затверджене завідувачем кафедри, із зазначеним терміном закінчення роботи;
- Надає студенту допомогу у розробці календарного графіка на період виконання спецпрактикуму 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 спецпрактикуму.

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

Завершений звіт із виконання спецпрактикуму підписується студентом і подається на перевірку керівникові. Після аналізу і схвалення звіту керівник вирішує питання про допуск студента до захисту звіту.

У випадку, коли керівник не вважає можливим допустити студента до захисту звіту з виконання спецпрактикуму, це питання розглядається на засіданні кафедри. До захисту звітів допускаються студенти, які виконали всі вимоги навчального плану.

#### 4.2 Актуальність дослідження

Актуальність досліджень аналітичного характеру, які пропонуються до вивчення протягом виконання спецпрактикуму, пов'язані з однією із найгостріших екологічних проблем, які стоять перед людством в цілому – очищення стічних побутових та промислових вод. Забруднення гідросфери відбувається все більш інтенсивно, причому збільшується перелік та токсичність поллютантів.

Існують методи очищення води, які дозволяють видалити із практично будь-які забрудники. Проблема полягає у тому, що вартість очисних споруд часто більша за вартість самого виробництва.

В цілому, оцінюючи рівень очищення стічних вод на прикладі країн Європи (рис. 1), слід відмітити, що у найбільш розвинутих регіонах частка стоків, які проходять повний трьохступеневий цикл очищення з видаленням органічних, біологічних, неорганічних (фосфат- та азотовмісних) забруднювачів, наближається до 100 % .

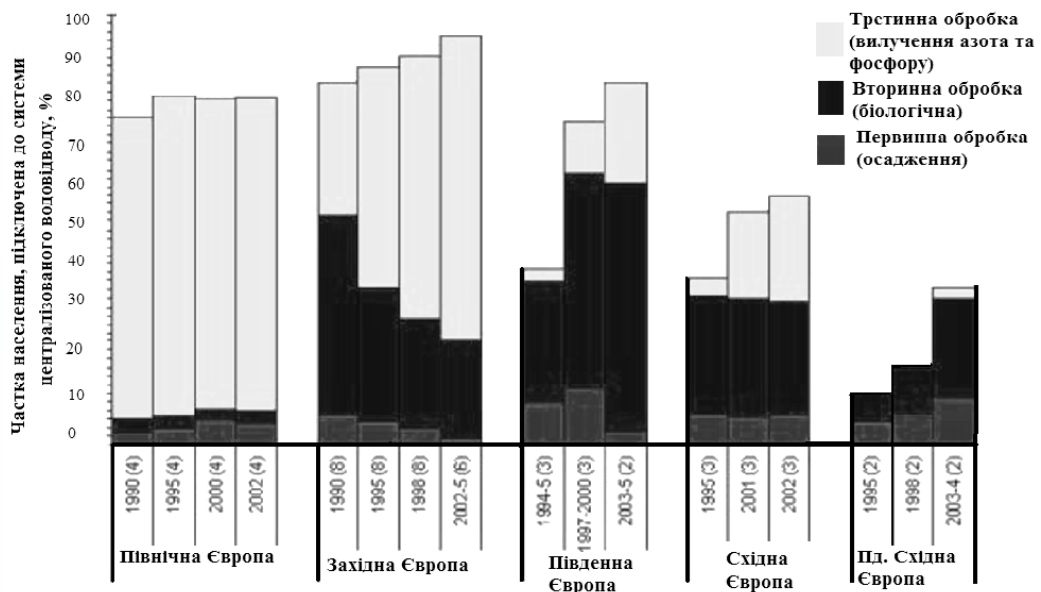


Рисунок 1 – Динаміка та структура технології обробки побутових стічних вод в країнах Європи

#### 4.3 Зміст завдання

**Об'єктами виконання спецпрактикуму** з хімічного аналізу являються модельні розчини, що містять типові неорганічні забруднювачі, характерні для стічних вод побутово-господарчого та промислового походження.

