

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА  
імені О.М. Бекетова

СТАНДАРТ ВИЩОЇ ОСВІТИ

"ЗАТВЕРДЖУЮ"



Ректор

В.М. Бабасв

2014 р.

## ФІЗИКО-ХІМІЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ ВОДИ

### ПРОГРАМА

навчальної дисципліни за вибором

підготовки бакалавра

галузі знань 0601 "Будівництво та архітектура"

напряму 6.060103 "Гідротехніка (водні ресурси)"

Стандарт чинний з дати затвердження

Харків - ХНУМГ - 2014



РОЗРОБЛЕНО: Харківський національний університет міського господарства  
імені О.М. Бекетова,

КАФЕДРА хімії

РОЗРОБНИК: к.х.н., доц. Мураєва О.О.

ЗАВДУВАЧ КАФЕДРИ Ганна - (доц. Панайотова Т.Д.)  
“27” серпня 2014 р., протокол № 1

Схвалено **випусковою** кафедрою водопостачання, водовідведення і очищення  
вод. Протокол №1 від “28” серпня 2014 р.

Завідувач випускової кафедри С.С. Душкін (проф. Душкін С.С. )

Програма відповідає формі Програми навчальної дисципліни, що затверджена  
Наказом по ХНУМГ ім. О.М. Бекетова від 24 лютого 2014 р. № 46-01.

Методист НМВ Солнышкін (Солнышкін ) “21” вересня 2014 р.

Обговорено та рекомендовано до затвердження науково-методичною радою  
факультету інженерної екології міст

Голова науково-методичної ради В.О. Ткачов (доц. Ткачов В.О. )

09 вересня 2014 р., протокол № 1

Цей стандарт не може бути тиражований або відтворений будь яким способом без письмової  
згоди ХНУМГ

© ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2014

© О.О. Мураєва, 2014

## ВСТУП

Програма вивчення навчальної дисципліни «Фізико-хімічні методи аналізу води» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра напряму 6.060103 "Гідротехніка (Водні ресурси)", навчальним планом передбачено фахове спрямування "Раціональне використання водних ресурсів"

**Предметом** вивчення навчальної дисципліни є оволодіння теорією та практикою методів фізико-хімічного аналізу.

### Міждисциплінарні зв'язки:

Вивчення цієї дисципліни безпосередньо спирається на:	На результати вивчення цієї дисципліни безпосередньо спираються:
Хімія	Виробнича практика з отримання робочої професії «хімік-лаборант»
Аналітична хімія	Хімія води
Вища математика	Спецдисципліни навчального плану
Фізика	

Програма навчальної дисципліни складається з двох змістових модулів (ЗМ):

ЗМ 1. Оптичні методи аналізу.

ЗМ 2. Електрохімічні методи аналізу.

### 1. Мета та завдання навчальної дисципліни

#### 1.1. Метою викладання навчальної дисципліни є:

- отримання загального уявлення про склад об'єктів навколишнього середовища та наявність у водах речовин-забруднювачів і токсикантів;
- оволодіння базовими знаннями з різних фізико-хімічних методів аналізу об'єктів природного середовища;
- освоєння сучасних фізико-хімічних методів в рішенні конкретних практичних задач з аналізу води;
- вміння оптимально вибирати відповідний метод аналізу при визначенні того чи іншого показника якості води;
- вміння інтерпретувати та опрацьовувати результати експерименту.

#### 1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни є:

- навчити студентів навичкам роботи в хімічній лабораторії;
- набуття практичних навичок проведення хімічного і фізико-хімічного аналізів й роботи з певними приладами та обладнанням;
- навчити студентів проводити математичну обробку результатів прямих і опосередкованих вимірювань.

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

##### **знати:**

- правила техніки роботи в хімічній лабораторії;
- теоретичні основи головних фізико-хімічних методів аналізу;
- головні етапи проведення кожного фізико-хімічного методу аналізу;
- специфіку використання різних методів аналізу в аналізі води.

**вміти:**

- користуватися сучасною літературою з фізико-хімічних методів аналізу, державними та міжнародними стандартами з аналізу води;
- визначати головні критерії, за допомогою яких здійснюється вибір методу аналізу;
- кількісно визначати фізичні та хімічні показники якості води;
- проводити статистичну обробку результатів аналізу і робити висновки;
- розв'язувати розрахункові задачі.

