

**МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ**  
**ДЕПАРТАМЕНТ НАУКОВО-ОСВІТНЬОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АПВ ТА РОЗВИТКУ**  
**СІЛЬСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ**

**ДЕРЖАВНА УСТАНОВА “НАУКОВО-МЕТОДИЧНИЙ ЦЕНТР ІНФОРМАЦІЙНО-**  
**АНАЛІТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ**  
**ЗАКЛАДІВ “АГРООСВІТА”**

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

**Департаментом науково-  
освітнього забезпечення АПВ та  
розвитку сільських територій  
Міністерства аграрної політики  
та продовольства України**

**“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2014 р.**

## **ФІЗИКО-ХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ**

### **ПРОГРАМА**

**нормативної навчальної дисципліни для підготовки молодших  
спеціалістів напрямку 6.040106 « Екологія, охорона навколишнього  
середовища та збалансоване природокористування»**

**спеціальності 5.04010602 «Прикладна екологія»**

**у вищих навчальних закладах I–II рівнів акредитації Міністерства  
аграрної політики та продовольства України**

**Київ**

**“Агроосвіта”**

**2014**

**МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ**  
**ДЕПАРТАМЕНТ НАУКОВО-ОСВІТНЬОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АПВ ТА РОЗВИТКУ**  
**СІЛЬСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ**  
**ДЕРЖАВНА УСТАНОВА “НАУКОВО-МЕТОДИЧНИЙ ЦЕНТР ІНФОРМАЦІЙНО-**  
**АНАЛІТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ**  
**“АГРООСВІТА”**

**ПОГОДЖУЮ**

**Директор Державної установи  
“Науково-методичний центр  
інформаційно-аналітичного  
забезпечення діяльності вищих  
навчальних закладів “Агроосвіта”**

\_\_\_\_\_ **М.П. Хоменко**

“ ” \_\_\_\_\_ **2014 р.**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Директор Департаменту науково-  
освітнього забезпечення АПВ та  
розвитку сільських територій  
Міністерства аграрної політики та  
продовольства України**

\_\_\_\_\_ **С.В. Кадигроб**

“ ” \_\_\_\_\_ **2014 р.**

**ФІЗИКО-ХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ**

**ПРОГРАМА**

**нормативної навчальної дисципліни для підготовки молодших  
спеціалістів напряму 6.040106 « Екологія, охорона навколишнього  
середовища та збалансоване природокористування»**

**спеціальності 5.04010602 «Прикладна екологія»**

**у вищих навчальних закладах I–II рівнів акредитації Міністерства аграрної  
політики та продовольства України**

**Київ**

**“Агроосвіта”**

**2014**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

*В.о. директора коледжу*

\_\_\_\_\_ **В.С.Шумлянський**

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2014р.

## **ФІЗИКО-ХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ**

### **ПРОГРАМА**

**нормативної навчальної дисципліни**

**підготовки *молодшого спеціаліста***

**галузі знань 0401 Природничі науки**

**спеціальності 5.04010602 «Прикладна екологія»**

**Львів**  
**2014 рік**

**Укладач:** Козловська В.Б., викладач Екологічного коледжу Львівського національного аграрного університету

**Рецензент:** Крєктун Б.В., канд. с.-г. наук, доцент кафедри біології та екології Львівського національного аграрного університету

# ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

## Охорона навколишнього середовища

Галузь знань	0401 Природничі науки
Напрямок підготовки	6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування»
Спеціальність	5.04010602 «Прикладна екологія»
Освітньо-кваліфікаційний рівень	молодший спеціаліст
Нормативна/вибіркова	нормативна
Семестр	5
Кількість модулів	3
Загальна кількість годин	108
<b>Види навчальної діяльності та види навчальних занять, обсяг годин:</b>	
Лекції	40
Лабораторні заняття	20
Самостійна робота ,	48
-	
Форма підсумкового контролю	іспит
контрольного заходу	

## Вступ

Програма вивчення навчальної дисципліни **Фізико-хімічний аналіз** для вищих навчальних закладів I-II рівнів акредитації Міністерства аграрної політики та продовольства України для спеціальності 5.04010602 «Прикладна екологія» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки молодшого спеціаліста.

**Предметом** вивчення навчальної дисципліни є виявлення закономірних зв'язків між складом, будовою і фізичними властивостями найрізноманітніших хімічних систем..

