

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України  
Харківська національна академія міського господарства

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з курсу

# МОНІТОРИНГ ДОВКІЛЛЯ І ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

*(для студентів 3 курсу денної і заочної форм навчання освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр, напряму підготовки 6.060103-«Гідротехніка (Водні ресурси)» спеціальності «Водопостачання та водовідведення»)*

Харків  
ХНАМГ  
2011

**Дегтерева Л. І.** Конспект лекцій з курсу «моніторинг довкілля і охорона навколишнього середовища» (для студентів 3 курсу денної і заочної форм навчання освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр, напряму підготовки 6.060103-«Гідротехніка (Водні ресурси)» спеціальності «Водопостачання та водовідведення») / Л. І. Дегтерева, О. В. Булгакова; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2011. – 46 с.

Автори: Л. І. Дегтерева  
О. В. Булгакова

Рецензент: проф. С. С. Душкін

Рекомендовано кафедрою водопостачання, водовідведення та очистки води  
протокол №1 від 31.08.2009

У конспекті лекцій викладаються основи моніторингу довкілля, наводяться постанови й нормативні документи в цій галузі. Розглядаються методи оцінки поверхневих водойм, питної та стічної води, морів та лісів.

Розглянуто питання екологічного моніторингу, його мета, завдання та польові спостереження.

© Л. І. Дегтерева, О. В. Булгакова,  
ХНАМГ, 2010

ЗМІСТ	стр.
<b>ТЕМА 1</b> Екологічний моніторинг.....	4
<b>1.1</b> Мета й завдання екологічного моніторингу.....	4
<b>1.2</b> Особливості експериментальних досліджень.....	5
<b>1.3</b> Застосування біологічних індикаторів накопичення важких металів в екомоніторингу.....	6
<b>ТЕМА 2</b> Моніторинг питної води.....	10
<b>2.1</b> Контроль якості питної води в Україні.....	10
<b>2.2</b> Контроль якості питної води в США.....	12
<b>ТЕМА 3</b> Моніторинг поверхневих водоймищ.....	15
<b>3.1</b> Загальні поняття.....	15
<b>3.2</b> Схема організації моніторингу ПВ.....	16
<b>3.3</b> Гідробіологічні показники якості води.....	22
<b>3.4</b> Автоматизовані системи контролю ЗР прісноводних водойм.....	25
<b>ТЕМА 4</b> Моніторинг стічних вод.....	27
<b>4.1</b> Загальні відомості.....	27
<b>4.2</b> Особливості зміни радіоактивності міських побутових вод.....	28
<b>4.3</b> Обґрунтування можливості існування екологічно чистих міст.....	29
<b>ТЕМА 5</b> Моніторинг морів.....	30
<b>5.1</b> Загальні відомості.....	30
<b>5.2</b> Категорії ПН і програми спостережень.....	30
<b>5.4</b> Вибір об'єкту спостережень.....	32
<b>ТЕМА 6</b> Моніторинг лісів.....	34
<b>6.1</b> Загальні відомості.....	34
<b>6.2</b> Особливості впливу SO <sub>2</sub> на рослини.....	34
<b>6.3</b> Моніторинг стану лісів. Мета, завдання і об'єкти досліджень.....	35
<b>6.4</b> Особливості МСЛ.....	36
<b>ТЕМА 7</b> Моніторинг навколишнього середовища – здоров, населення України.....	37
<b>7.1</b> Загальні відомості.....	37
<b>7.2</b> Моніторинг джерела забруднення.....	38
<b>7.3</b> Система моніторингу навколишнього середовища.....	39
Список джерел.....	45
Список скорочень.....	45

## ТЕМА 1 ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ

### 1. 1. Мета й завдання екологічного моніторингу

Метою екологічного моніторингу є:

- вивчення фактичного стану навколишнього середовища (НС) за результатами спостережень;
- одержання інформації на основі експериментальних досліджень у спеціальних лабораторіях;
- моделювання розвитку екосистем на ЕОМ;
- використання перерахованої вище інформації як основи для побудови прогнозів можливої зміни стану біосфери.

Основа для оцінки результатів екологічного моніторингу становлять лабораторні спостереження, оскільки основним його завданням є встановлення факту хронічного отруєння біологічних об'єктів (риб, птахів, тварин, рослин і т.д.), зовнішніми проявами якого є затримання росту, прискорення старіння й т.п., які важко визначити при польових спостереженнях.

*Труднощі проведення польових спостережень:*

1. Необхідність порівняльного аналізу з фоновими даними.
2. Для проведення високочутливих експериментів необхідно високоточне спеціалізоване устаткування типу скануючих мікроскопів, аналітичних ваг, обчислювальних засобів, лазерних пристроїв і т.п., застосування яких практично неможливо в польових умовах через специфічність нормативно-технічних вимог забезпечення їх точносних характеристик.
3. Необхідність забезпечення безперервності досліджень протягом тривалого часу - місяці, роки, сторіччя.
4. Біота характеризується дуже значним числом ознак, тому спостереження за кожним з них не можливе, необхідні попередні дослідження для обґрунтування вибору з усієї безлічі найбільш важливих.
5. Необхідність врахування вторинних факторів.

Вторинний фактор - вплив на екосистему процесів, що є результатом попередньої дії на цю систему антропогенного забруднення.

*Вивчення вторинних факторів пов'язане із значними труднощами, тому що:*

1. їх багато;
2. вони являють собою, як правило, інтегральні оцінки з великої кількості параметрів.

Для інтегральних оцінок точність їхнього одержання виграє вирішальне значення.

Забезпечити високу точність результатів досліджень у будь-якій галузі знань, можна:

1. високою точністю засобів вимірів, методів проведення спостережень і обробки результатів спостережень;
2. збільшенням числа спостережень і кількості матеріалу, отриманого для аналізу;
3. високою дисципліною праці й професіоналізмом оператора.

*Однак:*

- Мільйонна повторюваність проб одного інгредієнта може бути цілком реальна з економічної точки зору, але не здійсненна з психологічних причин.
- В екології, без яких-небудь до того підстав, прийнято, що результати вимірів повинні мати точність 10%. При цьому нижній рівень факторів, що виявляються, дорівнює 30%, а повторність спостережень становить 3-5 вимірів.

В екології досягнення більше високої точності результатів можливе при:

а) теоретичному обґрунтуванні необхідного значення точності по кожному інгредієнту, залежно від:

1. "агресивності" його антропогенного впливу;
2. здатності утворювати токсичні сполуки;
3. здатності до накопичення або переходу в інші середовища;
4. здатності мутаційного впливу, а також від ряду інших параметрів;

б) теоретичному або практичному визначенні часового інтервалу, просторових і кількісних умов відбору проб;

в) широкого залучення найсучасніших фізичних, хімічних, біологічних, обчислювальних та ін. методів вимірів;

г) при підвищенні продуктивності експериментальної роботи на основі комплексної механізації й автоматизації всіх процесів;

д) теоретичному визначенні мінімально необхідної кількості аналізованих забруднювачів навколишнього середовища, що забезпечує збереження біосфери в умовах постійно зростаючого антропогенного впливу, збільшення кількості, штучно створюваних хімічних сполук (приблизно 400 з'єднань у рік) і зростаючого числа факторів впливу.

### ***1. 2 Особливості експериментальних досліджень***

Експерименти по програмі екологічного моніторингу проводяться в екостатах. Екостат - установка для підтримки стабільних у часі абіотичних умов (температури, хімічного складу середовища, вологості й т.п.), що дозволяє виявити вплив заданих абіотичних умов на екологічні параметри біоти, що мають селективну здатність.

Послідовно варіюючи один з параметрів, при стабілізації всіх інших, абіотичних умов в екостатах і фіксуючи відповідні зміни екопараметрів, одержують інформацію щодо тієї безлічі умов, у межах яких зміни екопараметрів припустимо.

Така схема експериментального моделювання відгуку екосистеми на зміну абіотичних умов середовища заснована на постулаті Дарвіна "про підвищення пристосованості біологічних об'єктів у процесі природного добору".

Однак при виході абіотичних умов за деякі межі, екосистема втрачає стійкість як за фазовими, так і за структурними змінами. У результаті цього виникає перехід системи в новий стійкий стаціонарний стан, при якому можливі перебудови структури екосистеми в досить широкому діапазоні - від модифікацій усередині колишньої безлічі видів до повної зміни видового складу екосистеми.

