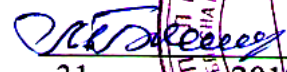


Тернопільська обласна рада  
Управління освіти і науки Тернопільської облдержадміністрації  
Кременецька обласна гуманітарно-педагогічна академія ім. Тараса Шевченка

Кафедра біології, екології та методики їх викладання

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Проректор з навчальної роботи

 М.Б. Боднар  
«31» серпня 2018 р.



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ФІЗИКО-ХІМІЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ**

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

галузь знань **10 Природничі науки**

спеціальність **101 Екологія**

освітньо-професійна програма **Екологія**

Робоча програма навчальної дисципліни «Фізико-хімічні методи аналізу» для студентів, які навчаються за спеціальністю 101 Екологія. Кременець, 2018. 15 с.

Розробники програми:

**Польовий Д. О.**, доцент кафедри біології, екології та методики їх викладання, кандидат хімічних наук, доцент;

**Зіньковська Н.Г.**, доцент кафедри біології, екології та методики їх викладання, кандидат біологічних наук, доцент.

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри біології, екології та методики їх викладання

Протокол від „31” серпня 2018 року № 1

Завідувач кафедри



М. М. Ільєнко

## 1. Вступ

**Анотація.** Фізико-хімічні методи аналізу – дисципліна, яка направлена на формування у майбутніх екологів хімічного розуміння використання різноманітних методів дослідження навколишнього світу. Сучасні вимірювальні прилади параметрів біологічних систем всечастіше ґрунтуються на фізикохімічних принципах, тому знання цих процесів дасть можливість розуміння застосування різних методів дослідження навколишнього середовища.

**Ключові слова:** концентрація, градувальний графік, оптичне поглинання, хроматографія, спектрофотометрія, потенціометрія.

**Місце дисципліни у структурно-логічній схемі ОПП.** Для успішного засвоєння курсу студенти повинні володіти знаннями зі шкільних курсів хімії, фізики, з дисципліни «Хімія з основами біогеохімії» тощо, зокрема з тем: «Типи хімічних зв'язків», «Теорія електролітичної дисоціації», «Періодичний закон і періодична система хімічних елементів», «Способи вираження кількісного складу розчинів» тощо. Дисципліна «Фізико-хімічні методи аналізу» стане потрібною для успішного засвоєння біохімії та екології.

## 2. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь, спеціальність, освітньо-професійна програма, освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 3	Галузь <b>10 Природничі науки</b>	<b>Нормативна</b>	
Модулів – 2	Спеціальність <b>101 Екологія</b>		
Змістових модулів – 2	Освітньо-професійна програма <b>Екологія</b>	<b>Курс</b>	
Загальна кількість годин – 90 год.		2-й	2-й
Тижневих годин: аудиторних – 2 год. самостійної роботи студента – 3 год.	<b>Перший (бакалаврський)</b>	<b>Семестр</b>	
		4-й	4-й
		<b>Лекції</b>	
		18 год.	6 год.
		<b>Практичні, семінарські</b>	
		16 год.	4 год.
		<b>Лабораторні</b>	
		-	-
		<b>Самостійна робота</b>	
		56 год.	80 год.
		<b>Вид контролю</b>	
		екзамен	екзамен

### Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить (%):

для денної форми навчання – 45% / 55%.

для зарчної форми навчання – 12% / 88%.

### **3. Мета та завдання навчальної дисципліни**

#### **Метою та завданнями вивчення дисципліни є:**

- підвищення рівня теоретичної підготовки студентів, вміння використовувати статистичні методи для обробки та аналізу даних біологічних досліджень;
- покращення розуміння студентом змісту хімічних явищ, що відбуваються в живих і не живих об'єктах навколишнього середовища, використання хімічних законів при біологічних дослідженнях
- вміння розібратися в фізико-хімічних принципах роботи та налаштуванні приладів і обладнання що використовуються в екологічних дослідженнях і моніторингу довкілля.
- розвиток у студентів навичок вивчення наукової хімічної літератури;
- розвиток у студентів умінь для вирішення проблемних і ситуаційних завдань;
- формування і розвиток у студентів практичних умінь постановки і виконання експериментальної роботи.