Модельні розчини містять у різному поєднанні наступні катіони та аніони:

	Катіони		Аніони
1	Гідроксоній $\text{H}_3\text{O}^+$ ( $\text{H}^+$ );	1	Сульфати $\text{SO}_4^{2-}$
2	Амоній $\text{NH}_4^+$	2	Фосфати $\text{PO}_4^{3-}$
3	Натрій $\text{Na}^+$	3	Гідрокарбонати $\text{HCO}_3^-$
4	Залізо $\text{Fe}^{3+}$ або $\text{Fe}^{2+}$ ;	4	Хлориди $\text{Cl}^-$
5	Кальцій $\text{Ca}^{2+}$	5	Нітрати $\text{NO}_3^-$
6	Магній $\text{Mg}^{2+}$		
7	Мідь $\text{Cu}^{2+}$		
8	Кобальт $\text{Co}^{2+}$		
9	Нікель $\text{Ni}^{2+}$		
10	Цинк $\text{Zn}^{2+}$		

Слід мати на увазі, що одночасна присутність всіх перелічених йонів у значних кількостях розчині неможлива із міркувань розчинності. Так, не можуть у значних кількостях одночасно перебувати:

- Йони  $\text{Fe}^{3+}$  та  $\text{PO}_4^{3-}$ ; (ДР ( $\text{FePO}_4$ )= $1,3 \cdot 10^{-22}$ );
- Йони  $\text{Fe}^{2+}$  та  $\text{HCO}_3^-$  (ДР ( $\text{FeCO}_3$ )= $3,5 \cdot 10^{-11}$ );
- Йони  $\text{Ca}^{2+}$  та  $\text{PO}_4^{3-}$  (ДР ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ )= $2,0 \cdot 10^{-29}$ );
- Йони  $\text{Ca}^{2+}$  та  $\text{HCO}_3^-$  (ДР ( $\text{CaCO}_3$ )= $3,8 \cdot 10^{-9}$ );
- Йони  $\text{Ca}^{2+}$  та  $\text{SO}_4^{2-}$  (ДР ( $\text{CaSO}_4$ )= $7,1 \cdot 10^{-5}$ );
- Йони  $\text{Cu}^{2+}$  та  $\text{PO}_4^{3-}$ ; (ДР ( $\text{Cu}_3(\text{PO}_4)_2$ )= $1,4 \cdot 10^{-39}$ );
- Йони  $\text{Cu}^{2+}$  та  $\text{HCO}_3^-$  (ДР ( $\text{CuCO}_3$ )= $1,4 \cdot 10^{-10}$ );
- Йони  $\text{Co}^{2+}$  та  $\text{PO}_4^{3-}$ ; (ДР ( $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2$ )= $2,1 \cdot 10^{-35}$ );
- Йони  $\text{Co}^{2+}$  та  $\text{HCO}_3^-$  (ДР ( $\text{CoCO}_3$ )= $1,3 \cdot 10^{-13}$ );
- Йони  $\text{Ni}^{2+}$  та  $\text{PO}_4^{3-}$ ; (ДР ( $\text{Ni}_3(\text{PO}_4)_2$ )= $4,7 \cdot 10^{-32}$ );
- Йони  $\text{Ni}^{2+}$  та  $\text{HCO}_3^-$  (ДР ( $\text{NiCO}_3$ )= $1,4 \cdot 10^{-7}$ );
- Йони  $\text{Zn}^{2+}$  та  $\text{PO}_4^{3-}$ ; (ДР ( $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$ )= $9,1 \cdot 10^{-33}$ );
- Йони  $\text{Zn}^{2+}$  та  $\text{HCO}_3^-$  (ДР ( $\text{ZnCO}_3$ )= $1,5 \cdot 10^{-11}$ );
- Йони  $\text{Mg}^{2+}$  та  $\text{PO}_4^{3-}$ ; (ДР ( $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ )= $9,1 \cdot 10^{-33}$ );
- Йони  $\text{Zn}^{2+}$  та  $\text{HCO}_3^-$  (ДР ( $\text{ZnCO}_3$ )= $1,0 \cdot 10^{-13}$ ).