#### ***Формування оцінки***

За даними, що надається екологічним моніторингом, здійснюється оцінка антропогенних змін біоти - за результатами:

а) хімічного моніторингу з'являється оцінка поля забруднень у географічних координатах і прогноз цього поля в часі;

б) біологічного моніторингу з'являється оцінка поля чутливості біоти в координатах філогенетичного древа;

в) на підставі сукупності цих оцінок будують прогноз зміни важливих, з погляду соціоекономіки й соціоекології, характеристик біоти в часі й просторі.

### *Особливості при одержанні оцінок*

Треба враховувати взаємодію видів моніторингу, наприклад:

1. У хімічному моніторингу є і власні проблеми, пов'язані з біологією:

- а) індикація рівня забруднень за допомогою біологічних індикаторів, наприклад, таких як лишайники;
- б) дослідження вмісту забруднюючих речовин у листях;
- в) аналіз концентрації забруднюючих речовин у біоті, як однієї із середовищ біосфери;
- г) моделювання дрейфу забруднюючих речовин у біологічних блоках екосистеми.

Для біологічного моніторингу, в свою чергу, першорядне значення мають такі чисто хімічні питання як класифікація забруднювачів по специфіці їхньої будови й фізіологічного впливу.

Стосовно соціоекономічного моніторингу біологія є підлеглою ланкою, що виконує всі вимоги, що надходять зверху. Тому фахівець в області екологічного моніторингу повинен добре знати ці вимоги, щоб задовольнити їх.

Зв'язок екологічного із санітарно-гігієнічним моніторингом носить паралельний характер, однак, оскільки санітарно-гігієнічний моніторинг має більш тривалу історію розвитку, то в екологічному моніторингу корисно використовувати вже апробовані там методичні підходи.

#### *Висновки*

Аналізуючи викладене вище, можна зробити наступний висновок:

1. об'єктом прикладного екологічного моніторингу є фіксація змін і прогнози важливих, з погляду корисності, показників біоти;
2. характерною рисою екологічного моніторингу є комплексний підхід:
  - для того щоб зафіксувати й прогнозувати зміни необхідне, з одного боку, здійснення широкої програми експериментальних досліджень параметрів;
  - визначальну чутливість біоти до забруднення,
  - визначальні взаємодії окремих ланок екосистеми, і, з іншого боку, - розробка моделей екосистем, що дозволяють обчислювальними методами прогнозувати відгуки екосистеми на зміну абіотичних факторів середовища;
3. всі ланки моніторингу пов'язані через його кінцеві цілі й тільки в результаті погодженої роботи всієї системи можна сподіватись одержати необхідне рішення;
4. для підвищення ефективності екологічного моніторингу необхідне проведення широких фундаментальних досліджень.

### ***1. 3 Застосування біологічних індикаторів накопичення важких металів в екомоніторингу***

У списках пріоритетних забруднювачів НС одне з перших місць посідають важкі метали (ВМ), такі як ртуть, свинець, кадмій. Таке положення ВМ обумовлене високою їхньою токсичністю й токсичністю сполук, які вони утворюють, а також можливістю їхнього поширення на значні відстані від джерел викидів. Однак: про розподіл ВМ у біооб'єктах є лише уривчасті дані; немає систематичних відомостей про рівні токсичності ВМ у різних ланках екосистем, тому застосування біоіндикаторів у програмі Моніторингу ще вимагає подальшого теоретичного пророблення.

#### *Принципи вибору біооб'єктів як індикаторів*

Теоретичне обґрунтування вибору конкретного виду біоти як об'єкт спостережень і визначення принципів, що спричиняють цей вибір, є

передумовою для створення системи біологічної індикації стану НС. Для визначення принципів вибору біоіндикаторів проведемо поетапний аналіз.

*На першому етапі необхідно:*

а) аналізувати структурні й функціональні ознаки біоти.

До *структурних ознак* відносять - число видів, їхню біомасу, і частоту появи даного виду в межах різних біогеоценозів.

До *функціональних* - динаміка накопичення токсикантів, час життя, біологічна продуктивність.

б) Для кожної екосистеми виділяються зони активного й пасивного антропогенного впливу, наприклад, прибережна й відкрита частина океану.

в) Узагальнивши дані по динаміці, селективності, коефіцієнтам накопичення й періодам напіввиведення найбільш характерних для даної екосистеми трофічних рівнів, вибираються ті ланки, які найбільш чутливі до зміни концентрації забруднювачів.

**Примітка. Обрані біологічні індикатори не обов'язково повинні бути найбільш уразливими до дії ЗР, але обов'язково повинні бути найбільш чутливими до зміни концентрацій.**

Т.Ч., першим принципом відбору біоти в якості біоіндикатора є принцип найбільшої чутливості до зміни концентрацій забруднень

На *другому етапі вибору* біологічних індикаторів накопичення (БІН) враховуються наступні обставини:

а) число видів тварин майже в 4 рази перевищує число видів рослинних організмів;

б) кількість видів:

- сухопутних тварин становить 93% від загального числа видів;
- сухопутних рослин - 92%;

в) кількість біомаси розподілена в такий спосіб:

- сухопутні рослини - 99,2%;
- океанські рослини - 0,3%;
- сухопутні тварини й мікроорганізми - 0,8%;
- морські тварини й мікроорганізми - 99,7%.

Як другий принцип визначаємо принцип найбільшої біомаси, тобто:

а) для біогеоценозів суші в якості індикаторів накопичення ЗР найбільше доцільно вибрати - рослини;

б) в якості індикаторів морської води - морські мікроорганізми.

На *третьому етапі необхідно* врахувати ступінь впливу біоти на стан НС.

Дослідження показують, що, незважаючи на те, що фітомаса океану становить менш однієї сотої відсотка всієї біомаси рослин Землі, вона виробляє від 30 до 70% кисню, утвореного в процесі фотосинтезу зеленим покривом Планети, і понад 20% всієї щорічної первинної продукції Землі. Тому при виборі між морськими тваринами й фітопланктоном останній одержує незаперечні переваги, тобто для екосистем океану в якості індикаторів кращий фітопланктон, а як третій принцип - принцип максимального впливу біоти на властивості біосфери.

На *четвертому етапі* розглянемо таку властивість біоти, як частота зустрічальності представників різних видів. Аналіз даного питання дозволяє виявити дуже важливі закономірності:

а) найбільш поширене порівняно невелике число видів;

б) до складу біогеоценозів входять, з одного боку, високоспеціалізовані види, здатні існувати тільки в умовах певного біоценозу, з іншого боку - види з більш широким спектром можливостей.

Тому, четвертим і п'ятим принципом - є принцип поширеності й принцип спеціалізованості.

Наступним фактором, який необхідно враховувати при виборі БІН ЗР, є - час життя - чим він менше, тим інтенсивніше протікають у біоті процеси життєдіяльності.

Отже в об'єкта, що має малий час життя, швидше протікають процеси обміну з НС і швидше відбувається накопичення ЗР, тому такі об'єкти повинні мати перевагу при виборі їх як БІН.

Фітопланктон океану з цього погляду має переваги перед морськими тваринами - час життя становить 1-2 тижні, коефіцієнти накопичення деяких ЗР у фітопланктоні досягають 10000-100000 стосовно води, а час нагромадження - від декількох хвилин до декількох днів.

На суші невеликий строк життя мають *однорічні трави, мохи, гриби*. У якості БІН можуть бути використані також окремі види комах або їхні личинки, а також молюски, що мають порівняно короткий строк життя.

Однак варто мати на увазі, що - використання рослин з більшим строком життя (більше 1 місяця) доцільно при вивченні тривалих впливів.

Наприклад, застосування в якості біоіндикатора в системі фонових моніторингу Секвої, що має строк життя десятки тисяч років (граничний строк - не встановлений).

*Шостим принципом* - є принцип заданого строку життя.

Наступним фактором, що вимагає розгляду, є - час перебування біоти в контрольованому середовищі.

Особливо перспективним, із цього погляду, є штучне культивування БІН в умовах із заданими параметрами й з наступною строго визначеною експозицією в досліджуваній системі. Застосування цього методу дозволяє уніфікувати застосування індикаторів і забезпечує порівнянність результатів по різних екосистемам.

Тому, як сьомий принцип взятий принцип нормованого часу перебування в досліджуваному середовищі.

### **Водні екосистеми:**

#### *1) Індикація свинцю.*

Вміст свинцю в морських і прісноводних організмах, як правило, становить для:

зоопланктону	( 3-1300) мг/кг;
морських планктонів	( 2-8) мг/кг;
кишковочеревних	35 мг/кг;
молюсків	5 мг/кг;
морських риб	0,5 мг/кг;
прісноводних риб	0, 1-2 г/кг.

