

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ**  
**«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ім. Ігоря Сікорського»**  
**Інженерно-хімічний факультет**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан інженерно-хімічного факультету

(назва інституту/факультету)

\_\_\_\_\_ Панов Є.М.  
(підпис) (ініціали, прізвище)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 р.

**Аналітична хімія**

(назва навчальної дисципліни)

**ПРОГРАМА**

**навчальної дисципліни**

**освітній ступінь** \_\_\_\_\_ **бакалавр**  
(назва освітньо-кваліфікаційного рівня)

**за спеціальністю** **101 Екологія**  
(шифр і назва)

**за спеціалізацією** **Екологічна безпека**  
(шифр і назва)

Ухвалено методичною комісією  
інженерно-хімічного факультету

(назва інституту/факультету)

Протокол від 18.05. 2017 р. № 10

Голова методичної комісії

\_\_\_\_\_ Д.Е. Сідоров  
(підпис) (ініціали, прізвище)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 р.

Київ – 2017

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

доцент, к.т.н., доцент Терещенко Оксана Миколаївна  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Програму затверджено на засіданні кафедри екології та технології рослинних полімерів

\_\_\_\_\_  
(повна назва кафедри)

Протокол від «18» 05.2017 року № 10

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_  
(підпис) М.Д. Гомеля  
(ініціали, прізвище)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 р.

## **Вступ**

Програму навчальної дисципліни «Аналітична хімія» складено відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів спеціальності 101 Екологія спеціалізації Екологічна безпека.

Навчальна дисципліна належить до дисциплін циклу професійної та практичної підготовки.

Предмет навчальної дисципліни – розробка теоретичних основ методів аналізу, відкриття та встановлення нових закономірностей і співвідношень між хімічними елементами; вдосконалення існуючих та розробка нових, більш швидких і точних методів аналізу.

Міждисциплінарні зв'язки: навчальній дисципліні «Аналітична хімія» передують навчальні дисципліни, такі як: «Хімія з основами біогеохімії», «Спеціальні розділи біогеохімії», «Фізика», «Вища математика». Навчальна дисципліна «Аналітична хімія» забезпечує дисципліни «Моніторинг довкілля», «Моделювання та прогнозування стану довкілля», «Техноекологія», «Хімія навколишнього середовища», «Технологія та обладнання захисту гідросфери», «Утилізація та рекуперація відходів».

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

#### **1.1. Мета навчальної дисципліни.**

Метою вивчення даної дисципліни є формування у студентів теоретичних основ якісного і кількісного аналізу, практичних навичок їх виконання та використання для вирішення конкретних задач.

Відповідно до мети, підготовка бакалаврів вимагає формування наступних здатностей:

- застосування знань з аналітичної хімії в обсязі, необхідному для освоєння професійних дисциплін;
- проведення простого хімічного учбово-дослідного експерименту, володіння основними прийомами роботи в хімічній лабораторії;
- проведення якісного, кількісного аналізу хімічних речовин.

#### **1.2. Основні завдання навчальної дисципліни.**

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати такі результати навчання:

##### **знання:**

- основ аналітичної хімії;
- методів якісного аналізу;
- методів кількісного аналізу;

##### **уміння:**

- в залежності від кількості, природи аналізованого об'єкту і від вимог до метрологічних характеристик (чутливість, достовірність, відтворюваність), обгрунтовано вибрати оптимальний метод аналізу;
- базуючись на теоретичних даних інтенсифікації хімічних процесів, обирати умови проведення експерименту;

- використовуючи теоретичні уявлення та навички при проведенні хімічного аналізу, здійснювати якісний та кількісний контроль при вирішенні екологічних завдань;
- використовуючи теоретичні положення аналітичної хімії та довідкові дані фізико-хімічних властивостей сполук в умовах виробничих хімічних лабораторій, розраховувати необхідні параметри (маси речовин, концентрації компонентів тощо) для приготування робочих розчинів (титрантів, буферів, індикаторів);
- використовуючи теоретичні положення загальної та аналітичної хімії, довідкові дані, лабораторне обладнання та реактиви, проводити хімічний експеримент;
- на основі теоретичних знань щодо якісних реакцій на хімічні елементи, застосовуючи відповідні реактиви та лабораторне обладнання, виконувати якісний аналіз простих об'єктів техногенного і природного походження;
- використовуючи методики визначення, лабораторне обладнання та необхідні реактиви, визначати кількість хімічного елементу або його сполук в розчині.

