

**МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ  
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**ЕКОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

*Кафедра прикладної екології*

# **ГІДРОХІМІЯ**

**Методичні вказівки  
для забезпечення самостійної роботи студентів  
за кредитно-модульною технологією навчання**

Напрямок підготовки: 1303 – водні біоресурси

Спеціальність: 6.130.300 – водні біоресурси

Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр

Біла Церква  
2007

УДК: 550.46:556.11

Рекомендовано вченою радою  
екологічного факультету  
(Протокол № 7 від 20.02.2007р.)

Укладачі: **І.П. Гамалій**, канд. геогр. наук;  
**М.М. Барановський**, д-р с.-г. наук;  
**О.І. Слободенюк**, канд. біол. наук;  
**Л.М. Філіпова**, канд. с.-г. наук.

**Гідрохімія:** Методичні вказівки для забезпечення самостійної роботи студентів за кредитно-модульною технологією навчання / І.П. Гамалій, М.М. Барановський, О.І. Слободенюк, Л.М. Філіпова. – Біла Церква, 2007. – 56 с.

Методичні вказівки спрямовані на самостійне опанування студентами загальних закономірностей формування хімічного складу поверхневих вод та здійснення їх гідрохімічного аналізу.

Рецензент: **Миколюк І.Г.**, канд. с.-г. наук, доцент, зав. кафедри неорганічної та аналітичної хімії БДАУ

© БДАУ, 2007

## ВСТУП

Проблема зростання дефіциту води та погіршення її якості є однією з найбільших проблем сьогодення. За запасами водних ресурсів, доступними для користування, Україна (де питне водопостачання на 2/3 забезпечується використанням поверхневих вод) належить до найменш забезпечених власними водними ресурсами європейських держав.

Оцінка екологічного стану водної екосистеми є основою для розробки і прогнозування його динаміки під впливом антропогенних навантажень і суттєво залежить від наявності достовірної, об'єктивної інформації про конкретні властивості певних показників системи та можливості їх узагальнення.

Гідрохімічні дослідження сьогодення є однією з найважливіших складових у комплексному вивченні екології природного середовища, а контроль якості природних вод за гідрохімічними показниками, прогноз і оптимізація їхнього хімічного складу – основною метою природоохоронної політики.

### ПРИЙНЯТІ СКОРОЧЕННЯ ТА ПОЗНАЧЕННЯ

БСК – біохімічне споживання кисню

БСК<sub>5</sub> – біохімічне споживання кисню протягом 5 діб

БСК<sub>повн</sub> – біохімічне споживання кисню повне

ГДК – гранично допустима концентрація

ГДК<sub>в</sub> – гранично допустима концентрація речовини у воді для культурно-побутового водокористування і питного водопостачання

ГДК<sub>вр</sub> – гранично допустима концентрація речовини у воді для рибогосподарського використання

СПАР – синтетичні поверхнево-активні речовини

ХСК – хімічне споживання кисню

Eh – окисно-відновний потенціал

pH – водневий показник

## Заняття 1. ЗАВИСІ І РОЗЧИНЕНІ РЕЧОВИНИ

*Зависі* – це часточки мінерального й органічного походження (глина, мул, органічні високомолекулярні сполуки тощо) розміром понад 0,1 мкм.

### 1. Визначення каламутності води

*Каламутність води* – це величина, обернена прозорості, яка характеризує вміст зависей за їх концентрації менш як 2 мг/л. Її визначають за допомогою каламутноміра. Визначення полягає в порівнянні каламутності аналізованої води з еталоном, приготовленим з каоліну (гідралічний розмір часток <0,05 мм/с): синє світло пропускають знизу вгору крізь плоске дно скляних циліндрів (завдовжки 750 мм, діаметром 30 мм) з водою при одночасному боковому освітленні їх білим світлом від лампи 300 Вт.

Можна побудувати градувальну криву: сила струму – каламутність, мг/л. Перевагою цього методу є відсутність впливу забарвлених речовин на каламутність; використовуючи світлофільтри, можна оцінити також дисперсність часточок зависі.