#### *2) Індикація ртуті.*

Концентрація ртуті водними харчовими ланцюжками вища, ніж наземними більше ніж на 2-3 порядки. Доведено, що існують закономірності й коефіцієнти накопичення для різних типів ртутних сполук водоростями. Із всіх сполук ртуті метілртуть акумулюється легше за всіх.



Для прісноводних безхребетних коефіцієнт накопичення виявляється найбільшим у випадку метилртуті, а найменшим - для хлориду ртуті.

Для риб коефіцієнт накопичення метилхлориду ртуті становить близько 3 000, а для устриць і крабів -100 000.

Вважається, що в рибі ртуть перебуває переважно у формі метилсполук - до 98%. Однак, на підставі вивчення концентрацій ртуті в рибі, виловленої в Японії, Італії, Франції, Голландії й США, виявилось, що відношення концентрації метилртуті до загальної ртуті лежить у межах від 25 до 30%.

Ясність у цьому питанні дуже важлива, оскільки ГДК ртуті в рибі становить 0,5 мг/кг (визначено для метилртуті (і тільки!!!)).

Доведено, що екстремальні рівні ртуті в рибі зв'язані не з віком або вагою, а залежать від експозиції токсиканта.

### *3)Індикація кадмію.*

У літературі є відомості про те, що кадмій накопичується в харчових ланцюгах, але дані про коефіцієнти накопичення дуже нечисленні.

Проведені дослідження показують, що при середньому рівні вмісту кадмію в озерній воді 37% від сумарного рівня важких металів, наявність кадмію в біоті становить:

у фітопланктоні	24%;
у зоопланктоні	13%;
у рибі	15%;
у птахів	1%;
у донних осадах	10%

### ***Контрольні питання***

1. Визначить потребу в екологічному моніторингу.
2. Назвіть мету екологічного моніторингу.
3. Що становить основи екологічного моніторингу?
4. Сформулюйте основне завдання екологічного моніторингу.
5. Поясніть труднощі проведення польових спостережень.
6. Дайте визначення термінам "Екологічний моніторинг" і "вторинний фактор".
7. Покажіть проблемність забезпечення необхідної точності вимірів.
8. Охарактеризуйте особливості експериментальних досліджень по програмі екологічного моніторингу.
9. Як формується оцінка за результатами екологічного моніторингу?
- 10.Розшифруйте особливості при одержанні оцінок.
- 11.Сформулюйте основні висновки по даній темі.

## **ТЕМА 2 МОНІТОРИНГ ПИТНОЇ ВОДИ**

### **2.1 Контроль якості питної води в Україні**

Відповідно до статті 18 Закону України «Про забезпечення санітарного й епідемічного благополуччя населення» від 24.02.94 р., органи державної виконавчої влади, місцевого самоврядування зобов'язані забезпечити жителів міст та інших населених пунктів водою, кількість і якість якої повинні відповідати вимогам санітарних норм і державного стандарту.

В Україні порядок контролю якості питної води в системах централізованого питного водопостачання регламентується Дст 2874-82 «Вода питна. Гігієнічні вимоги й контроль за якістю», Державними санітарними нормами й правилами «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання» (ДСанПіН), затвердженими Наказом Міністерства охорони здоров'я України від 23.12.1996 р. № 383 і розділом IX Закону України «Про питну воду й питне водопостачання» від 10 січня 2002 р.

Відповідно до зазначених документів, якість питної води, що подається споживачам системою централізованого господарсько-питного водопостачання, повинна не тільки відповідати встановленим гігієнічним нормативам, а й бути гарантовано захищена від випадкового або систематичного погіршення якості.

Контролю підлягає вода, призначена для задоволення питних і господарсько-побутових потреб на всіх стадіях її виробництва й доведення до споживачів, у тому числі на очисних спорудах, насосних станціях, у водогінній мережі, а також на пунктах розливу питної води й інших об'єктів нецентралізованого водопостачання.

У сфері контролю якості питної води й стану питного водопостачання здійснюється державний, виробничий (відомчий) і громадський контроль.

У відповідності зі статтею 43 Закону України «Про питну воду й питне водопостачання» від 10 січня 2002 р., державний контроль якості питної води здійснюють органи місцевого самоврядування, місцеві органи виконавчої влади в сфері стандартизації й органи державного санітарно-епідеміологічного нагляду. Представниками санітарно-епідеміологічної служби на місцевих рівнях є територіальні санітарно-епідеміологічні станції (СЕС).

Лабораторії СЕС здійснюють контрольні дослідження показників якості питної води з певною періодичністю яка визначається типом конкретного водного джерела, обсяг подаваної населенню води й розташуванням місць відбору.

*Згідно ДсанПіН, розрізняють 6 типів контролю якості питної води.*

1. Повний контроль включає визначення всіх компонентів, зазначених у ДсанПіН, і є обов'язковим перед введенням в експлуатацію нових водопроводів або після їхнього простою більше 5 діб.

2. Загальний фізико-хімічний контроль із дослідженням у воді хімічних речовин (компонентів), що характеризують безпеку хімічного складу питної води.

3. Скорочений контроль, що включає деякі показники епідемічної безпеки води (ЗМЧ, індекс БГКП), безпеки хімічного складу (рН, окислюваність  $\text{KMnO}_4$ , нітрати, залізо, залишковий активний хлор, тригалометани) і органолептичної оцінки (мутність, кольоровість, присмак і запах). Цей тип контролю є обов'язковим після капітального ремонту, реконструкції й переустаткування водопроводу й розподільної мережі, при зміні технології водообробки.

4. Спеціальний контроль епідемічної безпеки питної води включає визначення мутності, ЗМЧ, індексів БГКП, патогенних мікроорганізмів, коліфагів, вірусологічних (за епідемічною ситуацією) і паразитологічних показників.

При виявленні бактеріального забруднення (ЗМЧ, індекс БГКП вище припустимих нормативів) питної води варто терміново організувати повторний відбір води й провести додаткові дослідження індексу ФК, патогенних мікроорганізмів і коліфагів. Повторне виявлення бактеріального забруднення у двох послідовно взятих пробах води в одній і тій же крапці вимагає посилення контролю за дотриманням режиму в зонах санітарної охорони (ЗСО), за технологією очищення і знезаражування води, а так само проведення спеціального контролю епідемічної безпеки питної води перед входженням у зовнішню розподільну мережу й у системі внутрішнього водопроводу.

5. Спеціальний токсикологічний контроль включає визначення особливо небезпечних токсичних речовин і при необхідності біотестування.

6. Спеціальний контроль радіаційної безпеки питної води передбачає визначення загальної об'ємної активності  $\alpha$  і  $\beta$ -випромінювачів і при необхідності її радіонуклідного складу.

Спеціальний токсикологічний контроль і спеціальний контроль радіаційної безпеки питної води здійснюються при повторному виявленні хімічного забруднення у двох послідовно взятих пробах води в одній і тій же крапці. Одночасно необхідно підсилити контроль за режимом у ЗСО, за технологією очищення й знезаражування води.

Іноді виникає необхідність проведення з науковою або іншою метою спеціальних досліджень питної води, для виконання яких потрібні особливі умови (спеціальне високоточне устаткування, висококваліфікований персонал). Для проведення таких робіт можуть залучатися науково-дослідні організації, атестовані й акредитовані в системі МОЗ України.

*Моніторинг питної води* — спостереження за її якістю і попередження про критичні ситуації, що створюються, шкідливі або небезпечні для здоров'я населення.

Відбір і дослідження проб питної води в постійних точках в системі централізованого господарсько-питного водопостачання здійснюється по графіках, у яких відбивається об'єм і періодичність контролю. Обсяг і зміст планованих досліджень залежить від кількості питної води (м<sup>3</sup>/добу), подаваної споживачам і залежно від конкретної ситуації.

Отримані результати досліджень питної води збираються, статистично обробляються, аналізуються, передаються у МОЗ України, органи державної влади й органи місцевого самоврядування. Дані використовуються також для прогнозування зміни якості питної води, розробки науково обґрунтованих рекомендацій, спрямованих на поліпшення стану питного водопостачання, а також для забезпечення населення необхідною інформацією про якість питної води.