**досвід:**

- ідентифікація речовин;
- виконання хімічних експериментів;
- виконання технічних експериментів;
- вирішування загальних та спеціальних задач;
- контроль та регулювання технологічного процесу.

**2. Структура навчальної дисципліни**

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 300 години/ 10 кредитів ECTS.

Навчальна дисципліна містить кредитні модулі:

1) Аналітична хімія – 1. Якісний аналіз

(назва кредитного модуля)

2) Аналітична хімія – 2. Кількісний аналіз

**Рекомендований розподіл навчального часу**

Форма навчання	Кредитні модулі	Всього		Розподіл навчального часу за видами занять				семестрова атестація
		кредитів	годин	Лекції	Практичні (семінарські)	інд.зан. (комп'ютерні практикуми)	СРС	
Денна	<i>Всього</i>	<i>10</i>	<i>300</i>	<i>54</i>	<i>-</i>	<i>90</i>	<i>156</i>	
	<i>1</i>	<i>5</i>	<i>150</i>	<i>18</i>	<i>-</i>	<i>54</i>	<i>78</i>	<i>екзамен</i>
	<i>2</i>	<i>5</i>	<i>150</i>	<i>36</i>	<i>-</i>	<i>36</i>	<i>78</i>	<i>екзамен</i>
Заочна	<i>Всього</i>	<i>10</i>	<i>300</i>	<i>6</i>	<i>-</i>	<i>18</i>	<i>276</i>	
	<i>1</i>			<i>3</i>	<i>-</i>	<i>9</i>	<i>138</i>	<i>екзамен</i>
	<i>2</i>			<i>3</i>	<i>-</i>	<i>9</i>	<i>138</i>	<i>екзамен</i>

### **3. Зміст навчальної дисципліни**

#### **Модуль 1. Якісний аналіз**

**Розділ 1. Якісний хімічний аналіз як перший ступінь аналітичного дослідження.**

Перспективи розвитку хімічної науки та промисловості. Предмет аналітичної хімії. Класифікація аналітичних реакцій.

#### **Розділ 2. Хімічна рівновага в реальних системах**

Йонні рівноваги в розчинах електролітів. Фактори, котрі впливають на рівновагу в реальних системах. Прості та складні реакції. Закон діючих мас. Теорія електролітичної дисоціації. Розрахунок рівноважних концентрацій компонентів реакції при дисоціації слабких електротів.

**Розділ 3. Основні типи хімічних реакцій, які використовуються в аналітичній хімії**

#### *Рівноваги в системі осад-розчин*

Розчинення і утворення осадів. Добуток розчинності. Вплив одноіменних йонів на розчинність осадів. Розчинність осадів у кислотах. Розчинність осадів при утворенні комплексів. Осади кристалічні та аморфні. Поняття про колоїдні розчини.

#### *Кислотно-основні рівноваги.*

Йонний добуток води. Поняття про рН. Розрахунок концентрацій водневих йонів розчинів кислот та основ. Гідроліз. Концентрація водневих йонів розчинів солей. Буферні розчини.

#### *Комплексоутворення.*

Комплексні сполуки з аніонами сильних і слабких кислот. Вплив рН, концентрації лігандів на утворення комплексних сполук. Застосування комплексних сполук в аналізі.

#### *Окисно-відновні рівноваги.*

Загальна характеристика. Окиснювально-відновний потенціал. Рівніння Нернста. Окиснювальний потенціал і напрям окиснення-відновлення. Константа рівноваги окиснювально-відновної реакції. Вплив рН на глибину проходження окиснювально-відновних реакцій в аналізі .

#### **Розділ 4. Методи маскування, розділення і концентрування**

Маскування, розділення та концентрування. Осадження і співосадження. Екстракція. Сорбція: органічні та неорганічні сорбенти. Загальна характеристика методів.

#### **Модуль 2. Кількісний аналіз**

#### **Розділ 1. Загальна характеристика методів кількісного аналізу**

Задачі і методи кількісного хімічного аналізу. Класифікація методів кількісного хімічного аналізу

#### **Розділ 2. Метрологічні характеристики методів аналізу**

Класифікація похибок. Правильність і точність аналізу, стандартне відхилення.

### **Розділ 3. Відбір і підготовка проби до аналізу**

Відбір проби. Підготування проби до аналізу.