#### Приклад комплексної оцінки якості водних джерел чи стічних вод у вигляді індексу забруднення води (ІЗВ)

Узагальнення результатів аналізу модельних зразків води проводиться на основі методики КНД 211.1.4.010-94 [25] у вигляді так званого ІЗВ – індексу забруднення води, який розраховується наступним чином:

$$\text{ІЗВ} = 1/n \sum_{i=1}^n (C_i/\text{ГДК}_i), \quad (1)$$

де  $n$  - кількість виміряних показників якості води,  
 $C_i$  – середня концентрація одного із показників якості води;  
 $\text{ГДК}_i$  – гранично допустима концентрація кожного з показників якості води.

За величинами розрахованих ІЗВ виконується оцінка якості води. При цьому виділяються такі класи якості води:

- I – дуже чиста ( $\text{ІЗВ} < 0,3$ );
- II – чиста ( $0,3 < \text{ІЗВ} < 1$ );



III – помірно забруднена ( $1 < \text{ІЗВ} < 2,5$ );

IV – забруднена ( $2,5 < \text{ІЗВ} < 4$ );

V – брудна ( $4 < \text{ІЗВ} < 6$ );

VI – дуже брудна ( $6 < \text{ІЗВ} < 10$ );

VII – надзвичайно брудна ( $\text{ІЗВ} > 10$ ).

#### Приклад розрахунку:

В результаті проведення кількісних досліджень встановлено, що модельний розчин містить:

катіонів:  $\text{H}^+ - 0,0124 \text{ г-екв/дм}^3$ ;

$\text{Zn}^{2+} - 156,2 \text{ мг/дм}^3$ ;

$\text{Cu}^{2+} - 1890,7 \text{ мг/дм}^3$ ;

аніонів:  $\text{NO}_3^- - 1195,1 \text{ мг/дм}^3$ ;

$\text{SO}_4^{2-} - 480,5 \text{ мг/дм}^3$ .

Порівнюючи одержані результати із довідковими таблицями (Додаток 1), склад розчину найближче до складу відпрацьованих розчинів машинобудівних заводів за вмістом цинку та міді (табл. 3).

Розрахунок ІЗВ проводиться наступним чином:

1. За показником вмісту йонів гідрогену розраховують показник рН:

$\text{pH} = -\lg [\text{H}^+] = -\lg 0,0124 = 1,90$ . Допустиме значення рН для природних вод складає 6-9, тобто для розрахунку обираємо нижчий критерій – 6.

2. За Додатком 2 визначають ГДК для катіонів та аніонів, виявлених у розчині (у воді господарчо-питного призначення):

$\text{Zn}^{2+} - 1,0 \text{ мг/дм}^3$ ;

$\text{Cu}^{2+} - 0,1 \text{ мг/дм}^3$ ;

$\text{NO}_3^- - 45 \text{ мг/дм}^3$ ;

$\text{SO}_4^{2-} - 500 \text{ мг/дм}^3$ .

1. ІЗВ рівний (при кількості показників, що включені у розрахунок,  $n=5$ ):

$$\text{ІЗВ} = \frac{1}{5} \left( \frac{\text{pH}(\text{ГДК})}{\text{pH зразку}} + \frac{\text{ГДК}(\text{компоненту})}{\text{С зразку}} \right) =$$

$$= \frac{1}{5} \left( \frac{6}{1,90} + \frac{156,2}{1,0} + \frac{1890,7}{0,1} + \frac{1195,1}{45} + \frac{480,5}{500} \right) = 3819.$$

Таким чином, модельний розчин являє собою воду VII категорії - надзвичайно брудну ( $\text{ІЗВ} > 10$ ).