**Міждисциплінарні зв'язки:** фізика, хімія, математика, загальна хімія, екологічний моніторинг, методи вимірювань параметрів навколишнього природного середовища, аналітична хімія тощо.

**Програма навчальної дисципліни** складається з таких модулів:

- 1 Оптичні методи аналізу.
- 2 Електрохімічні методи аналізу.
- 3 Фізико-хімічні методи розділення.

### 1 Мета та завдання навчальної дисципліни

**1.1 Метою** вивчення навчальної дисципліни "Фізико-хімічний аналіз" є необхідність ознайомлення майбутніх техніків-екологів з основними методами, що використовуються для аналізу проб повітря, води, ґрунту на вміст забруднювальних речовин. А також навчити майбутніх спеціалістів практично застосовувати теоретичні засади фізико-хімічних методів аналізу.

**1.2 Основними завданнями** вивчення дисципліни "Фізико-хімічний аналіз" є освоєння класифікації фізико-хімічних методів аналізу; суті методів та області застосування теоретичних засад методів; практики проведення аналізів та застосування їх для аналізу проб повітря, води, ґрунту.

**1.3 Згідно з вимогами студенти повинні**

#### **знати :**

- походження спектру електромагнітного випромінювання
- класифікацію оптичних методів аналізу та їх характеристику;
- закон Бугера-Ламберта-Бера;

- способи визначення концентрації речовин;
- джерела атомізації та збудження атомів;
- рівняння Ломакіна-Шейбе;
- загальну характеристику та класифікацію електрохімічних методів аналізу;
- рівняння Нернста, Льковича;
- класифікацію та характеристику електродів у потенціометрії.

**уміти :**

- правильно вибрати метод аналізу для контролю якості навколишнього середовища;
- провести фотометричне та потенціометричне визначення певних йонів у пробах повітря, води, ґрунту;
- визначити концентрацію забруднювальних речовин за калібрувальним графіком.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 108 години/3кредити ЄКТС.

Структура навчальної дисципліни є орієнтовною. Під час складання навчальних програм викладачі можуть вносити обґрунтовані зміни та доповнення в зміст програмного матеріалу і розподіл навчальних годин за темами в межах бюджету часу, відведеного навчальним планом на вивчення дисципліни. Внесені зміни та доповнення мають бути обговорені на засіданні циклової комісії і затверджені заступником директора з навчальної роботи.

## 2 ОРІЄНТОВНА СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Модуль		Змістовий модуль		Обсяг годин для окремих видів навчальних занять і самостійної роботи			
№	назва	№	Назва	лекції	лабораторні	самостійна робота	разом
1	2	3	4	5	6	7	8
			Вступ	2	-	-	2
1	Оптичні методи аналізу	1.1	Теоретичні основи оптичних методів аналізу	2	-	4	6
		1.2	Фотометричні методи аналізу	6	20	2	28
		1.3	Нефелометричний та турбідиметричний методи аналізу.	2	-	2	4
		1.4	Атомно-емісійний спектральний аналіз	4	-	2	6
		1.5	Атомно-абсорбційний спектральний аналіз	2	-	2	4
		1.6	Люмінесцентний спектральний аналіз	4	-	2	6
		1.7	ІЧ-спектроскопія	-	-	2	2
		1.8	Рефрактометричний метод аналізу	-	-	2	2
		1.9	Поляриметричний метод аналізу				2
<b>Разом</b>				<b>20</b>	<b>20</b>	<b>18</b>	<b>60</b>
2	Електрохімічні методи аналізу	2.1	Введення в електрохімічні методи аналізу	-	-	4	4
		2.2	Потенціометричні методи аналізу	4	-	3	7
		2.3	Електрогравіметричний метод аналізу	2	-	4	6
		2.4	Кулонометричні методи аналізу	2	-	2	4
		2.5	Полярографічні методи аналізу	4	-	2	6
		2.6	Вольтамперометричні методи аналізу	-	-	2	2
		2.7	Кондуктометричні методи аналізу	2	-	2	4
		2.8	Амперометричне титрування	-	-	2	2
<b>Разом</b>				<b>14</b>	<b>-</b>	<b>21</b>	<b>35</b>
3	Фізико-хімічні методи розділення	3.1	Хроматографія	2	-	2	4
		3.2	Екстракція	2	-	1	3
		3.3	Інші фізико-хімічні методи аналізу: термічний аналіз, мас-спектрометрія, радіохімічні та резонансні.	-	-	4	4
<b>Разом</b>				<b>4</b>	<b>-</b>	<b>7</b>	<b>11</b>
<b>Всього на дисципліну</b>				<b>40</b>	<b>20</b>	<b>48</b>	<b>108</b>



# **З ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

## **ВСТУП**

Якісний і кількісний аналіз - два основні розділи аналітичної хімії. Хімічні, фізичні, фізико-хімічні методи дослідження речовини. Фізико-хімічні методи аналізу - найбільш поширені методи аналізу об'єктів навколишнього середовища. Основоположники фізико - хімічних методів аналізу. Класифікація методів. Вибір методу аналізу.