Зручно користуватися фотоелектроколориметром, використовуючи видиме світло і кювети з товщиною світлопоглинального шару 50 мм, попередньо побудувавши градувальну криву за глинистою суспензією (1 мг в 1 мл), стабілізованою гексаметафосфатом натрію, контроль – вода.

Проби води не консервують. Визначають кількість суспензії не пізніше, ніж через добу після відбору проби. Об'єм проби при концентрації зависей понад 50 мг/л – 500 мл, при меншій – 1000 мл. Результати виражають у міліграмах на літр.

**Обладнання і реактиви.** Фотоселектроколориметр, агатова ступка, скляна посудина діаметром 20–25 см і заввишки 30–50 см, сифон, паперовий беззольний фільтр "синя стрічка", мірна колба місткістю 1 л, глина (або мул з відстійника), гексаметафосфат натрію ( $\text{NaPO}_3$ )<sub>6</sub> – стабілізатор суспензії, 0,1%-ний розчин.

### Хід роботи

При дослідженні природних вод 100 г глини розтирають з дистильованою водою у фарфоровій ступці, змиваючи розгертю глину в скляну посудину, яку потім заповнюють доверху дистильованою водою і, перемішавши, залишають стояти 60 хв.

Сифоном відбирають з посудини шар води заввишки 180 мм. Цей шар містить глинисту суспензію з часточками, що мають гідралічний розмір менш як 0,05 мм/с. Суспензію води відфільтровують на щільному паперовому фільтрі, висушують при 105 °С і розтирають в агатовій ступці. Наважку її в 1 г знову розтирають у ступці з дистильованою водою, змиваючи в мірну

колбу місткістю 1 л, в яку налито 200 мл 0,1%-ного розчину стабілізатора; об'єм доводять до риски водою (1 мл суспензії містить 1 мг глини).

З отриманої суспензії готують розбавленням суспензії з концентрацією завислих часточок 1, 2, 5, 10, 20, 40, 60 мг/л, користуючись якими, будують градувальну криву фотометра, застосовуючи для малих концентрацій (до 10 мг/л) кювету з товщиною світлопоглинального шару 50 мм і тонші кювети для зразків з вищим вмістом суспензії.

Швидко і зручно вимірювати каламутність з допомогою турбідиметра (дослівно "вимірювача каламутності").

Фотометричні методи використовують лише при концентрації зависей менш як 100 мг/л, при більшому вмісті їх визначають гравіметрично, фільтруючи воду крізь беззольні паперові фільтри "синя стрічка", або мембранні фільтри.

## 2. Визначення грубодисперсних зависей

*Груба дисперсна завись* (на відміну від часточок, які зумовлюють опалесценцію або каламутність води) — це часточки органічної та неорганічної природи, помітні неозброєним оком, які більш чи менш повно виділяються з води при її відстоюванні впродовж 5–6 год.

Залежно від пористості фільтрів, можна затримувати зависі з різним розміром часточок: скляна фільтрувальна пластина №1 не пропускає часточки >100–110 мкм, №4 — >5–10 мкм, щільний беззольний фільтрувальний папір "синя стрічка" — >3–5 мкм, мембранні бактеріологічні фільтри — >0,35–1,2 мкм.

**Обладнання і матеріали:** беззольні фільтри середньої щільності "біла стрічка", що затримують зависі розміром 10–20 мкм; бюкси з кришками, сушильна шафа, скляна лійка, муфельна піч, фарфорові тиглі, щипці, аналітичні терези, конічні колби, мірні циліндри, ексикатор, пінцет.

### Хід роботи

Визначення суми органічних і неорганічних зависей. Беззольні фільтри "біла стрічка" кладуть у бюкси і висушують з відкритими кришками при 105 °С упродовж 2 год, охолоджують закриті бюкси з фільтром в ексикаторі і зважують на аналітичних терезах.