Для того, щоб таку стічну воду можна було скинути у природні водойми, її слід нейтралізувати до  $\text{pH}=6$ , додаючи, наприклад, вапно чи інший лужний реактив, потім - розбавити чистою водою для зниження концентрацій катіонів та аніонів до величин ГДК забруднень, що надходять на споруди біологічної очистки (Додаток 2):

Мідь –  $0,5 \text{ мг/дм}^3$

Цинк –  $1,0 \text{ мг/дм}^3$

Нітрати –  $45 \text{ мг/дм}^3$ .

Досліджений розчин можна очистити за допомогою мембранного методу (Додаток 3), проте і для цього потрібно нейтралізувати розчин та

розбавити його для досягнення допустимого складу розчину на вході до установки:

Нітратів – не більше 137 мг/дм<sup>3</sup>, цинку – 1,5 мг/дм<sup>3</sup>.

4.4 Вимоги до оформлення звіту із виконання спецпрактикуму з хімічного аналізу

Звіт повинен бути оформлений відповідно до вимог "Положення про курсовий проект (роботу), розрахунково-графічну роботу, реферат і домашню роботу студентів НУБіП України" і написаний українською мовою.

Звіт складається із вступу, огляду літератури, експериментальної частини, аналізу отриманих результатів та їх обговорення, висновків. Обсяг звіту 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 звіту визначаються робочим навчальним планом. В звіті не повинно бути переписаних з підручника положень і формулювань, а допускається лише посилення на них.

За достовірність експериментальних даних і розрахункову частину звіту відповідає студент.

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

#### ***Титульний аркуш***

Титульний аркуш є першим аркушем звіту. Оформлюють його згідно зразка на аркуші формату А4. Титульний аркуш містить: назву міністерства, до сфери управління якого належить навчальний заклад, назву навчального закладу (Національний університет біоресурсів і природокористування України), назву факультету (захисту рослин, біотехнологій та екології), шифр і назву спеціальності або напряму підготовки (162 Біотехнології і біоінженерія), тему звіту, прізвище і підпис виконавця роботи, рік виконання.

#### ***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 спецпрактикуму. Вступ розташовують на окремій сторінці. Зміст звіту викладають, поділяючи матеріал на розділи:

- Короткий огляд літератури про основні методи і прийоми аналізу стічних та технологічних вод, що включають етапи їх якісних і кількісних досліджень;
- Результати якісного аналізу;
- Обґрунтування та вибір методів і методик кількісного аналізу об'єкту

- дослідження (вмісту компонентів);
- Результати кількісного аналізу;
  - Розрахункова частина: розрахунок індексу забруднення води (ІЗВ);
- Висновки та пропозиції щодо очищення проаналізованого модельного розчину для досягнення встановлених нормативів щодо вмісту політантів у водах, які приймаються у системи централізованого водовідведення.

Кожен пункт і підпункт повинен містити закінчену інформацію. У висновках підводиться підсумок виконуваної 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 випробувань, 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

## **5. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СПЕЦПРАКТИКУМУ**

1. Аналітична хімія / В.А. Копілевич, Н.М. Прокопчук, Т.І. Ущипівська, Л.В. Войтенко, Л.М. Абарбарчук, Д.А. Савченко; Під ред. В.А. Копілевича. 2-е вид., випр. І доп. – К.: Редакційно-видавничий відділ НУБіП України. 2020. 259 с.
2. Спецпрактикум з аналітичної хімії : Навч. посібник для освітньо-кваліфікаційного рівня «Бакалавр»; Галузь знань – 16 Хімічна та біоінженерія; Спеціальність - 162 Біотехнологія і біоінженерія / В.А. Копілевич, Л. В. Войтенко, Т.І. Ущипівська, Н.М. Прокопчук, Р.В. Лаврик, Т.К.Панчук. – Київ: ДДП «Експо-Друк», 2019. – 113 с.,
3. Рекомендована література з аналітичної хімії та методів хімічного аналізу з фондів бібліотеки НУБіП України та кафедри.