### **Модуль 1 Оптичні методи аналізу**

#### **1.1 Теоретичні основи оптичних методів аналізу**

Природа електромагнітного випромінювання. Хвильові і корпускулярні властивості світла. Спектр електромагнітного випромінювання, його основні характеристики та способи їх виразу (довжина хвилі, частота, хвильове число, інтенсивність випромінювання). Ділянки спектра, які використовуються в аналізі.

Спектр атомів. Основні і збуджені стани атомів та їх характеристика. Енергетичні переходи. Імовірності електронних переходів і час життя збуджених атомів. Спектральні лінії. Зв'язок інтенсивності з числом випромінюючих частинок.

Спектр молекул. Повна енергія молекули як сума електронної коливної і обертальної енергії. Основні і збуджені стани молекул. Особливості молекулярних спектрів. Залежність виду спектра від агрегатного стану речовини.

Способи монохроматизації променевої енергії. Світлофільтри та монохроматори, їх характеристика. Приймачі світла.

#### **1.2 Фотометричні методи аналізу**

Колориметричні методи. Фотоколориметрія і спектрофотометрія розчинів. Теоретичні основи методу. Закон світлопоглинання Бугера-Ламберта-Бера та його математичний вираз. Величини, що характеризують поглинання як основну характеристику чутливості фотометричної реакції. Ефективний та істинний молярний коефіцієнт поглинання.

Відхилення від основного закону світлопоглинання. Причини відхилення, пов'язані з немонохроматичністю світлового потоку та станом поглинаючих світло частинок у розчині.

Способи визначення концентрації речовин у фотометричному аналізі: розрахунковий за відомим молярним коефіцієнтом, калібрувальний графік, порівняння оптичних густин, добавок.

Сполучення фотометрії з титриметрією. Гібридні методи - екстракційно-фотометричні, фотометричне титрування.

#### **Лабораторне заняття №1**

Побудова спектральної кривої світлопропускання досліджуваного розчину.

#### **Лабораторне заняття №2**

Визначення молярного показника поглинання розчинів різної концентрації.

#### **Лабораторне заняття №3**

Побудова спектральної кривої молярного показника поглинання розчину.

## **Лабораторне заняття №4**

Вивчення залежності оптичної густини від товщини абсорбуючого шару.

## **Лабораторне заняття №5**

Визначення залежності оптичної густини розчину від довжини хвилі.

## **Лабораторне заняття №6**

Фотометричне визначення міді в розчині.

### **1.3 Нефелометричний і турбідиметричний методи аналізу**

Мутні системи. Рівняння Релея - лежить в основі нефелометричних визначень. Зв'язок між інтенсивністю світла і концентрацією речовини при турбідиметричних визначеннях. Значення умов одержання суспензії. Метод турбідиметричного титрування.

### **1.4 Атомно-емісійний спектральний аналіз**

Джерела збудження: полум'я, електрична дуга сталого струму, дуговий розряд, високовольтна конденсована іскра, плазмотрон.

Якісний і кількісний аналіз. Рівняння Ломакіна-Шейбе.

Спектральні методи визначення концентрацій: напівкількісні (метод порівняння і метод зниження), кількісні (фотографічний, метод трьох еталонів).

Емісійна фотометрія полум'я. Склад і будова полум'я. Техніка визначень і правила безпеки роботи з горючими газами. Застосування полуменевої фотометрії в аналізі природних об'єктів.

### **1.5 Атомно-абсорбційний спектральний аналіз**

Теоретичні основи методу. Способи атомізації. Джерела характеристичного випромінювання. Методи визначення концентрації: метод порівняння, метод калібрувального графіку, метод добавок.

Можливості методу у порівнянні з емісійною фотометрією. Застосування методу.

