

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»  
МІНІСТЕРСТВА ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної  
та навчальної роботи

\_\_\_\_\_ О.І. Гура

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 р.

**АНАЛІТИЧНА ХІМІЯ**

**ПРОГРАМА**

**навчальної дисципліни**

**підготовки бакалаврів**

**напряму 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та  
збалансоване природокористування»**

Кафедра хімії

2015 рік

**РОЗРОБЛЕНО ТА ВНЕСЕНО:** кафедра хімії біологічного факультету  
Запорізького національного університету

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: Петруша Ю.Ю., к.б.н., ст. викладач, Панасенко Т.В.,  
к.фарм.н., доцент

ОБГОВОРЕНО ТА РЕКОМЕНДОВАНО ДО ЗАТВЕРДЖЕННЯ КАФЕДРОЮ  
ХІМІЇ «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 року, протокол № \_\_\_

Завідувач кафедри хімії, д.б.н., проф. \_\_\_\_\_ Бражко О.А.

## Вступ

Програма вивчення навчальної дисципліни «Аналітична хімія» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів напряму 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування».

**Предметом** вивчення навчальної дисципліни є методи якісного та кількісного дослідження складу речовин або їх суміші.

**Міждисциплінарні зв'язки:** знання, отримані студентами з дисциплін «Хімія з основами біогеохімії», «Вища математика», «Техніка експерименту».

Вивчення курсу «Аналітична хімія» створює фундамент для розвитку та поглиблення знань з дисциплін: «Органічна хімія та екологічна біохімія», «Фізична та колоїдна хімія», «Основи екологічної токсикології», «Утилізація та рекуперація відходів», «Геологія з основами геоморфології», «Засоби знешкодження токсичних речовин», «Моніторинг довкілля», «Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища», «Забруднення та охорона ґрунтів та підземних вод», «Водопостачання та поліпшення якості води», «Ґрунтознавство».

Програма навчальної дисципліни складається з таких змістових модулів:

1. Теоретичні основи хімічного аналізу на основі фізико-хімічних законів. Якісний аналіз.
2. Кількісний аналіз.

### 1. Мета та завдання навчального курсу

1.1. Метою викладання дисципліни є поглиблене засвоєння фундаментальних знань в області хімії, які є основою для подальшого вивчення циклу хіміко-екологічних дисциплін а також будуть широко використані в практичній роботі фахівця-еколога.

1.2. Основними завданнями дисципліни «Аналітична хімія» є вивчення методів якісного та кількісного дослідження складу речовин або їх суміші. Якісний аналіз дає можливість встановити окремі хімічні елементи, іони, функціональні групи, які входять до складу речовин, що аналізують. Мета кількісного аналізу – встановити кількісні співвідношення складових частин речовини та суміші речовин. Знання з хімії в подальшому будуть використані при вивченні основ моніторингу об'єктів навколишнього середовища, вимірюванні його параметрів, очистки атмосфери, води і ґрунтів, утилізації відходів, основ токсикології та інші. Такий напрямок дозволить майбутнім фахівцям в галузі екології створити природничий фундамент, на базі якого будуть розвиватись та поглиблюватись знання в області охорони навколишнього середовища, в тому числі конструктивної екології як найбільш прогресивного напрямку захисту довкілля.

1.3. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:

**знати:**

- основні якісні реакції катіонів та аніонів;

- основні принципи аналізу суміші катіонів та аніонів;
- хімічні, фізичні та фізико-хімічні методи аналізу;
- теоретичні основи хімічного аналізу на основі фізико-хімічних законів;
- мати уявлення про межі застосування методів аналізу.

**вміти:**

- використовувати методи хімічного аналізу речовин для встановлення їх якісного та кількісного складу;
- проводити розрахунки кількісного складу речовин на основі фізико-хімічних законів;
- використовувати в роботі довідкову, навчальну літературу; знаходити інші необхідні джерела інформації і працювати з ними.