Як приклад функціонування моніторингу питної води можна розглянути діяльність Алчевської санітарно-епідеміологічної станції Луганської області. Відбір і дослідження питної води здійснюється СЕС щорічно в 52-55 постійних точках. Результати лабораторних досліджень води статистично обробляються на ПЕВМ з використанням комп'ютерної програми «Питна вода». Програма

дозволяє розраховувати питому вагу проб питної води з відхиленнями від нормативів за хімічними і мікробіологічними показниками, відібраних на різних об'єктах нагляду, а також у цілому по місту. Зазначені величини розраховуються за місяць, квартал, півріччя, рік і будь-яку кількість місяців у порівнянні з аналогічними періодами попереднього року. Результати комп'ютерної обробки даних аналізуються лікарями-гігієністами й направляються у Луганську обласну СЕС, виконком міської Ради, використовуються для оцінки стану питного водопостачання міста й розробки рекомендацій з поліпшення якості питної води.

Виробничий (відомчий) лабораторний контроль якості питної води в Україні здійснюють підприємства питного водопостачання. Для цієї мети вони мають у своєму розпорядженні відповідні лабораторії. Відповідно до статті 44 Закону України «Про питну воду й питне водопостачання» від 10 січня 2002 р., перелік показників, по яких здійснюється виробничий контроль, порядок і періодичність його здійснення встановлюється місцевими органами державного санітарно-епідеміологічного нагляду. З територіальними СЕС узгоджуються графіки періодичності проведення досліджень питної води, кількість досліджуваних проб, склад аналізів (обумовлені показники) і крапки відбору проб.

Громадський контроль якості питної води й стану питного водопостачання здійснюється шляхом одержання у встановленому порядку від органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування, підприємств, установ, організацій повної, достовірної, своєчасної інформації про якість питної води, обсягах її реалізації й режимах подачі.

У разі недотримання встановлених нормативів і погіршення якості питної води, що подається населенню, в Україні на вимогу санітарно-епідеміологічної служби встановлюються причини виниклої ситуації й вживаються заходи щодо нормалізації водопостачання.

## ***2. 2 Контроль якості питної води в США***

У Сполучених Штатах Америки контроль якості питної води й заходи реагування при погіршенні її показників мають ту ж мету, що й в Україні, — забезпечення споживачів доброякісною питною водою, нешкідливою для здоров'я. Однак організація даної роботи в США має істотні особливості.

У Сполучених Штатах Америки обов'язок щодо вирішення питань забезпечення населення доброякісною питною водою покладений на Конгрес. У штатах і містах забезпечення населення питною водою високої якості покладене на Департаменти комунальних послуг.

Агентство по Охороні Навколишнього Середовища (АОНС) забезпечує впровадження стандартів якості питної води, організацію дослідження води й дотримання встановлених нормативів. АОНС здійснює також державний контроль якості питної води, що подається по водопровідних системах. Для виконання цих завдань в Агентстві є відділ Питної води. АОНС має у своєму розпорядженні підрозділи в кожному штаті й на місцевому рівні. У розпорядженні АОНС є лабораторії питної води.

Агентство домагається розробки й впровадження в США нових законодавчих актів по поліпшенню якості питної води. Так, багато в чому завдяки АОНС в

нові федеральні директиви Безпеки Питної Води була включена вимога про необхідність фільтрування води з підземних міжпластових джерел.

Крім підрозділів АОНС наглядом за якістю питної води з погляду можливості впливу на здоров'я займаються органи охорони здоров'я. Структура санітарно-епідеміологічної служби, така як в Україні, у Сполучених Штатах Америки відсутня. Місцеві відділи охорони здоров'я, в яких є лікар (лікарі) по профілактиці захворювань, організують контроль (у тому числі лабораторний) якості питної води, що використовується споживачами. Роботу місцевих відділів охорони здоров'я і витрату на штати координують Департаменти Здоров'я цих штатів. Працівники місцевих відділів охорони здоров'я інформують громадян про результати дослідження хімічних речовин і інших показників у питній воді.

Крім державного контролю якості питної води в США функціонує виробничий контроль, який здійснюється організаціями, що забезпечують централізовану подачу питної води споживачам. Такий контроль виконується зокрема, лабораторіями, розташованими безпосередньо на спорудах по очищенню питної води, де досліджується обмежена кількість показників. При цьому відбір і дослідження питної води виконують щодня кілька разів на добу. Як приклад можна привести виробничий лабораторний контроль якості питної води на спорудах по очищенню води з поверхневого вододжерела в місті Бедфорді (штат Вірджинія, США)

Обробка води на очисних спорудах здійснюється реагентним методом, з метою знезаражування застосовується хлор. Проби води досліджуються в 2:00, 6:00, 10:00, 14:00, 18:00 і 22:00 години за місцевим часом. При цьому лабораторний аналіз питної води виконується на різних стадіях: до обробки (свіжа не оброблена вода), на двох етапах обробки й після обробки. У пробах води досліджуються температура, рН, лужність, загальна твердість, залізо, марганець, зміст хлору. Крім того, не менш 1 разу на добу у воді визначаються мутність, фториди й інші показники.

Вказані дослідження використовуються операторами для контролю дотримання технологічного регламенту обробки води. Результати досліджень, проведених через кожні 4 години, заносять у спеціальні бланки поточного контролю. Крім того, заповнюють звітний місячний бланк, в який вносять дані лабораторних досліджень за добу, місяць й підсумкові відомості.

У США, крім щоденного виробничого лабораторного контролю якості питної води, здійснюваного по обмеженій кількості показників безпосередньо на водоочисних спорудах, оброблена вода періодично контролюється на більший перелік речовин. Цю роботу виконують більші (центральні) лабораторії водопостачальних підприємств або на договірних умовах лабораторії комерційних організацій.

Відповідно до американського законодавства, комунальні підприємства централізованого питного водопостачання зобов'язані у встановлений термін звітувати перед споживачами про якість і кількість подаваної питної води. При цьому у випадку перевищення нормативу МРЗ (максимального рівня забруднення) питної води визначені строки інформування громадськості. Так, у

випадку встановлення підвищеного (вище МРЗ) змісту в питній воді миш'яку, фторидів, мікроорганізмів, пестицидів, органічних і деяких інших речовин передбачено опублікувати про це повідомлення в газеті протягом 14 днів і доставити дане повідомлення всім споживачам протягом 45 днів. При виявленні перевищення МРЗ у питній воді змісту нітратів і нітритів, крім вищевказаних дій, передбачено надати копію Повідомлення про це на радіостанції й телевізійні станції протягом 72 годин.

Відбір і дослідження проб питної води на певні показники проводяться диференційовано в тих крапках, де це необхідно в першу чергу у зв'язку з конкретною ситуацією. Так у м. Роанок щорічно здійснюється дослідження вмісту свинцю й міді в питній воді в 100 будинках, де є ризик забруднення води цими металами.

Водні лабораторії в США досліджують питну воду по великому переліку показників, включаючи ті речовини, які відсутні взагалі або перебувають у концентраціях нижче норм. Результати таких досліджень включають (у табличній формі) у Звіти Якості води. Якщо населений пункт або регіон забезпечується питною водою з різних водних джерел, у Звіти Якості Води вносяться результати дослідження води кожного із цих джерел у формі, зручній для порівняння. Крім того, напроти кожної речовини у звітах вказуються природні й техногенні джерела її надходження в питну воду. У звітах також приводяться карти населених пунктів із зонами розподілу й від різних джерел, щоб кожний житель був інформований звідки і яку воду він одержує.

Звіти Якості води, з ілюстраціями, у формі, зрозумілій фахівцям і звичайним громадянам, поширюються безкоштовно серед населення й організацій. У цих виданнях даються корисні поради по захисту здоров'я у зв'язку із уживанням питної води, а також пропозиції по більш ощадливому її використанню. Наприклад, серед порад є така: у випадку появи сумніву в якості питної води, зливати воду з кранів (здійснювати промивання) до зміни її температури, щоб переконатися, що водовід промито. Особливо важливим у США вважається промивання водогінної мережі громадянами при зміні кольору води, що, зокрема, може відбуватися при її забрудненні оксидами заліза.

У результаті застосування ефективних методів очищення питна вода, централізовано подавана населенню, звичайно відповідає встановленим нормативам і є чистою, прозорою й смачною. У штаті Вірджинія можна було спостерігати, як цю воду, безпосередньо відібрану із крана, вільно, без якогонебудь додаткового очищення, використовують для питва.

З метою забезпечення безпеки для здоров'я жителів, у першу чергу дітей, у США з 1998 р. заборонене використання пестицидів для вирощування продовольчих сільськогосподарських культур, якщо є ризик влучення пестицидів у питну воду і їхній вміст у воді вище припустимої межі. З цієї ж причини в країні повністю заборонене використання пестицидів алдрин й діелдрин, що вважаються канцерогенними для людини.