### **1.6 Люмінесцентний спектральний аналіз**

Явище люмінесценції. Флуоресценція і фосфоресценція. Люміноформ. Закон Стокса. Енергетичний вихід люмінесценції, залежність від ряду факторів.

Види люмінесцентного аналізу: сортовий аналіз, кількісний люмінесцентний аналіз, хімічний люмінесцентний аналіз, люмінесцентна хроматографія.

### **1.7 Інфрачервона-спектроскопія**

Походження ІЧ - спектрів. Валентні, і деформаційні коливання. Ймовірність коливальних переходів. Основні спектральні лінії. Обертони.

Ідентифікація речовин за ІЧ - спектрами. Атласи спектрів.

Застосування ІЧ - спектроскопії при аналізі об'єктів навколишнього середовища.

### **1.8 Рефрактометричний метод аналізу**

Явище рефракції. Теоретичні основи методу: заломлення світла, дифракція, мольна і питома рефракція. Практика рефрактометричного аналізу.

### **1.9 Поляриметричний метод аналізу**

Суть методу. Теоретичні основи. Оптично активні речовини. Методи визначення концентрації оптично активної речовини. Явище інверсії. Апаратура поляриметричного аналізу.

## **Модуль 2 Електрохімічні методи аналізу**

### **2.1 Введення в електрохімічні методи аналізу**

Класифікація електрохімічних методів аналізу. Електрохімічна комірка. Індикаторний електрод і електрод порівняння. Оборотноість електрохімічних реакцій. Рівноважні і нерівноважні електрохімічні системи. Явища, які виникають при проходженні струму (омічний спад напруги, концентраційна і кінетична поляризація). Поляризаційні криві.

### **2.2 Потенціометричні методи аналізу**

Загальна характеристика методу. Класифікація і характеристика електродів у потенціометрії. Металеві, металоксидні, рідкі, газові мембранні електроди. Електроди для вимірювання концентрації іонів  $H^+$  водневий, хінгідронний, сурм'яний. Скляний електрод. Принцип дії. Переваги і недоліки. Електроди порівняння – хлор срібний і каломельний електроди.

Потенціометричне титрування: Вимірювання електродного потенціалу в процесі титрування. Криві титрування. Реакції, що використовуються в потенціометричному титруванні, та вимоги до них.

Переваги і недоліки потенціометричного титрування.

### **2.3 Електрогравіметричний метод аналізу**

Загальна характеристика методу. Теоретичні основи. Рівноважний потенціал і потенціал розкладу. Внутрішній електроліз. Переваги і недоліки методу.

### **2.4 Кулонометричні методи аналізу**

Теоретичні основи. Рівняння Фарадея. Зв'язок з електрогравіметричним методом. Методи кулонометрії. Пряма кулонометрія, кулонометричне титрування та його особливості. Внутрішня і зовнішня генерація титранта. Переваги і обмеження кулонометричного аналізу.

### **2.5 Поляррографічні методи аналізу**

Суть методу і його переваги. Явище поляризації і його види. Поляризація ртутного електрода. Переваги і недоліки ртутного електрода. Характеристика поляррографічної, кривої та умови її одержання. Конденсаторний (ємкісний), міграційний і дифузійний струми.

Граничний дифузійний струм. Рівняння Ільковича. Залежність величини граничного дифузійного струму від природи і концентрації депольаризатора,

характеристики капіляра, висоти ртутного стовпа і температури. Рівняння полярографічної хвилі Ільковича - Гейровського.

Графічна обробка полярографічної хвилі і потенціалу півхвилі ( $E_{1/2}$ ). Потенціал півхвилі і фактори, що впливають на його, величину. Методи кількісного визначення речовини в полярографії.

## **2.6 Вольтамперометричні методи аналізу**

Інверсійна вольтамперометрія. Вольтамперометрія зі швидкою (лінійною) розгорткою потенціалу. Зміннострумова вольтамперометрія.

## **2.7 Кондуктометричні методи аналізу**

Теоретичні основи методу. Питома та еквівалентна електропровідність та зв'язок між ними. Вплив концентрації електролітів на електропровідність. Прямая кондуктометрия і кондуктометричне титрування. Реакції, які застосовуються в кондуктометричному титруванні. Високочастотне титрування. Контроль якості води кондуктометричним методом.

## **2.8 Амперометричне титрування**

Суть методу. Реакції, які використовують в методі амперометричного титрування. Переваги і недоліки методу.