## **2. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни**

### **Змістовий модуль 1. Теоретичні основи хімічного аналізу на основі фізико-хімічних законів. Якісний аналіз.**

**Тема 1. Аналітична хімія та її завдання; становлення аналітичної хімії як науки.** Дослідницька функція: вивчення взаємозв'язку між будовою речовин та її хіміко-аналітичними властивостями; дослідження структури найважливіших біологічно активних сполук, розвиток біоаналітичної хімії; вирішення проблеми охорони навколишнього середовища. Хіміко-технологічний контроль виробництва на всіх його етапах. Становлення аналітичної хімії як науки. Значення праць М.В. Ломоносова, Д.І. Менделєєва, М.С. Цвета, В.І. Вернадського, Л.О. Чугаєва, І.П. Алімарина, І.В. Тананаєва. Розвиток аналітичної хімії в Україні.

**Тема 2. Методи аналітичної хімії, стандарти та їх значення.** Державний стандарт України ДСТУ 2439 – 94 «Елементи хімічні та речовини прості. Терміни та визначення основних понять. Умовні позначення». (Чинний від 1995 – 01 – 01) Методи аналізу за: способами розв'язування тієї чи іншої задачі; вимірюваною властивістю; речовиною, яку аналізують; об'єктом аналітичного контролю і метою аналізу; масою речовини, взятою для аналізу.

**Тема 3. Предмет і завдання якісного аналізу, методи якісного аналізу, аналітичні реакції.** Якісний склад речовини: елементний, іонний, молекулярний, фазовий. Методи якісного аналізу: метод сухої хімії, метод мокрої хімії. Пірохімічний аналіз: перевірка на забарвлення полум'я; одержання забарвлених перлин при сплавленні досліджуваної речовини (солі, оксиду металу) з бурою ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ ). Механо-хімічні методи або аналіз методом розтирання. Методи за технікою виконання характерних реакцій мокрим способом: пробірковий, безпробірковий, краплинний, мікрокристалоскопічний, безстружковий, екстракційні. Три групи аналітичних реакцій: реакції відкриття або виявлення; реакції перевірки або тотожності, реакції розділення. Загальноаналітичні реакції. Групові аналітичні реакції, характерні реакції, специфічні реакції, селективні або вибіркові реакції. Вимоги до аналітичних

реакцій, чутливість, гранична або найменша концентрація  $C_{\text{гран.}}$ , граничне розбавлення  $V_{\text{гран.}}$ , відкриваний мінімум  $m(X)$ . Умови, які впливають на чутливість аналітичної реакції: достатня концентрація реактиву і аналізованої речовини; наявність відповідного рН середовища; дотримання температурного режиму; об'єм аліквоти; послідовність додавання реактивів.

**Тема 4. Катіони.** Перша аналітична група: натрій-, калій-, амоній- катіони, загальна характеристика, якісні реакції. Систематичний хід аналізу суміші катіонів першої аналітичної групи. Друга аналітична група катіонів – катіони групи хлоридної кислоти; загальна характеристика, якісні реакції. Систематичний хід аналізу суміші катіонів другої аналітичної групи. Третя аналітична група катіонів – катіони групи сульфатної кислоти; загальна характеристика, якісні реакції. Систематичний хід аналізу суміші катіонів третьої аналітичної групи. Систематичний хід аналізу суміші катіонів першої, другої, третьої аналітичних груп. Четверта аналітична група катіонів – група катіонів амфотерних гідроксидів; загальна характеристика, якісні реакції. Систематичний хід аналізу суміші катіонів четвертої аналітичної групи. П'ята аналітична група катіонів – група катіонів гідроксидів, нерозчинних у лугах; загальна характеристика, якісні реакції. Систематичний хід аналізу суміші катіонів п'ятої аналітичної групи. Шоста аналітична група катіонів – катіони групи гідроксидів, які розчиняються в надлишку амоніаку; загальна характеристика, якісні реакції. Систематичний хід аналізу суміші катіонів шостої аналітичної групи. Систематичний хід аналізу суміші катіонів четвертої – шостої аналітичних груп. Систематичний хід аналізу суміші катіонів першої – шостої аналітичних груп за кислотно-лужною систематикою.