Крізь підготовлений таким чином фільтр пропускають 100–1000 мл природної чи стічної води (залежно від вмісту грубодисперсних часточок), осад зі стінок колби змивають невеликою порцією фільтрату в лійку з фільтром.

Після фільтрування фільтр з осадом переносять у той самий бюкс (бюкси і фільтри пронумерувати), висушують при 105 °С, охолоджують в ексикаторі і зважують, закривши кришкою. Висушування, охолодження і зважування повторюють до досягнення сталої маси.

Масову концентрацію грубодисперсних домішок  $X$  обчислюють за формулою:

$$X = \frac{(a - b) \cdot 1000}{V}, \text{ мг/л,}$$

де  $a$  – маса бюкса з осадом на фільтрі, мг;  $b$  – маса бюкса з пустим фільтром, мг;  $V$  – об'єм води, мл.

Визначення залишку після прожарювання (вміст мінеральних речовин). Зважений після висушування фільтр з осадом обережно переносять пінцетом у заздалегідь прожарений і зважений фарфоровий тигель, ставлять у холодну муфельну піч, доводять температуру до 700 °С і прожарюють осад протягом 1 год. Вимикають муфельну піч, обережно виймають щипцями тигель, охолоджують в ексікаторі і зважують.

Масову концентрацію прожарених грубодисперсних часточок  $Y$  визначають за формулою:

$$Y = \frac{(c - d) \cdot 1000}{V}, \text{ мг/л,}$$

де  $c$  і  $d$  – відповідно маса тигля з фільтром до і після прожарювання, мг;  $V$  – об'єм аналізованої води, мл.

За різницею ( $X - Y$ ) визначають вміст органічних зависей, що за температури 700 °С згоріли з утворенням переважно оксиду карбону (IV) і води.

### 3. Визначення вмісту розчинених речовин (сухого залишку)

Концентрацію розчинених у воді речовин найзручніше визначати з допомогою приладу, який випускають зарубіжні фірми під назвою "кондуктивіті-тестер", тобто дослівно "прилад для вимірювання провідності". Принцип його дії ґрунтується на залежності електропровідності води від вмісту в ній розчинених речовин-електролітів. Сучасний прилад важить близько 0,5 кг. Під час визначення розчинених речовин датчик приладу занурюють у воду і на екрані дисплея з'являються значення концентрації речовин у міліграмах на літр.

Кондуктометричним визначенням розчинених солей користуються на станціях водопідготовки та бойлерних, де будують графічну залежність електропровідності від вмісту розчинених електролітів (оскільки склад вод приблизно однаковий) і, користуючись градуовальною кривою за вимірною електропровідністю, визначають вміст розчинених речовин.

У лабораторіях частіше застосовують гравіметричний метод.

Сухий залишок характеризує вміст мінеральних і частково органічних домішок (температура кипіння яких помітно вища за 105 °С, які не леткі з водяною парою і не руйнуються при 105 °С).

**Обладнання, матеріали, реактиви:** піпетка на 100 мл, фарфорові чашки, беззолний фільтр "синя стрічка", піпетки Мора, хімічні стакани чи конічні колби для збирання профільтрованої води (фільтрату), сушильна шафа, ексікатор, муфельна піч, аналітичні терези, мірна колба на 1 л, водяна баня, карбонат натрію  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  безводний (10 г  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  хімічно чистого, висушеного при 200 °С упродовж 3 год і зваженого на аналітичних терезах, розчиняють в дистильованій воді і доводять об'єм до 1 л; 1 мл розчину містить 10 мг  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ).

### Хід роботи

У прожарену, охолоджену і зважену фарфорову чашку вміщують 50–250 мл аналізованої профільтрованої природної або стічної води. Воду випарюють на водяній бані з дистильованою водою досуха.

Переносять чашку із залишком у сушильну шафу і висушують при 105 °С до сталої маси.

Вміст сухого залишку  $X$  розраховують за формулою:

$$X = \frac{(a - b) \cdot 1000}{V}, \text{ мг/л,}$$

де  $a$  і  $b$  – відповідно маса фарфорової чашки із залишком і пустої, г;  $V$  – об'єм проби води, л.