У результаті вивчення навчальної дисципліни “Фізико-хімічні методи аналізу” здобувач вищої освіти повинен володіти такими компетентностями та досягти таких результатів навчання:

#### **Інтегральна компетентність**

Здатність розв’язувати складні спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми у сфері екології, охорони довкілля і збалансованого природокористування, що передбачає застосування основних теорій та методів наук про довкілля, які характеризуються комплексністю та невизначеністю умов

#### **Загальні компетентності**

ЗК03. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.

ЗК05. Здатність діяти соціально відповідально та свідомо

#### **Фахові компетентності**

ФК01. Знання та критичне розуміння предметної області та професійної діяльності.

ФК03. Здатність до участі у проведенні досліджень на відповідному рівні.

ФК06. Здатність до критичного осмислення основних теорій, методів та принципів природничих наук.

ФК11. Здатність проводити моніторинг та оцінювати поточний стан навколишнього середовища.

#### **Програмні результати навчання**

ПР03. Розуміти основні концепції, теоретичні та практичні проблеми в галузі природничих наук, що необхідні для аналізу і прийняття рішень в сфері екології, охорони довкілля та оптимального природокористування.

ПР21. Обирати оптимальні методи та інструментальні засоби для проведення досліджень, збору та обробки даних.

## 4. Програма навчальної дисципліни

### Змістовий модуль I. Фізичні методи аналізу

#### **Тема 1. Фізичні методи аналізу.**

Особливості фізичних методів. Використання фізичних методів у хімічному аналізі. Класифікація фізичних методів аналізу, теоретичні основи методів, їх переваги, недоліки та практичне застосування. Похибка методів аналізу.

*Вимірювання температури плавлення та кипіння. Визначення молярної маси криоскопічним методом.*

#### **Тема 2. Пробопідготовка.**

Вимоги до розчинності досліджуваних субстанцій. Відбір проб. Проведення розрахунків. Побудова графіків. Калібрувальний графік.

*Побудова калібрувального графіку для фотометрії.*

#### **Тема 3. Рефрактометрія.**

Основні фізичні константи за допомогою яких підтверджується наявність і вміст речовин (температура плавлення, відносна густина).

*Рефрактометрична ідентифікація рідких органічних речовин.*

#### **Тема 4. Поляриметрія.**

Поняття про поляризоване світло та хіральність молекул.

*Поляриметричне визначення вмісту цукру.*

### Змістовий модуль II. Фізико-хімічні методи аналізу

#### **Тема 5. Загальні уявлення про фізикохімічні методи аналізу.**

Класифікація фізикохімічних методів за типом хімічних взаємодій між речовиною і фізичним параметром який реєструється. Переваги фізикохімічних методів.

*Фотометрична ідентифікація лужних і лужноземельних металів.*

#### **Тема 6. Електрохімічні методи аналізу.**

Електрохімічні основи потенціометричних вимірювань. Будова електродів порівняння.

*Потенціометричне визначення концентрації йонів гідрогену.*

#### **Тема 7. Спектральні методи аналізу.**

Взаємодія речовин з УФ, видимими та ІЧ променями. ІЧ-спектроскопія: теорія, практичне застосування. Приклади для спектрофотометрії, встановлення будови та концентрації речовин на їх основі. Спектри УФ ІЧ та видимого поглинання. Основний закон світлопоглинання.

*Спектрофотометричне визначення йонів Купруму.*

#### **Тема 8. Хроматографія.**

Хроматографічний процес, теоретичні основи та застосування у аналізі (ТШХ та паперова роматографія). ТШХ: основи методу, практичне застосування. Вибір рухомих фаз, пластинок. Теоретичні основи паперової хроматографії, розподіл між фазами. Вибір проявників та речовин-свідків. Прийоми кількісного аналізу.

*Паперова висхідна хроматографія.*

**Тема 9. Основи ЯМР та ПМР спектроскопії.**

Поняття про ядерний магнітний резонанс і протонний магнітний резонанс.  
Застосування в науці і техніці. ЯМР томографія.