У даний час в інтересах забезпечення здоров'я населення федеральним законодавством США заборонене використання свинцю як матеріалу для

виготовлення водопровідних труб, їхніх з'єднань і вузлів водопровідних споруд. Прийняте також рішення про заміну свинцевих труб.

Американське АОНС не регулює якість питної води, що добувається із приватних нецентралізованих джерел питної води, в основному домашніх колодязів. Тому відповідальність за якість цієї води і її вплив на здоров'я покладається на власника будинку, що зобов'язаний забезпечити перевірку придатності питної води до вживання.

При виявленні забруднення питної води шкідливими речовинами (пестицидами, свинцем, миш'яком та іншими) у США рекомендується використання ефективних домашніх пристроїв по очищенню води, заснованих на принципах іонного обміну, зворотного осмосу й електродіаліза. У той же час громадян попереджають про небезпеку кип'ятіння води, що містить нітрати, указуючи на те, що в результаті цього процесу концентрація нітратів у воді зростає.

Крім того, громадянам пропонують використовувати воду з інших джерел водопостачання (у тому числі застосовувати бутильовану воду). Однак PRS відзначає, що навіть розлита в пляшки питна вода може містити шкідливі хімічні речовини. По цьому при виборі бутильованої води споживачі повинні зажадати копію результатів хімічних досліджень цієї води.

Для знешкодження криптоспорицій у питній воді рекомендується її кип'ятити, після чого вода повинна зберігатися в чистій ємності із кришкою й уживатися після охолодження.

Для профілактики легіонеллеза (хвороби легіонерів), що викликається бактерією легіонеллой пневмофілой (*Legionella*), у США крім забезпечення надійного знезаражування води централізованого питного водопостачання, рекомендується здійснювати знезаражування душових сіток і здійснювати контроль за роботою кондиціонерів.

## **Тема 3 МОНІТОРИНГ ПОВЕРХНЕВИХ ВОДОЙМИЩ**

### **3.1 Загальні поняття**

#### *Мета, завдання і об'єкти моніторингу вод*

Основна мета моніторингу за рівнем забруднення поверхневих вод полягає в одержанні інформації про якість вод, необхідної для здійснення заходів як з охорони, так і раціонального використання водних ресурсів.

Терміни моніторингу поверхневих вод у нормативних документах України (ДСт, інструкції ) сформульовані в такий спосіб:

**Поверхневі води (ПВ)** - води, що постійно або тимчасово перебувають на поверхні Землі.

**Водойма** - водний об'єкт у поглибленні суши, що характеризується вповільненим рухом води або повною його відсутністю.

**Водотік** - поверхневий водний об'єкт із безперервним рухом вод. Якість води - це характеристика складу й властивостей води, що визначає придатність її для конкретних видів водокористування.

**Джерелами забруднення ПВ** в основному є неочищені стічні води, промислові стоки підприємств, фекальні й побутові води житлових будівель, змиви з доріг і мостів, сільгоспугідь і т.п.

Встановлено, що кожний кубометр стічних вод, що попадає в поверхневі водойми, забруднює від 40 до 60 м<sup>3</sup> чистої води. Тому, хоча вода має природну властивість самоочищення, в усьому світі на знешкодження стічних вод щорічно витрачається до 30% стоку всіх рік земної кулі.

**Стічна вода** - вода, що утворилася в результаті господарської й виробничої діяльності, крім шахтної, кар'єрної й дренажної води, а також відведена із забудованої території, на якій вона утворилася внаслідок випадання атмосферних опадів.

Слід пам'ятати, що відповідно до вимог нормативних документів заміна терміна "стічні води" на термін "стоки" неприпустима.

*Основними завданнями моніторингу ПВ є:*

1. Спостереження за рівнем забруднення поверхневих вод по фізичних, хімічних і гідробіологічних показниках.

2. Виявлення динаміки зміни концентрацій забруднюючих речовин (ЗР) у контрольованих водоймах і виявлення умов, при яких відбуваються різкі коливання рівня забруднення, для забезпечення прогнозів забруднення ПВ.

3. Вивчення закономірностей у процесах самоочищення поверхневих вод і нагромадження ЗР у донних відкладеннях.

4. Визначення характеру виносу ЗР через гирлові створи рік для визначення балансу цих речовин у водоймах

Основними об'єктами, спостереження за якістю стічних вод яких необхідно й в яких розміщення постів спостереження (ПС) доцільно, є:

а) місця скидання:

- побутових стічних і зливових вод, які скидаються у водні об'єкти (ріки, озера, водоймища);
- стічних вод промисловими підприємствами (промстоки);
- підігрітих вод від ТЕС, ГРЕС і АЕС;
- -колекторно-дренажних вод, що відводяться зі зрошуваних або осушуваних земель,

б) великі нерестовища й зимовища цінних порід риб;

в) замикаючі створи великих і середніх рік, що впадають у моря й великі прісноводні водойми;

г) створи на ріках, що втікають або впливають за межі економічних районів;

д) замикаючі гідроствори річкових басейнів;

е) гирлові зони забруднених припливів головних рік, озер і водоймищ;

ж) передплотинні ділянки рік, що є важливими для рибного господарства,

з) перетинання ріками Державних кордонів,

к) райони розташування міст і великих селищ.

### **3. 2 Схема організації моніторингу ПВ**

Структурно моніторингові спостереження контрольованого водного об'єкта представляють схему на плані об'єкта з позначеними ПС, створами кожного ПС, певними на кожному створі вертикалями й зазначеними для кожної вертикалі об'єктами. Для кожного ПС необхідно вказати категорію, програми й періодичності проведених там досліджень.



### *Пункти спостережень*

Спостереження за рівнем забруднення ПВ здійснюються з використанням:

- а) стаціонарної мережі пунктів спостережень (ПС) за природним составом вод і концентрацією забруднювачів у ПВ;
- б) спеціалізованої мережі пунктів, розташованих на забруднених водних об'єктах, для вирішення науково-дослідних завдань;
- в) тимчасової експедиційної мережі пунктів для спостережень на об'єктах, не охоплених вище зазначеними дослідженнями.

Пункт спостереження за забрудненням поверхневих вод - місце на водоймі або водотоці, у якому проводять комплекс робіт для одержання даних про состав і властивості води, призначених для наступного узагальнення у часі й просторі і подання систематичної інформації зацікавленим організаціям

При наявності в населеному пункті декількох джерел забруднення під пунктом спостереження слід розуміти всю ділянку водойми або водотоку, на якому розташований населений пункт, а не окремі джерела забруднення. Назва ПС дається за назвою якого-небудь постійного орієнтира (населений пункт, електростанція, устя ріки і т.ін. Наприклад, ПС "Харків"). ПС, у першу чергу, організують на поверхневих водах, що мають велике господарське значення, й на фонових об'єктах.

Розташування ПС визначають:

- 1) з урахуванням існуючого використання ПВ;
- 2) на підставі перспективних планів розвитку;
- 3) після проведених попередніх досліджень характеристик:
  - а) водокористувачів, джерел забруднення;
  - б) статистики аварійних скидань ЗР;
  - в) фізико-географічних та ін. параметрів водойми (водотоку) або їхніх ділянок.

**Створ** - це уявлювана площина поперечного переріза ріки. Існує кілька видів моніторингових створів. От тільки деякі з них: створ контрольний; створ що лімітує; створ фоновий; створ замикаючий; створ повного змішання; створ спостереження. Відповідно до прийнятої термінології: створ спостереження - умовний поперечний переріз водойми або водотоку, в якому проводять комплекс робіт для одержання даних про показники якості води.

*Розміщення створів здійснюють із врахуванням :*

- гідрометеорологічних і морфометричних особливостей водойми або водотоку;
- розташування джерел забруднення;
- характеру скидання, кількості, складу й властивостей стічних вод;
- інтересів водокористувачів і т.д.

Застосування декількох створів дозволяє провести порівняння параметрів, отриманих на різних відстанях від місця скидання, а також оцінити "внесок" джерела в забруднення природних вод. У табл.1 відображене розташування створів, залежно від типу водного об'єкта й характеру джерела забруднень.