Описаний вище метод дає трохи завищені результати внаслідок гідролізу і гігроскопічності хлоридів кальцію і магнію, а також важкого відщеплення води сульфатами цих катіонів.

Ці недоліки усуваються додаванням карбонату натрію  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . При цьому хлориди та сульфати кальцію і магнію переходять у безводні карбонати.

Розчин  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  вносять піпеткою після доливання у фарфорову чашку останньої порції води з розрахунком, щоб маса доданого карбонату натрію приблизно вдвічі перевищувала масу очікуваного сухого залишку (для прісних вод об'єм розчину становить 25 мл), розчин перемішують скляною паличкою, споліскують її над чашкою дистильованою водою.

Далі все роблять, як описано вище.

Масову концентрацію сухого залишку  $X$  розраховують за формулою:

$$X = \frac{(M_1 - M_2 - M_3) \cdot 1000}{V}, \text{ мг/л,}$$

де  $M_1$  і  $M_2$  – відповідно маса чашки із сухим залишком і пустої, мг;  $M_3$  – маса доданого  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (25 мл 1%-ного розчину містить 250 мг  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), мг;  $V$  – об'єм води, взятої для аналізу, л.

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Білявський Г.О., Бутченко Л.І., Навроцький В.М. Основи екології: теорія та практикум: Навчальний посібник. – К.: Лібра, 2002. – 352 с.
2. Никаноров А.М. Основы гидрохимии. – Л., 1989. – 298 с.
3. Хільчевський В.К., Пелешенко В.І. Методи визначення хімічного складу природних вод. – К., 1993. – 174 с.
4. Запольський А.К., Салюк А.І. Основи екології: Підручник / За ред. К.М. Ситника. – К.: Вища школа, 2001. – 358с.:іл.
5. Зенин А.А., Белоусова Н.В. Гидрохимический словарь. – Л.: Гидрометеоздат, 1988. – 240 с.

## ЗМІСТ

Вступ .....	3
Заняття 1. Зависі і розчинені речовини.....	4
1. Визначення каламутності води.....	4
2. Визначення грубодисперсних зависей.....	5
3. Визначення вмісту розчинених речовин (сухого залишку).....	6
Заняття 2. Перманганатна і дихроматна окиснюваність. Хімічне споживання кисню (ХСК).....	8
1. Визначення перманганатної окиснюваності води.....	8
2. Визначення хімічного споживання кисню (ХСК).....	9
3. Визначення дихроматної окиснюваності води (прискорений метод)...	12
Заняття 3. Біохімічне споживання кисню (БСК <sub>5</sub> ).....	13
Заняття 4. Кислотність і лужність вод.....	17
1. Визначення кислотності води.....	17
2. Визначення лужності.....	19
Заняття 5. Визначення нітритів.....	21
Заняття 6. Визначення нітратів.....	25
Заняття 7. Фосфати.....	27
Заняття 8. Сульфати.....	30
Заняття 9. Сульфіді.....	33
Заняття 10. Нафтопродукти.....	35
Тестові питання.....	38
Додатки.....	52
Список рекомендованої літератури.....	54



*Навчальне видання*

## **ГІДРОХІМІЯ**

Методичні вказівки для забезпечення самостійної роботи студентів  
за кредитно-модульною технологією навчання

**Гамалії Ірина Петрівна**  
**Бараповський Михайло Миколайович**  
**Слободенюк Оксана Іванівна**  
**Філіпова Лариса Миколаївна**

*Редактор О. М. Трегубова*  
*Комп'ютерна верстка: Ю. Г. Хом'як*

Здано до складання 30.03.2007. Підписано до друку 27.04.2007.  
Формат 60 × 84<sup>1/16</sup>. Ум. др. арк. 3,25. Тираж 100. Зам. 3564. Ціна 7 грн. 30 к.  
Сектор оперативної поліграфії РВІКВ БДАУ.  
09117, м. Біла Церква, Соборна пл., 8/1, тел. 3-11-01.