## **6. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Аналітична хімія для аграрних спеціальностей (хімічний аналіз). Навчальний посібник /В.А. Копілевич, В.Є. Косматий, Л.В. Войтенко,

- Л.М. Абарбарчук, Т.К. Панчук, Л.В. Гаєвська, А.П. Попель, К.О. Чеботько, В.В. Трачевський. – К.: НАУ, 2003. – 300 с.
2. Краткий справочник по химии /И.Т. Гороновский, Ю.П. Назаренко, Е.Ф. Некряч. – К.: Наукова думка, 1987. - 829 с.
  3. Аналітична хімія /Ф.Г. Жаровський, А.Т. Пилипенко, І.В. П'ятницький – 2-ге вид. – К.: Вища шк., 1982. – 544 с.
  4. Васильев В.П. Аналитическая химия. В 2 ч. – Ч. 1. – Гравиметрический и титриметрический методы анализа. – М.: Высш. шк., 1989. – 320 с.
  5. Руководство по методам исследования качества вод. В 2-х тт.: Т. 1. Гидрохимия. Радиология. – К.: УНИИВЭП, 1995. - 202 с.
  6. Комарова Н.В., Каменцев Я.С. Практическое руководство по использованию систем капиллярного электрофореза «Капель». – СПб: ООО «Веда», 2006. – 212 с.
  7. Шварценбах Л. Комплексометрия. - М.: Госхимизат, 1958 -312с.
  8. Пршибил Р. Комплексоны в химическом анализе.- М.: Изд. Иностран. литературы, 1960. - 580 с.
  9. Цитович И. К. Курс аналитической химии. – М.: Высш. шк., 1972. - 464 с.
  10. Крешков А. П. Основа аналитической химии. В 3 т.т.: Т.2. – М.: Химия, 1970. - 456 с.; Т.3. - 1971. - 471 с.
  11. Аналитическая химия марганца/А.К. Лаврухина, Л.В. Юкина - М.: Наука, 1974. – 219 с.
  12. Шапиро М. А., Шапиро С. А. Аналитическая химия. М.: Высш. шк., 1963. - 339 с.
  13. Бабко А.К., Пятницький І.В. Количественный анализ. - М.: Высш. шк., 1968. – 596 с.
  14. Аналитическая химия никеля /В. М. Пешкова, В. М. Савостина. – М.: Наука, 1966. - 203 с.
  15. Аналитическая химия кобальта /И.В. Пятницький. М.: Наука, 1965. - 243 с.
  16. Кольтгоф И.М., Сендэл Е.Б.. Количественный анализ. – М.: Госхимиздат, 1948. - С. 726-727.
  17. Аналитическая химия цинка /В.П. Живописцев, Е. А. Селезнёва. - М.: Наука, 1975. – 197 с.
  18. Шарло В. Количественный анализ .- М.: Химия, 1965. - 543 с.
  19. Посыпайко В.И., Козырева Н.А., Логачева Ю.П. Химические методы анализа . - М.: Высш. шк., 1989. – 448 с.
  20. 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.
  21. Гидрохимия (учебник для вузов). Изд. 2-е, перераб. и доп. – Санкт-Петербург: Гидрометеиздат, 2001. - 447 с.
  22. 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>)

## 7. ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОНАННІ СПЕЦПРАКТИКУМУ

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 організувати 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 досліді з отруєними, неприємно пахучими і концентрованими речовинами проводити під витяжною шафою.

10. Досліді 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 виливати 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;

є) 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 розчина таніна, або 3% розчином перманганату калію, а потім пов'язку з маззю від опіків.

14. Без дозволу викладача не проводити не заплановані досліді.

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.