**Вертикаль створу** - умовна стрімка лінія на створі, від поверхні води (льоду) до дна водойми або водотоку, розміщення приладів для одержання даних про показники якості води. Розміщення вертикалей на створі, залежно від характеру водного об'єкта і його забруднення, показане в табл. 3.1

**Обрій спостережень** - відмітка (шар води) на вертикалі спостережень, на якій роблять відбір проб.

*Таблиця 3.1 - Розташування створів залежно від типу водного об'єкта й характеру джерела забруднень*

Тип водного об'єкта	Характеристика джерела	Число створів	Розташування створів
1	2	3	4
Водойма	Відсутність організованого скиду стічних вод або рівномірне забруднення водойми	Не менше 3-х по водоймі в цілому	Створи рівномірно розташовані по акваторії (з урахуванням геоморфології берегової лінії та інших факторів)
Водойма	Організований скид стічних вод	Не менше 3-х на водоймі з інтенсивним водообміном	1 створ (фоновий) -вище джерела забруднення – приблизно на відстані 1 км (поза впливом стічних вод); Нижче джерела забруднення - не менш 2-х: -на відстані 0,5км від скиду стічних вод; безпосередньо за кордоном зони забруднення
Водойма	Організований скид стічних вод	Не менше 6-ти на водоймі з вповільненим водообміном	1 створ (фоновий) – поза забрудненою частиною водойми; 1 створ - сполучають з місцем скидання стічних вод; не менш 2-х – з двох сторін від скидання стічних вод: 1 створ - на відстані 0,5 км від місця скидання; 1 створ - безпосередньо за кордоном зони забруднення
Водотік	Відсутність організованого скиду стічних вод	Один	З врахуванням гідрометеорологічних і морфометричних особливостей водотоку і інтересів водоспоживачів
Водотік	Організований скид стічних вод	Не менш двох	1 створ (фоновий) – вище джерела забруднення на 1 км (поза впливом стічних вод); 1 створ – нижче джерела забруднення: - або в створі достатньо повного (не менш 80%) змішування стічних вод з водою водотоку; - або в створі з урахуванням інтересів водоспоживачів ( залежно від умов змішування), але не далі 0,5 км від скиду стічних вод, або не далі 0,5 км від джерела забруднень (на тих, що використовуються для потреб рибного господарства)

Табл. 3.2 - Кількість і розташування вертикалей на водному об'єкті

Тип водного об'єкта	Фактори, що визначають кількість вертикалей	Кількість вертикалей	Розташування вертикалей
Водойма	Ширина зони забруднення водойми	Не менше 2-х	1 -а - не далі 0,5км від місця скидання стічних вод або від берега; остання -безпосередньо за межею зони забруднення
Водотік	Неоднорідність хімічного складу води в створі	Не менше 3-х	Дві - на відстані 3-5м від берегів; одна - на стрижні водотока
Водотік	Однорідність хімічного складу води в створі	Одна	На стрижні водотоку.

Відбір проб у фоновому створі здійснюють тільки в поверхневому обрії (шарі вод), а на інших створах - залежно від глибини водного об'єкта:

1)на водоймі

- при глибині менше 5м - тільки з поверхневого обрію;
- при глибині від 5 до 10м - з поверхневого й із придонного обріїв;
- при глибині до 20м - з поверхневого, із придонного обріїв і ще із глибини 10м;
- при глибині до 50м - з поверхневого, з 10м, 20м і придонного обрію;
- при глибині до 100м - з поверхневого, з 10м, 20м, 50м і придонного обрію;
- при глибині більше 100м - у поверхні, з 10м, 20м, 50м, 100м і придонного обрію;

2)на водотоці

- при глибині менше 5м - тільки з поверхневого обрію;
- при глибині від 5 до 10 м - з поверхневого й із придонного обріїв;
- при глибині більше 10м - з поверхневого, із придонного й ще з обрію половинної глибини

Обрій вважається поверхневим, якщо відбір проб проводиться не глибше (0, 2-0,3) м від поверхні води або нижньої крайки льоду.

Категорії пунктів спостереження

За ступенем важливості ПС розділяються на чотири категорії.

До 1-й категорії віднесені ПС, розташовані на середніх і великих водоймах і водотоках, що мають особливо важливе господарське значення, а саме:

- а) у районах міст із населенням понад 1 млн чол.;
- б) у місцях нерестовищ і зимовищ коштливих видів промислових організмів;
- в) у районах повторюваних аварійних скидань забруднених стічних вод;
- г) у районах організованого скидання стічних вод, у результаті якого утворюється висока концентрація ЗР (більше 100 ГДК за одним або декількома показниками).

При обґрунтуванні допускається розташовувати ПН 1-й категорії на малих водоймах і водотоках.

**До 2-ї категорії віднесені ПС, розташовані:**

- а) у районі промислових міст і селищ, з населенням від 0,5 до 1 млн. жителів;
- б) у місцях масового відпочинку;
- в) на прикордонних створах рік;
- г) на замикаючих створах рік, що впадають у моря й великі прісноводні об'єкти;
- д) у приустьєвій зоні припливів великих рік, озер і водоймищ;
- е) на важливих для рибного господарства передплотинних ділянках рік,
- ж) у місцях скидання промислових стічних вод і колекторно-дренажних вод, що відводяться із сільськогосподарських угідь, у результаті яких спостерігається середнє забруднення води (від 10 до 100 ГДК).

**До 3-ї категорії відносяться ПС, розташовані**

- а) у районах невеликих міст (менш 0,5 млн. жителів) і сіл;
- б) у районах будинків відпочинку й туристичних баз;
- в) на замикаючих ділянках великих і середніх рік;
- г) в устях забруднених припливів великих рік і водойм;
- д) у районах організованого скиду стічних вод, місцях стоків з сільськогосподарських угідь, у результаті яких спостерігається низьке забруднення (до 10 ГДК).

**До 4-ї категорії відносяться ПС, які розташовані на незабруднених, тобто фонових водних об'єктах, а також на водоймах і водотоках, розташованих на території державних заповідників і природних національних парків, що є унікальними природними утвореннями.**

#### *Програми спостережень*

У пунктах спостереження дослідження проводять комплексно по цілому ряді показників. Перелік обумовлених показників забруднення води встановлюють із врахуванням:

- 1) цільового використання водойми або водотоку;
- 2) складу скиду стічних і інших вод;
- 3) вимог споживачів інформації.

Для всіх ПС обов'язковим є визначення фізичних, хімічних, крім пестицидів, і гідрологічних показників. Спостереження за вмістом пестицидів проводять із урахуванням особливостей їхнього надходження, міграції й трансформації у водному середовищі на ПС, розташованих:

- у районах застосування пестицидів;
- у районах населених пунктів, у яких є підприємства, що виробляють пестициди;
- на ділянках ПВ з повторюваними випадками порушення норм якості води;
- у районі перетинання кордону,
- у пунктах, що прийняті в якості опорних за вмістом хлорорганічних пестицидів,
- у приустьєвих пунктах розрахунку виносу розчинених с/г забруднюючих речовин у моря й океани.

Відповідно до фізико-географічного районування країни для кожної зони й гірської області повинне бути визначене не менше 1-го ПС за вмістом пестицидів.

Дослідження з гідрохімічних і гідрологічних показників на ПС проводять по певних видах програм, вибір яких залежить від категорії ПС

а) на пунктах 1-й категорії спостереження здійснюються:

- щодня (на першому послі випуску стічних вод створі) – по скороченій програмі 1;
- відбір проб води в обсязі не менш 5л для зберігання протягом 5 діб на випадок проведення гідрохімічного аналізу при надзвичайних ситуаціях (загибель риби, заморні явища, аварійне скидання забруднюючих речовин і т.п.),
- щодакдно - за скороченою програмою 2;
- щомісяця - за скороченою програмою 3
- в основні фази водного режиму - за повною програмою.

б) на ПС 2-ї категорії

- щодня - тільки візуальні спостереження;
- щодакдно - за скороченою програмою 1; щомісяця - за скороченою програмою 3;
- в основні фази водного режиму - за повною програмою;

в) на ПС 3-ї категорії проводяться

- щомісяця - за скороченою програмою 3;
- в основні гідрологічні фази - за повною програмою:

г) на ПС 4-ї категорії дослідження проводяться - в основні гідрологічні фази - за повною програмою.

Для ПС 3-ї категорії поряд з обов'язковою програмою спостережень устанавлюється перелік ЗР, що є специфічними для даного водного об'єкта

Остаточний перелік ЗР, що підлягають спостереженню на кожному конкретному ПС, визначається на підставі аналізу якості вод досліджуваного об'єкта за результатами епізодичного моніторингу.

Розподілені джерела - такі джерела, як сільськогосподарські території, міста, трубопроводи й дороги, представляють найбільшу проблему в області охорони ПВ.

Новий напрямок у сучасній системі моніторингу - це контроль за рівнем забруднення донних відкладень (мулу), тому що накопичення ЗР в них служать джерелом вторинного забруднення вод.