*Тлумачення ЯМР спектрів органічних речовин.*

## 5. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Модуль 1</b>												
<b>Змістовий модуль I. Фізичні методи аналізу</b>												
Тема 1. Фізичні методи аналізу	10	2	2			6	10	1				9
Тема 2. Пробопідготовка	10	2	2			6	10					9
Тема 3. Рефрактометрія	10	2	2			6	10	1	1			9
Тема 4. Поляриметрія	10	2	2			6	10		1			9
<b>Разом за змістовим модулем I</b>	<b>40</b>	<b>8</b>	<b>8</b>			<b>24</b>	<b>40</b>	<b>2</b>	<b>2</b>			<b>36</b>
<b>Змістовий модуль II. Фізико-хімічні методи аналізу</b>												
Тема 5. Загальні уявлення про фізикохімічні методи аналізу	10	2	2			6	10	1				6
Тема 6. Електрохімічні методи аналізу	10	2	2			6	10	1	1			9
Тема 7. Спектральні методи аналізу	10	2	2			6	10	1	0,5			9
Тема 8. Хроматографія	10	2	2			6	10	1	0,5			9
Тема 9. Основи ЯМР та ПМР спектроскопії	10	2				8	10					9
<b>Разом за змістовим модулем II</b>	<b>50</b>	<b>10</b>	<b>8</b>			<b>30</b>	<b>50</b>	<b>4</b>	<b>2</b>			<b>44</b>
<b>Усього годин</b>	<b>90</b>	<b>18</b>	<b>16</b>			<b>56</b>	<b>90</b>	<b>6</b>	<b>4</b>			<b>80</b>



### 6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Використання фізичних методів аналізу в екологічних дослідженнях	2
2	Відбір проб та пробопідготовка в хімічному аналізі	2
3	Рефрактометричне визначення цукру в природніх субстанціях	2
4	Поляриметрична ідентифікація рідких органічних речовин	2
5	Загальні уявлення про фізикохімічні методи аналізу	2
6	Потенціометричне визначення рН природніх водойм	2
7	Спектрофотометричне визначення йонів купруму	2
8	Хроматографічне визначення важких металів	2
	<b>Разом</b>	<b>18</b>

### 7. Самостійна робота

#### Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми навчання (54 год.):

1. Підготовка до аудиторних занять: 0,4 год. на 1 год. аудиторних занять ( $0,4 * 36 \text{ год.} = 14 \text{ год.}$ ).
2. Підготовка до екзамену: 3 год. на 1 єврокредит ( $3 * 3 = 9 \text{ год.}$ ).
3. Виконання індивідуального завдання: 15 год.
4. Опрацювання окремих питань програми, які не викладаються на лекціях: 2 год. на частину теми ( $2 * 8 = 16 \text{ год.}$ ).

#### Розподіл годин самостійної роботи для студентів заочної форми навчання (80 год.):

1. Підготовка до аудиторних занять: 2 год. на 1 год. аудиторних занять ( $2 * 10 \text{ год.} = 20 \text{ год.}$ ).
2. Підготовка до екзамену: 3 год. на 1 єврокредит ( $3 * 3 = 9 \text{ год.}$ ).
3. Виконання індивідуального завдання: 15 год.
4. Опрацювання окремих питань програми, які не викладаються на лекціях: 4 год. на частину теми ( $4 * 9 = 36 \text{ год.}$ ).

№ з/п	Назва змістового модуля та теми	Кількість годин
	<b>Змістовий модуль I. Фізичні методи аналізу</b>	
	<b>Тема 1. Фізичні методи аналізу</b>	2/4*
1.	Способи реєстрації фізичних сигналів при хімічному аналізі речовин.	
	<b>Тема 2. Пробопідготовка</b>	2/4*
2.	Відбір води з природніх водойм. Відбір ґрунту. Відбір біоматеріалів.	
	<b>Тема 3. Рефрактометрія</b>	2/4*
3.	Будова рефрактометрів та принцип їх дії.	
	<b>Тема 4. Поляриметрія</b>	2/4*
4.	Способи поляризації видимого світла. Поляризаційні фільтри.	
	<b>Змістовий модуль II. Фізико-хімічні методи аналізу</b>	