# **Модуль 3 Фізико - хімічні методи розділення**

## **3.1 Хроматографія**

Основні принципи методу і його переваги. Види хроматографічного методу. Газова та рідинна хроматографія. Хроматографічні характеристики (коефіцієнт ємкості, коефіцієнт розділення, характеристики піків). Основні теоретичні положення. Концепція теоретичних тарілок, її недоліки. Кінетична теорія.

Хроматографічний аналіз (якісний і кількісний). Іонообмінна хроматографія.

## **3.2 Екстракція**

Характеристики процесу екстракції. Швидкість екстракції та фактори, які впливають на неї. Реєстрація. Основні органічні реагенти, які використовуються у методі екстракції. Застосування і переваги методу екстракції.

## **3.3 Інші види фізико-хімічних методів аналізу**

**Термічний аналіз** Основоположники методу. Суть термічного аналізу. Криві охолодження і нагрівання та їх одержання. Термогравіметричний метод аналізу, застосування.

**Метод мас-спектрометрії.** Суть методу і його застосування. Мас-спектрометри.

**Радіохімічні методи аналізу.** Радіоактиваційний метод. Метод ізотопного розведення та радіометричного титрування.

**Резонансні методи.** Методи ядерного магнітного резонансу (ЯМР) і електронного парамагнітного резонансу (ЕПТМР).

## **4 САМОСТІЙНА РОБОТА**

Вимоги до організації самостійної роботи студентів та структура навчальних завдань визначаються робочими навчальними програмами дисципліни.

Завданнями самостійної роботи студентів є підготовка і виконання поточних навчальних лабораторних завдань під керівництвом викладача, а також самостійне вивчення окремих розділів дисципліни.

## 5 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

- 1 Дорохова Э.Н., Прохорова Г.В. Физико-химические методы анализа. М.: "Высшая школа", 1991. - 255с.
- 2 Набиванець Б.Й., Сухан В.В., Калабіна Л.В. Аналітична хімія природного середовища. – К.: Либідь, 1996. – 304с.
- 3 Клименко М.О., Прищепа А.М., Вознюк Н.М. Моніторинг довкілля. – К.: Академія, 2006. – 359с.
- 4 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.
- 5 Ляликов Ю.С. Физико-химические методы анализа. М.: Изд-во "Химия". 1974. - 535с.
- 6 Пилипенко А.Т., Пятницкий И.В. Аналитическая химия: В 2 т. - М.: Химия, 1990. - Т. 1-2. – 846с.
- 7 Практикум по агрохимии / Под ред. Минеева В.Г. М.: МГУ, 1989. – 303с.
- 8 Русин Г.Г. Физико-химические методы анализа в агрохимии. М: ВО "Агропромиздат", 1990. - 303с.
- 9 Скоробогатий Я.П. Фізико-хімічні методи аналізу. Л.: Каменяр, 1993. - 164с.
- 10 Физико-химические методы анализа. Практическое руководство. \ Под ред. В.Б. Алесковского. Л.: Химия, 1988. - 374с.
- 11 Грабовський В.А., Караван Ю.В., Токар Ю.С. Методи та засоби оцінки стану довкілля – Львів: ЛНУ ім. І.Франка, 2005. -.324с.
- 12 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.

## **6 ФОРМА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ ТА ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ УСПІШНОСТІ НАВЧАННЯ**

Оцінювання якості засвоєння навчальної дисципліни «Фізико-хімічний аналіз» складається з поточного контролю успішності, модульного контролю, та проведення підсумкового екзамену.

Для модульного контролю засвоєння студентами навчального матеріалу, що вивчається під час аудиторних занять і самостійної роботи, передбачено проведення модульних контрольних робіт, порядок проведення та зміст яких наводяться в робочих навчальних програмах з урахуванням наявних засобів діагностики.

Для атестації студентів на відповідність їх знань і вимог, викладених в цій навчальній програмі, передбачене в кінці вивчення дисципліни проведення екзамену, до якого кожен студент повинен виконати всі лабораторні роботи.

В освітньо-професійній програмі спеціальності 5.04010602 «Прикладна екологія» та в робочій навчальній програмі дисципліни «Фізико-хімічний аналіз» створюються фонди засобів педагогічної діагностики, які включають типові завдання, модульні контрольні роботи, тести тощо. Вони повинні забезпечувати об'єктивну оцінку знань, умінь та рівнів набутих компетенцій в галузі 0401 «Природничі науки».