**мати компетентності:**загальнокультурні (ЗК):

- розуміння ролі природничих наук (фізико-хімічних методів аналізу в тому числі) у формуванні наукового світогляду;
- розуміння ролі природничих наук (фізико-хімічних методів аналізу в тому числі) у формуванні наукового світогляду;
- здатність орієнтуватися в умовах певної виробничої діяльності та адаптуватися в нових умовах;
- уміння приймати нагальні рішення;
- здатність до самостійного здобуття хімічних знань з різних джерел інформації;
- володіння комунікативною культурою і застосування її у процесі вирішення практичних завдань;

професійні (ПК):

- здатність розпізнавання хімічних аспектів стану довкілля;
- здатність працювати на сучасній науковій апаратурі при проведенні лабораторних досліджень;
- знання основних етапів і закономірностей проведення фізико-хімічного аналізу водних середовищ;
- володіння теорією і навичками практичної роботи при здійсненні фізико-хімічного аналізу;
- уміння аналізувати наукову літературу з метою вибору напрямку дослідження;
- уміння самостійно складати план проведення певного дослідження;
- здатність використовувати інформаційно-комунікаційні технології для виконання завдань з аналізу об'єктів навколишнього середовища, статистичної обробки результатів наукових експериментів;
- здатність професійно аналізувати отримані результати, робити необхідні висновки, представляти отримані в дослідженнях результати у вигляді звітів і наукових публікацій, формулювати пропозиції.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 108 години 3 кредити ЄКТС.

## 1. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

### Модуль 1. Фізико-хімічні методи аналізу води (3 кредити ЄКТС / 108 год.)

#### Змістовий модуль 1. Оптичні методи аналізу. (1,5 кредити ЄКТС / 54 год.)

**Тема 1. Оптичні методи аналізу та їх класифікація.** Шкала електромагнітного випромінювання. Молекулярно-абсорбційна спектроскопія. Фотометричний аналіз. Спектри поглинання та пропускання однорідними системами. Закон поглинання випромінювання Бугера-Ламберта-Бера, межі його виконання. Оптична густина розчину. Молярний коефіцієнт поглинання та фактори, що на нього впливають. Фотометричні реакції. Візуальна колориметрія та принципи її проведення на прикладі якісного й напівкількісного визначення іонів  $Cu^{2+}$  та  $NH_4^+$ .

**Тема 2. Фотоелектроколориметрія. Спектрофотометрія.** Прилади для вимірювання поглинання випромінювання – фотоелектроколориметрія (ФЕК), спектрофотометри (СФ). Головні вузли і блок-схема приладів. Методи визначення концентрації у фотоелектроколориметрії: метод градуйованого графіка, метод домішок, метод порівняння оптичної густини стандартного і досліджуваного розчинів, метод визначення за середнім значенням молярного коефіцієнта поглинання. Принцип вибору світлофільтрів і кювет. Використання фотометричного аналізу: визначення вмісту іонів  $Cu^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $NH_4^+$ ,  $NO_2^-$  тощо.

**Тема 3. Нефелометрія. Турбідиметрія.** Сутність методів. Особливості і головні принципи використання в аналізі води: визначення вмісту сульфат-, хлорид-іонів та каламутності води.

**Тема 4. Рефрактометрія.** Заломлення світла. Показник заломлення світла й фактори, що на нього впливають. Вимірювання показника заломлення. Повне внутрішнє відбиття. Застосування рефрактометрії для визначення чистоти сполук, їх ідентифікації та концентрації у воді.

#### Змістовий модуль 2. Електрохімічні методи аналізу (1,5 кр. ECTS/36 год.)

**Тема 5. Електрохімічні методи аналізу та їх класифікація. Кондуктометрія.** Електрична провідність розчинів. Питома і еквівалентна електропровідність. Залежність питомої електропровідності від концентрації для сильних і слабких електролітів. Електрохімічна комірка. Визначення сталої комірки. Використання прямої кондуктометрії для визначення солемісту води.

**Тема 6. Кондуктометричне титрування.** Криві титрування сильною кислотою сильним лугом, слабкою кислотою сильним лугом, суміші слабкої і сильною кислотою сильним лугом. Визначення точки еквівалентності та концентрацій речовин.

**Тема 7. Потенціометрія.** Сутність метода. Електродний потенціал. Рівняння Нернста. Електроди та їх класифікація. Вимоги до електродів. Будова скляного електрода. Калібрування скляного електрода. Пряма потенціометрія.

Визначення рН розчину.

**Тема 8. Потенціометричне титрування.** Способи визначення точки еквівалентності. Види потенціометричного титрування (кисотно-лужне, комплексонометричне, окисно-відновне, осаджувальне). Автоматичне титрування. Практичне використання методу в аналізі води.

**Індивідуальні завдання:**

*денна форма* - не передбачена

*заочна форма* - контрольна робота

### 3. Рекомендована література

1. Петрухин О.М. Практикум по физико-химическим методам анализа: учебник. / Петрухин О.М. – М.: Химия, 1987.- 245 с.