	<b>Тема 5.</b> Загальні уявлення про фізикохімічні методи аналізу	2/4*
5.	Електрохімічні та фотохімічні взаємодії в фізикохімічному аналізі.	
	<b>Тема 6.</b> Електрохімічні методи аналізу	2/4*
6.	Будова та використання комбінованих електродів для рН метрії.	
	<b>Тема 7.</b> Спектральні методи аналізу	2/4*
7.	Принципи Фурє спектроскопії.	
	<b>Тема 8.</b> Хроматографія	2/4*
8.	Приципи високоефективної рідинної хроматографії	
	<b>Тема 9.</b> Спектральні методи аналізу	2/4*
9.	Приципи компютерна ЯМР томографії	
	<b>Разом</b>	<b>18 / 36*</b>

**Примітка.** 4\* – заочна форма.

## 8. Індивідуальні завдання

### Тематика ІНДЗ

1. ІЧ-спектроскопія. Суть методу. Описати найсучасніші прилади для ІЧ-спектроскопії. Типи коливань у молекулах. Функціонально-структурний аналіз. Можливості методу для встановлення структури органічних сполук.
2. ЯМР - спектроскопія. Суть методу. Описати найсучасніші прилади для ЯМРспектроскопії. Хімічний зсув. Функціонально-структурний аналіз. Можливості методу для встановлення структури органічних сполук.
3. Мас-спектрометрія. Суть методу. Описати найсучасніші прилади для масспектрокопії. Можливості методу для встановлення структури органічних сполук.
4. Рентгеноструктурний аналіз. Суть методу. Описати найсучасніші прилади для рентгеноструктурного аналізу. Можливості методу для встановлення структури сполук.
5. Емісійна спектроскопія. Суть методу. Описати найсучасніші прилади для емісійної спектроскопії. Можливості методу для встановлення структури сполук.
6. Електронна спектроскопія. Суть методу. Описати найсучасніші прилади для електронної спектроскопії. Можливості методу для встановлення структури сполук.
7. Кулонометричний аналіз. Суть методу. Можливості методу для встановлення структури сполук.
8. Високоефективна рідинна хроматографія. Описати найсучасніші прилади для високоефективної рідинної хроматографії, принципи дії капілярних колонок, параметри, що використовуються для якісного та кількісного аналізу. Можливості методу.
9. Газо-рідинна хроматографія. Описати найсучасніші прилади для газо-рідинної хроматографії, принципи дії капілярних колонок, параметри, що використовуються для якісного та кількісного аналізу. Можливості методу.
10. Паперова хроматографія. Суть методу. Параметри, що використовуються для якісного та кількісного аналізу. Можливості методу.

11. Класифікація методів аналізу речовин. Коротка історія розвитку методів хімічного аналізу. Основні напрямки розвитку сучасних методів аналізу.
12. Основні принципи якісного аналізу. Особливості аналітичних реакцій та способи їх виконання. Вимоги до аналітичних реакцій. Якісні реакції як реакції між іонами.
13. Загальна характеристика фізико-хімічних методів аналізу. Класифікація, переваги та обмеження.
14. Оптичні методи аналізу. Класифікація. Походження спектрів поглинання та виведення.
15. Абсорбційна спектроскопія. Кількісні закони світлопоглинання. Молярний коефіцієнт поглинання. Обмеження та умови застосування закону Бугера - Ламберта - Бера.
16. Методи молекулярного абсорбційного аналізу (колориметрія, фотоколориметрія, спектрофотометрія).
17. Якісний та кількісний спектральний аналіз. Емісійна фотометрія полум'я. Процеси, що відбуваються в полум'я.
18. Атомно-абсорбційний метод аналізу.
19. Рефрактометрія. Використання методу в аналізі харчових продуктів.
20. Електрохімічні методи аналізу. Класифікація методів. Прямі і опосередковані методи.
21. Потенціометричний метод аналізу. Загальна характеристика методу. Поняття та терміни, що використовуються в потенціометрії. Електроди та електродний потенціал. Пряма потенціометрія. Потенціометричне титрування.
22. Методи концентрації та розділення. Класифікація методів. Кількісні характеристики.
23. Екстракція як метод розділення та концентрації. Константа та коефіцієнт розподілу, ступінь виведення, фактор розділення.
24. Сорбція. Класифікація сорбційних процесів. Механізми сорбції. Розповсюджені сорбенти та вимоги, передбачені до них.
25. Хроматографічні методи розділення. Суть хроматографії. Класифікація методів. Основи теорії хроматографічного розділення.
26. Хроматографічний метод аналізу. Хроматографія на площині (на папері та в тонкому шарі). Колоночна хроматографія. Якісний та кількісний аналіз.
27. Хроматографічний метод аналізу. Аналіз хроматограм. Методи розрахунку хроматограм. Якісний та кількісний аналіз.