#### *Повна програма*

Повна програма (обов'язкова програма) передбачає визначення наступних показників (перелік нормується державою)

а) візуальні спостереження - кольоровість (градуси), прозорість (см.),

б) гідрохімічні:

- водневий показник рН (мВ);
- окисно-водневий потенціал еН (мВ);
- концентрація розчинених у воді газів - кисню, диоксида вуглецю (мг/л);
- концентрація зважених часток (мг/л),
- концентрація "головних іонів" - хлоридів, сульфатів, гідрокарбонатів, кальцію, магнію, натрію, калію (мг/л);
- в) фізичні - температура (°С), запах (бали).

У разі наявності нижче джерела забруднення декількох створів дослідження наступних показників проводиться тільки в першому після скидання створі:

- концентрація головних іонів (мг/л);
- хімічне споживання кисню (мг/л);
- біохімічне споживання кисню за 5 діб (мг/л);

- концентрація біогенних елементів - іонів амонію, нітритів і нітратів, фосфатів, заліза загального, кремнію (мг/л);
  - концентрація нафтопродуктів, летучих фенолів, з'єднань металів (мг/л).
- г) гідрологічних:
- витрата води (м/с);
  - швидкість плину (м/с);
  - рівень води (м).

Візуальні спостереження - спостереження за станом водойми або водотоку шляхом його огляду.

На більшості водотоків спостереження по гідрохімічних і гідрологічних показниках за обов'язковою програмою (повній програмі) проводяться 5-8 разів на рік:

- на підйомі рівня води;
- піку й спаду рівня;
- при найменшій витраті й при проходженні дощового паводка;
- восени перед льодоставом;
- узимку.

Крім гідрохімічних і гідрологічних показників дослідження якості поверхневих вод проводяться також і за біологічними показниками. Періодичність спостережень за біологічними показниками встановлюють залежно від категорії ПС

- а) для 1-3 категорії - щомісяця у вегетаційний період;
- б) для 4-ї категорії - щокварталу у вегетаційний період.

#### *Скорочені програми*

Крім повної програми існує ще три програми - скорочені. Скорочені програми (1-3) відрізняються від повної кількістю контрольованих гідрологічних і гідрохімічних показників, спостереження за якими нормується:

- 1 за 1-ю скороченою програмою - 5 показників,
- 2. за 2-ю скороченою програмою - 8 показників і концентрація 3-х забруднюючих речовин;
- 3. за 3-ю скороченою програмою - 9 показників і концентрація всіх забруднюючих речовин у даному ПН.

### ***3. 3 Гідробіологічні показники якості води***

Спостереження за біологічними показниками проводять на водоймах або водотоках, що мають важливе господарське значення, де виявлені найбільш помітні зміни стану співтовариств водних організмів, на об'єктах, не підданих антропогенному впливу, а також на території заповідників і національних парків.

Для системи моніторингу забруднення вод суші надзвичайно актуальним є використання комплексних показників якості, до яких відноситься й гідробіологічний показник. Тому, починаючи з 1974 року, загальнодержавні служби здійснюють контроль забруднення водних об'єктів за гідробіологічним показником. На підставі одержуваної інформації роблять висновки не тільки про рівень забруднення, але й про реакцію біоти на вплив забруднень, про стан організмів, популяцій, екосистем в умовах антропогенного впливу, а також висновки про поділ водойм за категоріями.

Однак перш ніж проводити програму гідробіологічних досліджень, необхідний період накопичення гідробіологічної інформації з наступних об'єктів: макрофітам; бактеріопланктону; фітопланктону; зоопланктону; зообентосу; перифітону.

1. *Макрофіти* - це головним чином вищі (судинні) водяні рослини, а також прикріплені нижчі й плаваючі водорості. До макрофітів відносяться покритосеменні папороті, хвощі, мохи, харові водорості й ін. При гідробіологічному контролі макрофітів особлива увага приділяється: видовому складу; їхньому стану; фітомасі; аномаліям; тривалості фенофаз і т.д.

Особливість повітряно-водних макрофітів полягає в тім, що при візуальній оцінці складу й розподілу цих рослин у водоймі можна зробити попередній висновок про ступінь його забруднення.

2. *Бактеріопланктон (мікроби)* - мікроскопічні організми, частіше одноклітинні, що втримуються в прісних водах. При комплексному контролі якості вод аналізується: загальне число бактерій (у млн. кліток/мл); час подвоєння числа бактерій; число сапрофітних бактерій; кількість спеціалізованих груп бактерій.

3. *Фітопланктон* - сукупність мікроскопічних рослин, головним чином водоростей, що живуть у товщі вод і водних плиннів, що пасивно пересуваються під течією.

Основними групами фітопланктону є діатомові, протококові, вольвоксові рослини. Біомаса фітопланктону визначається в міліграмах на літр, а загальна чисельність - у тисячах кліток на мілілітр.

При масовому контролі якості вод вважається достатнім визначення якісного складу фітопланктону до роду.

При контролі на сапробність необхідно визначати якісний склад фітопланктону до виду.

4. *Зоопланктон* - сукупність тварин, що живуть у товщі вод і не здатні активно протистояти переносу плинами, тобто пасивно "ширяють" у товщі води. Основні групи зоопланктону складають ветвістовусі, веслоногі, коловертки, найпростіші. Загальна чисельність визначається в тисячах екземплярів на кубічний метр, а біомаса - у міліграмах на кубічний метр. Чисельність і склад зоопланктону характеризують ступінь забруднення вод органічними й токсичними речовинами.

Більшість зоопланктеру служить індикаторами сапробності водойм. Контроль зоопланктону має важливе значення ще й тому, що серед цих організмів зустрічаються патогенні види, що погіршують якість води.

5. *Бентос* - сукупність організмів, все життя або більшу її частину живуть на дні (на ґрунті або в ґрунті). Розрізняють фітобентос і зообентос. До бентосних організмів відносять молюски, хірономіди, олігохети, веснянки, поденщини, двокрилі, ракоподібні, ручейники та ін.

*Обов'язковим є:*

- а) визначення загальної чисельності бентосних організмів (в екз./на кв. метр);
- б) загального числа їхніх видів, чисельності основних груп;
- в) числа видів в основних групах;
- г) визначення масових і індикаторних видів.

6. *Перифитон* - тварини й рослини, що прикріплюються до стебел і листів водяних рослин, а також до інших поверхонь, що перебувають в товщі вод водойми. Спостереження за перифитоном (фауною обростання), що є різновидом бентосу, в даний час тільки впроваджуються в систему контролю прісноводних водойм.

Оцінку якості води й стану водних екосистем виконуються за сукупністю гідробіологічних показників, що включають

- 1) індекси:
  - а) сапробності;
  - б) розмаїтості;
  - в) подібності;
  - г) токсичності;
- 2) показники:
  - а) продукційні,
  - б) мікробіологічні.

7. *Сапробність* - ступінь розпаду органічних речовин у забруднених водах. Сапробність встановлюється за списком сапробних організмів. Для порівняння видової розмаїтості на забрудненій і контрольній ділянках використовуються коефіцієнти подібності Серенса й абсолютної подібності.

Токсикологічні показники визначаються за допомогою найпростіших тестів на виживаність безхребетних організмів у дослідженнях тривалістю не більше чотирьох діб. Як тест-об'єкти використовуються дафнії, тубіфіциди, хірономіди й гаммаріди. Дослідження, в основному, проводять "скляночними" методами:

- 1) кисневим;
- 2) радіовуглецевим;
- 3) хлорофільним і т.ін..

*Кисневий метод* надає відомості про фотосинтез фітопланктону. *Радіовуглецевий метод* застосовують при малій інтенсивності фотосинтезу й коротких експозиціях. *Хлорофільний метод* враховує не всі фактори забруднення, тому його результати використовують тільки в якості попередніх.

У харківському водопроводі запропонована розробка системи безпеки водопостачання в умовах загрози застосування хімічної зброї, терактів або диверсій."

Як і в західних країнах, перша українська система біотестування буде багаторівневою. Це значить, що контролювати якість води будуть за допомогою риб, фітопланктону, тобто водоростей і біопланктону - дафній. Спеціальні пости із цими живими тестами планують установити на водозаборах, там, де воду відбирають для подальшого очищення й транспортування в місто. Фахівці говорять, що живі організми здатні розпізнати будь-яку отруту у воді всього лише за кілька годин, тоді як до міста очищена вода транспортується мінімум кілька діб. Це значить, що часу для вживання заходів по очищенню води буде досить.