2. Васильев В.П. Аналитическая химия. Часть 2. Физико-химические методы анализа: учебник. / Васильев В.П. – М.: Высшая школа, 1989.-384 с.

3. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика). Кн.2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные методы анализа): учебник. /Харитонов Ю.Я. - М.: Высшая школа, 2001.-559 с.

4. Дорохова Е. Н. Аналитическая химия. Физико – химические методы анализа: учебник. /Е. Н. Дорохова, Г. В. Прохорова. – М. Высшая школа, 1991.- 256 с.

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

### 5. Засоби діагностики успішності навчання

При вивченні дисципліни використовується два види контролю: *поточний і підсумковий*.

**Поточний контроль** використовують для контролю засвоєння конкретної теми на відповідних лабораторних заняттях. При цьому можуть застосовуватися наступні засоби контролю знань студентів:

- опитування (індивідуальне і фронтальне);
- письмове тестування знань;
- комп'ютерне тестування;
- захист лабораторних робіт;
- перевірка виконання вправ і задач з самостійної підготовки до лабораторних робіт;
- контроль практичних навичок;
- виконання індивідуального завдання (ІЗ);
- написання підсумкової контрольної роботи (ПКР) з відповідного змістового модулю.

**Підсумковий контроль** успішності студентів з дисципліни є інтегральним і виставляється за 100-бальною шкалою з урахуванням оцінок за засвоєння окремих змістових модулів. Студент здобуває залік автоматично в разі зарахування всіх лабораторних робіт, виконання всіх контрольних робіт і сумарного набрання за всіма видами занять більше 60% балів.

Якщо студент не набирає більше 60% від загальної суми балів (не відпрацював чи не захистив деякі лабораторні роботи, не виконав чи незадовільно виконав ту чи іншу контрольну роботу з певного змістового модулю), то він повинен усунути ці недоліки й тільки після здобування певної суми балів, що перевищує 60%, може отримати залік. Якщо студент бажає підвищити оцінку, він повинен пройти підсумковий контроль у вигляді підсумкової контрольної роботи.

Студенти-заочники отримують залік за наявності правильно виконаної підсумкової контрольної роботи з усіх змістових модулів і відпрацьованих лабораторних робіт.

## АНОТАЦІЯ

**Мета вивчення дисципліни** – дати загальне уявлення про склад об'єктів навколишнього середовища та наявність у водах речовин-забруднювачів і токсикантів; засвоєння теоретичних основ фізико-хімічних методів аналізу. Дисципліна "Фізико-хімічні методи аналізу води" є базовою для проведення практики з аналізу води, подальшого вивчення курсу хімії води та профільюючих дисциплін з водопідготовки та водовідведення.

**Задача вивчення дисципліни** – навчити студентів навичкам роботи в хімічній лабораторії, ознайомити їх із сучасними методами фізико-хімічного аналізу природних і стічних вод, а також з елементами контролю процесів обробки води.

**Предмет вивчення дисципліни** – вивчення фізико-хімічних методів аналізу, їх використання в дослідженнях і розв'язуванні конкретних задач за фахом РВВР.

**Змістові модулі:** оптичні методи аналізу; електрохімічні методи аналізу.

## АННОТАЦІЯ

**Цель изучения дисциплины** - дать общее представление о составе объектов окружающей среды и наличии в водах загрязняющих и токсических веществ; усвоение теоретических основ физико-химического метода анализа. Дисциплина является базовой для проведения практики по анализу воды, дальнейшего изучения курса химии воды и профилирующих дисциплин по водоподготовке и водоотведению.

**Задача изучения дисциплины** - научить студентов навыкам работы в химической лаборатории, ознакомить их с современными методами физико-химического анализа природных и сточных вод, а также с элементами контроля процессов обработки воды.

**Предмет изучения дисциплины** - изучение физико-химических методов анализа, их использование в исследованиях и решении конкретных задач по специальности РВВР.

**Содержательные модули:** оптические методы анализа; электрохимические методы анализа.

#### **ABSTRACT (ANNOTATION)**

**The purpose of the discipline:** to give overview about the composition of objects environment and the presence of pollutants in waters and toxic substances; assimilation of the theoretical foundations of the physico-chemical methods of analysis. Discipline is the base for the practice of water analysis, further study of the course water chemistry majors water treatment and disposal.

**Object of the discipline :** to teach students how to work in a chemistry laboratory, to familiarize them with modern methods of physical and chemical analysis of natural and waste water, as well as elements of the control water treatment processes.

**Subject of the discipline:** the study of physical and chemical methods of analysis, their use in research and solve specific problems.

**Content module:** optical methods of analysis; electrochemical methods of analysis