### **Вимоги щодо виконання ІНДЗ**

Навчально-дослідна робота повинна складатися зі змісту, вступу, основної частини, висновків, списку використаної літератури.

У вступі слід:

- а) обґрунтувати актуальність теми;

б) показати ступінь розробленості даної теми, здійснити аналіз сучасного стану дослідження проблеми;

в) поставити завдання дослідження.

В основній частині потрібно висвітлити основний матеріал теми навчальної роботи, викласти факти, ідеї, результати досліджень в логічній послідовності, обґрунтувати власну позицію, пропозиції щодо розв'язання проблеми, визначити шляхи вирішення досліджуваної проблеми, розглянути тенденції подальшого розвитку даного питання. Практичну частину (за наявності) необхідно представити у вигляді результатів власних досліджень, із статистичною обробкою даних.

У висновках потрібно представити результати дослідження, підвести його підсумки.

Список використаної літератури подавати згідно вимог.

В тексті реферату слід посилатися на список літератури, вказуючи при цьому в квадратних дужках номер джерела у списку використаної літератури і сторінки, які використанні для написання роботи за таким зразком: [1, С. 25-32].

Обсяг реферату 6-8 сторінок, друкований (формат А-4; інтервал 1,5; розмір шрифту – 14).

Роботу потрібно виконати на окремих аркушах, які необхідно скріпити. На титульному аркуші слід вказати прізвище, ім'я та по-батькові студента, курс, групу, спеціальність. Текст роботи повинен бути чітким, розбірливим, з пронумерованими сторінками. Робота може бути виконана у формі презентаційної доповіді.

#### Критерії оцінювання ІНДЗ

№ з/п	Критерії оцінювання роботи	Максимальна кількість балів за кожним критерієм
1.	Обґрунтування актуальності, формулювання мети, завдань та визначення методів дослідження	2 бали
2.	Складання плану дослідження	2 бали
3.	Критичний аналіз суті та змісту першоджерел. Виклад фактів, ідей, результатів досліджень в логічній послідовності. Аналіз сучасного стану дослідження проблеми, розгляд тенденцій подальшого розвитку даного питання.	5 балів
4.	Доказовість висновків, обґрунтованість власної позиції, пропозиції щодо розв'язання проблеми, визначення перспектив дослідження	4 бали
5.	Дотримання вимог щодо технічного оформлення структурних елементів роботи (титульний аркуш, план, вступ, основна частина, висновки, додатки (якщо вони є), список використаних джерел)	2 бали
<b>Разом</b>		<b>15 балів</b>

**Примітка.** Максимальна кількість балів, яку може отримати студент за виконання ІНДЗ становить **15 балів**. Невиконання ІНДЗ оцінюється у 0 балів.

### Шкала оцінювання ІНДЗ

Рівень виконання	Кількість балів, що відповідає рівню	Оцінка за традиційною системою
Високий	13-15	Відмінно
Достатній	9-12	Добре
Середній	4-8	Задовільно
Низький	1-3	Незадовільно

**„Відмінно”** відповідає **13-15** балам, ставиться: при виконанні ІНДЗ у повному обсязі, теоретична та практична (за наявністю) частини не мають помилок; відповіді на запитання вичерпні й аргументовані; оформлення відповідає вимогам, робота виконана вчасно.

**„Добре”** відповідає **9-12** балам, ставиться якщо: ІНДЗ виконано в повному обсязі і не має помилок, які потребують її переробки; відповіді на запитання даються по суті, але не в деталях.