**Тема 5. Аніони.** Аналітична класифікація аніонів. Характерні реакції аніонів першої аналітичної групи: сульфат-, сульфід-, фосфат-, карбонат-, силікат-аніонів. Аналіз суміші аніонів першої аналітичної групи. Характерні реакції аніонів другої аналітичної групи: сульфід-, хлорид-, бромід-, йодид-аніонів. Аналіз суміші аніонів другої аналітичної групи. Характерні реакції аніонів третьої аналітичної групи: ацетат-, нітрит-, нітрат-аніонів. Аналіз суміші аніонів третьої аналітичної групи. Аналіз суміші аніонів першої – третьої аналітичних груп.

**Тема 6. Суха речовина, її аналіз.** Аналіз сухої речовини, розчинної у воді. Аналіз сухої речовини, не розчинної у воді. Аналіз суміші речовин невідомого складу.

**Тема 7. Рівновага  $H^+$  та  $OH^-$  у водних розчинах.** Іонний добуток води. Водневий показник. Визначення рН та рОН розчинів. Буферні розчини, буферна ємкість. Сучасні уявлення про природу кислот та основ.

**Тема 8. Використання закону діючих мас до процесів осадження та розчинення речовин в аналітичній хімії.** Добуток розчинності і його зв'язок з розчинністю. Умови утворення осадів. Дробне осадження. Перехід малорозчинних сполук в інші. Вплив різних факторів на розчинення осадів. Використання ЗДМ у виборі умов проведення аналітичних реакцій з утворенням та розчиненням осадів.

**Тема 9. Використання закону діючих мас до рівноваг комплексоутворення.** Комплексні сполуки, їх структура, класифікація.

Константа нестійкості та константа стійкості, взаємозв'язок між ними, використання. Використання реакцій комплексоутворення в якісному аналізі в аналітичній хімії. Маскування іонів. Демаскування іонів в кількісному аналізі.

**Тема 10. Органічні реактиви в якісному аналізі неорганічних речовин.**

**Тема 11. Основи теорії окисно-відновних процесів, які використовуються в якісному аналізі.**

**Тема 12. Функціональні групи.**

## **Змістовий модуль 2. Кількісний аналіз.**

**Тема 1. Гравіметричний аналіз.** Загальні положення гравіметричного методу аналізу, теорія осадження. Операції гравіметричного аналізу. Типи гравіметричних визначень та розрахунки в аналізі.

**Тема 2. Титриметричний аналіз.** Реакції, які використовуються в титриметричному аналізі. Класифікація методів титриметрії. Розрахунки в об'ємному аналізі. Встановлення точки еквівалентності. Стандартні розчини.

**Тема 3. Метод кислотно-лужного титрування.** Характеристика методу кислотно-лужного титрування зміна рН в процесі кислотно-лужного титрування. Вибір індикаторів. Розрахунки в кислотно-лужному титруванні.

**Тема 4. Методи окисно-відновного титрування.** Характеристика методів окисно-відновного титрування та їх класифікація. Еквівалентні маси окисників, відновників; криві титрування, індикатори. Визначення відновників та окисників методом перманганометрії та йодометрії.

**Тема 5. Методи комплексонометрії.** Характеристика методів комплексонометрії. Знаходження точки еквівалентності, криві титрування. Пряме та оборотне комплексонометричне титрування. Визначення твердості води.

**Тема 6. Зміст і класифікація методів осадження.** Способи фіксування точки еквівалентності. Аргентометричне, меркуриметричне та роданометричне титрування. Адсорбційні індикатори.