### **Розділ 4. Гравіметричний (ваговий) аналіз**

Суть гравіметричного методу. Розрахунок наважки. Утворення осаду. Будова осаду. Основні етапи гравіметричного аналізу. Фільтрування, промивання, висушування та прожарювання осадів. Вимоги до гравіметричної форми. Розрахунки в гравіметричному аналізі. Використання гравіметричних методів.

### **Розділ 5. Титриметричні методи аналізу**

Загальні положення методу. Стандартизація розчинів. Основні прийоми титрування Індикатори. Класифікація методів. Обчислення в титриметричному методі.

*Метод кислотно-основного титрування.*

Робочі розчини. Індикатори в кислотно-основному титруванні. Криві титрування. Помилки титрування.

*Кислотно-основне титрування у неводних розчинах.*

Титрування кислот у неводних розчинниках. Титрування основ у неводних розчинниках.

*Методи осадження і комплексоутворення.*

Загальна характеристика методів. Аргентометрія. Меркурометрія. Меркуриметрія. Індикатори. Метод комплексонометрії.

*Методи окиснення-відновлення в титриметричному аналізі.*

Метод перманганометрії. Робочі розчини. Індикатори Практичне застосування. Метод хроматометрії. Робочі розчини. Індикатори Практичне застосування.

Метод йодометрії. Робочі розчини. Індикатори Практичне застосування.

Метод церійметрії. Робочі розчини. Індикатори Практичне застосування.

Метод нітритометрії. Робочі розчини. Індикатори Практичне застосування.

## **4. Рекомендована тематика практичних (семінарських) занять**

Згідно навчального плану практичних занять (комп'ютерних практикумів) не передбачено.

## **5. Рекомендований перелік лабораторних робіт (комп'ютерних практикумів)**

Лабораторні роботи дозволяють отримати студентам уміння працювати з хімічними реагентами, посудом і приладами, здійснювати хімічний експеримент і проводити первинні наукові дослідження. Для підвищення пізнавальної активності студентів і отримання ними первинних навичок

наукових досліджень, в ці класичні лабораторні роботи введені елементи наукового експерименту, а саме:

- а) самостійно підібрати реактиви для проведення тієї або іншої реакції;
- б) пояснити протікання однієї реакції і не протікання іншої, на перший погляд подібної, реакції; і так далі.

Тематика лабораторних робіт охоплює основні розділи якісного і кількісного аналізу. При проведенні лабораторного практикуму створюються умови для максимально самостійного виконання студентами лабораторних робіт. Тому лабораторні зайняття починаються з проведення експрес-опитування по теоретичному матеріалу, необхідному для виконання роботи (з оцінкою), перевірки планів виконання лабораторних робіт, підготовлених студентами в рамках самостійної роботи і закінчується оцінкою роботи студента в лабораторії і отриманих ними результатів.

### **Модуль 1. Якісний аналіз**

Вступ до якісного аналізу. Дія загальних групових реагентів на катіони металів. Катіони I-ї аналітичної групи. Систематичний аналіз катіонів I-ї аналітичної групи.

Катіони II-ї та III-ї аналітичних груп. Систематичний аналіз катіонів II-ї та III-ї аналітичних груп.

Катіони IV-ї та V-ї аналітичних груп. Систематичний аналіз катіонів IV-ї та V-ї аналітичних груп.

Катіони VI-ї аналітичної групи. Систематичний аналіз катіонів VI-ї аналітичної групи.

Аналіз суміші катіонів всіх груп.

Розділення аніонів на групи. Дія загальних реагентів на аніони. I-а аналітична група аніонів.

Аніони II-а і III-а аналітичні групи аніонів.

Аналіз індивідуальних неорганічних речовин.

### **Модуль 2. Кількісний аналіз**

*Гравіметричне* визначення вмісту заліза(III) у розчині.

*Титриметричний аналіз. Метод нейтралізації.*

Приготування робочих розчинів та встановлення їх концентрації.

Визначення вмісту тимчасової твердості води, оцтової кислоти, гідроксиду амонію.

Визначення вмісту фосфату натрію.

*Комплексонометрія.*

Приготування робочих розчинів та встановлення їх концентрації.

Визначення загальної та постійної твердості води.

Визначення масової частки магнію (цинку) у технічному зразку.

*Окиснювально-відновні методи.*

Приготування робочих розчинів і визначення їх концентрації.