**„Задовільно”** відповідає **4-8** балам, ставиться, якщо ІНДЗ виконано не в повному обсязі; мають місце помилки; оформлення не відповідає вимогам; відповіді на запитання даються не в повному обсязі.

**„Незадовільно”** відповідає **1-3** балам, виставляється якщо ІНДЗ виконано не в повному обсязі; мають місце суттєві помилки, які тягнуть за собою переробку; оформлення не відповідає вимогам; на запитання студент дає неправильні відповіді.

### 9. Методи навчання

Лекція, розповідь, пояснення, бесіда, інструктаж, ілюстрування, самонавчання, лабораторна робота, навчальні дослідження, лекція-візуалізація, консультації.

### 10. Методи контролю

Усне та письмове опитування, тестовий контроль, презентація робіт, оцінювання індивідуального завдання, екзамен. Оцінювання здобувачів вищої освіти відбувається за національною шкалою (відмінно, добре, задовільно, незадовільно; зараховано, незараховано), 100-бальною шкалою та шкалою ЄКТС (А, В, С, D, E, F, FX) та дозволяє продемонструвати ступінь досягнення ними запланованих результатів навчання.

### 11. Розподіл балів, які отримують студенти

Модуль 1 45 балів									Модуль 2	/2 30 балів	Модуль 3	Сума
ЗМ I 20 балів				ЗМ II 25 балів					ІНДЗ*		Екзамен	
T1 5	T2 5	T3 5	T4 5	T5 5	T6 5	T7 5	T8 5	T9 5	<b>15 балів</b>		<b>70 балів</b>	<b>100 балів</b>

\* За бажанням студента.

T1, T2 ... T9 – теми практичних занять.

### Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	<b>A</b>	відмінно	зараховано
82-89	<b>B</b>	добре	
75-81	<b>C</b>		
64-74	<b>D</b>	задовільно	
60-63	<b>E</b>		
35-59	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	<b>F</b>	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

### 12. Методичне забезпечення

1. Електронні конспекти лекцій.
2. Методичні вказівки до лабораторних занять.
3. Презентації в Microsoft Office PowerPoint для супроводу викладання лекційного матеріалу.
4. Методичні матеріали на платформі Moodle.

### 13. Рекомендована література

#### Базова:

1. Ломницька Я.Ф., Чабан Н.Ф. Хімічні та фізико-хімічні методи аналізу в екологічних дослідженнях: навч.-метод. посібн. Львів: ЛНУ ім. І.Франка, 2009. 304с.
2. Зінчук В.К., Левицька Г.Д., Дубенська Л.О. Фізико-хімічні методи аналізу. Львів.: Видавн. центр ЛНУ ім. І. Франка, 2008 363 с.
3. Скоробогатий Я.П. Фізико-хімічні методи аналізу. Л.: Каменяр, 1993. 164с.
4. Дорохова Э.Н., Прохорова Г.В. Физико-химические методы анализа. М.: Высшая школа, 1991. 255с.
5. Набиванець Б.Й., Сухан В.В., Калабіна Л.В. Аналітична хімія природного середовища. К.: Либідь, 1996. 304с.
6. Клименко М.О., Прищепа А.М., Вознюк Н.М. Моніторинг довкілля. К.: Академія, 2006. 359с.
7. Грабовський В.А., Караван Ю.В., Токар Ю.С. Методи та засоби оцінки стану довкілля Львів: ЛНУ ім. І.Франка, 2005. 324с.

#### Допоміжна:

8. Физический энциклопедический словарь. / Гл. Ред.. А.М. Прохоров. Ред.кол.: Д.М.Алексеев, А.М.Бонч-Бруевич, А.С.Боровик-Романов и др. М.: Сов. Энциклопедия, 1984. –652с.
9. Пилипенко А.Т., Пятницький И.В. Аналітична хімія: В 2 т. М.: Хімія, 1990. - Т. 1-2. 846с.
10. Аналітична хімія: Методичні вказівки до практичних занять та виконання контрольної роботи / Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. імені акад. В. Лазаряна; Уклад.: А. Х. Драбкіна, Л. Д. Тарасова Д., 2015. 35 с.

### 14. Інформаційні ресурси

<https://tm3.kisil.pp.ua/course/view.php?id=941>