**Тема 7. Фізико-хімічні методи аналізу.** Розділення і виявлення катіонів другої аналітичної групи способом паперової осадкової хроматографії. Розділення і виявлення катіонів третьої аналітичної групи способом адсорбційно-комплексоутворюючої хроматографії. Розділення і виявлення катіонів четвертої аналітичної групи способом колонкової іонообмінної хроматографії. Розділення і виявлення аніонів третьої аналітичної групи. Рефрактометрія.

## **3. Рекомендована література**

### **Основна**

1. Вершинин В.И., Власова И.В., Никифорова И.А. Аналитическая химия. – М.: Академия, 2011. – 448 с.

2. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия. Учебник в 2-х томах. – М.: Высшая школа, 2003.

3. Глубоков Ю.М. Аналитическая химия / Ю.М. Глубоков, В.А. Головачева, Ю.А. Ефимова А.А. Ищенко и др. – М.: Академия, 2010. – 320 с.

4. Жебентяев А. И. Химические методы анализа / А.И. Жебентяев, А.К. Жерносек, И.Е. Талуть. – М.: Новое знание, 2010. – 544 с.
5. Кристиан Г. Аналитическая химия. В 2-х томах. – М.: Изд-во: Бином, Лаборатория знаний, 2009. – 623 с., 504 с.
6. Сегеда А.С. Аналітична хімія. Якісний аналіз. – ЦУЛ, 2002.
7. Золотов Ю.А. Основы аналитической химии. Книга 1. Общие вопросы. Методы разделения. – М.: Высшая школа, 2002.
8. Золотов Ю.А. Основы аналитической химии. Книга 1. Общие вопросы. Методы химического анализа. – М.: Высшая школа, 2002.
9. Панасенко Т.В. Методичні вказівки до лабораторних робіт з аналітичної хімії (якісний аналіз). Запоріжжя: ЗДУ, 2002.
10. Золотов Ю.А. Химические тест-методы анализа. – М.: Высшая школа, 2002. – 304 с.
11. Харитонов Ю.Я. Примеры и задачи по аналитической химии. – М.: Высшая школа, 2008. – 308 с.

#### **Додаткова**

1. Полеес М.Э., Душечкина И.Н. Аналитическая химия – М.: Медицина, 1994.
2. Логинов Н.Я., Воскресенский А.Г., Солодкин И.С., Аналитическая химия. – М.: Просвещение, 1979.
3. Алексеев В.Н. Курс качественного химического полумикроанализа. – М.: Химия, 1973.
4. Основы аналитической химии / Под ред. Крешкова А.П. – М.: Химия, 1976.
5. Романова Н.В. Основи хімічного аналізу – К.: Рад. школа, 1983.
6. Практикум по аналитической химии / Под ред. Пономарева В.Д., Ивановой Л.И. – М.: Высшая школа, 1983.
7. Васильев В.П. Аналитическая химия. Учебник в 2-х томах. – М.: Высшая школа, 1989.
8. Пилипенко А.Т., Пятницкий И.В., Аналитическая химия. – М.: Химия, 1990.
9. Москвин Л.Н. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии. – М.: Химия, 1991.
10. Шапиро С.А. Аналитическая химия / С.А. Шапиро, С.М. Шапиро. – М.: высшая школа, 1979. – 384 с.
11. Шарло Г. Аналитическая химия. – М., Л.: Химия, 1965. – 977 с.
12. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. – Л.: Изд-во Химия, 1980.

#### **Інформаційні ресурси**

1. <http://pirohimic.ucoz.ru> Хімічна бібліотека
2. <http://lib.e-science.ru>: Електронна наукова Інтернет-бібліотека
3. <http://www.ximicat.com>: Хімічний каталог
4. <http://www.newlibrary.ru>: Нова електронна бібліотека
5. <http://himlib.ru>: Електронна хімічна бібліотека
6. <http://library.chem.univ.kiev.ua>: Електронна бібліотека хімічних книг

**4. Форма підсумкового контролю успішності навчання – залік.**

**5. Засоби діагностики успішності навчання – тестовий контроль, модульна контрольна робота.**