Перманганатометричне визначення феруму (II).  
Хроматометричне визначення феруму (II).  
Метод йодометрії. Приготування робочих розчинів і визначення їх концентрації. Визначення арсеніту натрію.  
Визначення масової частки купруму у технічному зразку.

#### **6. Рекомендовані індивідуальні завдання**

Згідно навчального плану індивідуальних завдань не передбачено.

#### **7. Рекомендована література**

##### **Базова**

1. Васильев В.П. Аналитическая химия. В 2 ч. Ч. 1. Гравиметрический и титриметрический методы анализа: Учебник для химико-технологических спец. вузов.— М.: Высшая школа, 1989. — 320 с.
2. Пилипенко А.Т., Пятницкий И.В. Аналитическая химия. В 2-х книгах.— М.: Химия, 1990.— Кн. 1 — 480 с.
3. Крешков А.П. Основы аналитической химии. В 3-х томах. — М.: Химия, 1976. — т.1. — 584 с.
4. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии.— М.: Химия, 1989.— 448 с.
5. Основы аналитической химии. В 2 кн. Кн. 1. Общие вопросы. Методы разделения: Учебн. для вузов/ Ю.А. Золотов, Е.Н. Дорохова и др. Под ред. Ю.А. Золотова.- М.: Высш. шк., 2000. — 351 с.
6. Основы аналитической химии. В 2 кн. Кн. 2. Методы химического анализа: Учебн. для вузов/ Ю.А. Золотов, Е.Н. Дорохова и др. Под ред. Ю.А. Золотова.- М.: Высш. шк., 2000. — 494 с.
7. Пилипенко И.В. Теоретические основы аналитической химии. — К.: Вища школа, 1978.— 272 с.
8. Бутченко Л.І., Терещенко О.М., Черьопкіна Р.І. Збірник задач з аналітичної хімії.-К.: ЕКМО, 2011. — 181 с.
9. Аналітична хімія. Якісний хімічний аналіз. Методичні вказівки до вивчення дисципліни/ Укл. Л.І. Бутченко, О.П. Хохотва, О.М. Терещенко, О.В. Глушко — НТУУ «КПІ», 2013. — 136 с.
10. Програма, методичні вказівки та контрольні завдання по курсу “Аналітична хімія”. / Укл.: О.Й. Хоцяновський, Н.В. Чорна, Є.П. Клименко та ін. — НТУУ “КПІ”, 1998. — 52 с. Частина I. Основи аналітичної хімії.
11. Аналітична хімія. Методи аналітичної хімії в екологічних дослідженнях. Частина I. Хімічні методи аналізу. Методичні вказівки до вивчення дисципліни/ Укл. Л.І.Бутченко; О.П.Хохотва, О.М.Терещенко — НТУУ «КПІ», 2010. — 68 с.

##### **Допоміжна**

12. Ляшков Ю.С., Клячко Ю.А. Теоретические основы современного качественного анализа. — М.: Химия, 1978 — 321 с.



13. Чарыков А.К. Математическая обработка результатов качественного анализа. – Л.: Химия, 1989. – 168 с.
14. Дорохова Є.М., Прохорова Г.В. Задачі та запитання з аналітичної хімії.— К.: Київ. універ., 2001.—282 с.
15. Практикум по аналитической химии/ Под ред. В.Д. Пономарева, Л.И. Ивановой. – М.:Высшая школа, 1983.-245 с.

### **8. Засоби діагностики успішності навчання**

Практико-орієнтовані завдання у вигляді екзаменаційних білетів.

### **9. Методичні рекомендації**

Лекційні заняття проводяться у навчальних групах чисельністю 20-25 студентів, лабораторні – у навчальних групах – 10 – 15 студентів.

Дисципліна вивчається шляхом аудиторного прослуховування лекцій, проведення лабораторного практикуму, детального вивчення пройденого матеріалу в домашніх умовах, самостійного вивчення окремих тем.

Для забезпечення студентів методичною літературою розроблено курс лекцій, а також виданий навчальний посібник, рекомендований Міністерством освіти і науки України [8] та методичні вказівки до вивчення дисципліни [11], розроблено методичні вказівки до виконання лабораторних і самостійних робіт [9], рекомендовані Вченою Радою ІХФ.

За денною формою навчання пропонується впровадження рейтингової системи оцінки успішності засвоєння студентами навчального матеріалу з дисципліни.