#### *Експертиза ПС*

Відповідно до результатів аналізу проб, отриманих при моніторингових дослідженнях, необхідно:

- 1) перевірити правильність розрахунку створів змішання природних і стічних вод, границь зон забруднення води й, з обліком максимально вилученого створу



досить повного (не менш 80%) змішання, уточнити розташування створів, вертикалей і обрїїв у ПС;

2) визначити категорію ПС відповідно до встановлених принципів й з урахуванням реального забруднення води;

3) установити для конкретного ПС перелік характерних забруднюючих речовин;

4) скласти програму спостережень у ПС, в якій указують перелік обумовлених показників, періодичність і строки проведення спостережень.

При зміні характеру антропогенного впливу й умов у ПС категорія ПС, перелік спостережуваних показників можуть бути змінені в відповідності з порядком, викладеним у нормативних документах.

### ***3.4 Автоматизовані системи контролю ЗР прісноводних водойм***

У цей час на автоматизованих ПС надійно вимірюються такі показники, як: температура; розчинений кисень; - рН і еН; електропровідність; каламутність; рівень вод.

Ведеться велика робота зі створення вимірювальних перетворювачів з використанням іон-селективних електродів і мембран для визначення наявності й виміру кількості у воді іонів:

- міді, фтору, хлору;
- нітратів;
- ціанідів;
- сірководню;
- аміаку.

Визначення інших ЗР, у тому числі токсичних, за допомогою автоматизованих ПС у даний час складно. Тому основу відомостей про результати спостережень становлять ПС, на яких всі або більшість операцій виконуються вручну.

Однак, автоматизовані системи контролю мають величезну перевагу, що полягає в можливості безперервного проведення спостережень. Навіть, якщо аналізується невелика кількість показників якості вод, цим системам немає альтернативи при контролі за різкими змінами якості вод.

Автоматизовані системи контролю в першу чергу створюються в районах з напруженим водним балансом. Вони стають частиною системи керування якістю води, здобуваючи все більше значення для оптимізації водоохоронних заходів.

#### *Структура автоматизованої системи моніторингу*

Першим щаблем автоматизованої системи є локальна система (ЛАС), що охоплює окремий район, місто або підприємство. ЛАС представляє мережу ПС, ядром якої є "центр збору й обробки інформації". На кожному ПС цієї системи встановлюється набір автоматичних датчиків і телеавтоматичний пристрій, що організує їхню роботу, - перевірку нуля й контрольних крапок шкали, зчитування показань, накопичення інформації, перетворення її в код і передачу в центр збору й обробки локальної системи по телефонних, телеграфних або радіоканалах.

Центр збору й обробки інформації ЛАС одержує інформацію від 30-50 ПС і після її обробки видає відомості про джерела забруднення, концентраціях ЗР у вигляді таблиць, графіків, зведень, а також рекомендації з їхнього

зниження. Ці дані направляються: органам місцевого самоврядування міста, району, підприємства, де розташоване ЛАС; на другий рівень автоматизованої системи - регіональну автоматизовану систему (РАС).

Регіональна система поєднує 10-30 ЛАС. Ядром системи є регіональний обчислювальний центр, що приймає, обробляє інформацію, яка надходить від локальних центрів, видає дані про рівень забруднень контролюваного регіону, а також рекомендації щодо їх зменшення.

Наступним рівнем автоматизованої системи є загальнодержавна система (ЗАС), що поєднує регіональні центри й дозволяє здійснювати екологічний контроль і прогнозування в масштабах окремо взятої держави. Вплив антропогенних факторів на екологічний стан навколишнього середовища настільки крупномасштабно, що поодиночі жодна держава світу впоратися зі зростаючим рівнем забруднень неспроможна. Тому доцільно об'єднати ОАС у єдину моніторингову систему для вирішення глобальних екологічних проблем.

#### *Контрольні питання*

1. Дайте визначення термінам: поверхневі води; водойма; водотік; якість води; стічні води; пункт спостереження; створ; вертикаль створу; обрій спостережень. Наведіть визначення основних видів створів.
2. Перелічіть основні об'єкти, спостереження за якістю скидних вод яких доцільно.
3. Назвіть мережі ПС, використовувані при моніторингу ПВ.
4. Укажіть ПВ, на яких насамперед установлюють ПС і поясните з урахуванням яких факторів визначають їхнє положення на водному об'єкті.
5. Сформулюйте вимоги до розміщення створів на ПС: водойми; водотоку.
6. Укажіть фактори, що визначають кількість вертикалей на створі і особливості їхнього розташування.
7. Перелічіть категорії ПС.
8. Укажіть, на яких об'єктах розташовуються ПС: 1-ї категорії; 2-ї категорії; 3-ї категорії; 4-ї категорії.
9. Наведіть перелік показників, що підлягають обов'язковому дослідженню на всіх ПС.
10. Назвіть показники, дослідження яких виконують при проведенні повної програми.
11. У чому відмінність повної програми від скорочених програм? Які види скорочених програм Ви знаєте? У чому їхня відмінність одна від одної?
12. Перелічіть об'єкти гідробіологічних досліджень.
13. Опишіть структуру автоматизованої системи моніторингу ПВ.
14. Обґрунтуйте причину існування автоматизованої й неавтоматизованої систем моніторингу. Переваги і їхні недоліки.

## Тема 4 МОНІТОРИНГ СТІЧНИХ ВОД

### 4.1 Загальні відомості

*Основні завдання моніторингу міських стічних вод полягають в:*

а) визначенні кількості й складу забруднень (за хімічними та бактеріологічними показниками), на підставі яких може бути зроблений вибір методів очищення й конструкцій біологічних очисних споруд;

б) визначення наявності й концентрації коштливих домішок, які доцільно витягати зі стічних вод у процесі очищення;

в) установа впливу стічної рідини на матеріали, з якими їй має бути стикатися;

г) встановлення наявності токсичних домішок;

д) об'єктивна оцінка ефективності роботи очисних споруд.

На відміну від аналізу питної води при дослідженні стічних вод основне значення надається не окремим компонентам, а груповим, що характеризують ступінь розпаду органічних речовин. При аналізі стічних вод має значення:

а) час узяття проби на дослідження, з огляду на нерівномірність надходження стоків, розходження їхнього складу в часі, для аналізу повинні відбиратися середньодобові проби;

б) інтервал часу до початку аналітичних досліджень.

Для бактеріологічного аналізу міських стічних вод необхідно в найкоротший термін доставити проби в лабораторію і приступити до дослідження, тому що при зберіганні в ній починається швидке розмноження мікробів і дійсна картина якості води буде перекошена.

*Безпосередньо на очисній станції виконують наступні операції:*

1) визначення ступеня бактеріологічного забруднення - однократно протягом кожної години доби;

2) обчислення середньодобової концентрації мікробів;

3) знаходження такої години доби, коли ступінь бактеріального забруднення води в пробі N-ї години приблизно відповідає величині середньодобової концентрації мікробів;

4) завдання обчисленої години в якості "директивної" години для взяття проб і виконання досліджень якості вод.

У цю годину, надалі, завжди будуть здійснюватись моніторингові дослідження, виходячи з того, що дані, отримані в цей час, будуть приблизно відповідати середньому бактеріальному забрудненню досліджуваної стічної рідини.

5) При моніторингових дослідженнях міських стічних вод на радіоактивні домішки доцільно:

а) аналізувати середньодобові проби;

б) проводити епізодичні дослідження;

в) аналізувати разові, погодинні проби.

Така схема досліджень необхідна для того, щоб:

1) не пропустити якого-небудь випадкового або залпового скидання радіоактивних домішок;

2) не допустити опромінення персоналу, що працює на біологічних очисних спорудах, оскільки існують радіоактивні ізотопи з коротким періодом напіврозпаду, які хоча й не представляють небезпеки для водойми, але можуть впливати на оператора

#### **4. 2 Особливості зміни радіоактивності міських побутових вод**

Оскільки побутові води мають складний состав, становить інтерес розглянути, якою мірою кожна зі складових їхніх частин є носієм радіоактивності.

##### *Водопровідна вода*

Природні води, звичайно використовувані для водопостачання, не мають підвищеного рівня радіоактивності. У процесі ж водоочищення ступінь їх активності може тільки знизитися. Тому водопровідна вода, котра є як би "тлом" побутових стічних вод, містить дуже малу кількість радіоактивних ізотопів.

##### *Побутові води, що містять продукти фізіологічної життєдіяльності людини*

Основним радіоактивним ізотопом, що надходить у стічну рідину з продуктами обміну людського організму, є радіоактивний калій. Кількість радіоактивного калію, виділювана в процесі обміну речовин, практично дорівнює тій кількості, яку людина одержує з їжею. У зв'язку з цим фонові радіоактивність побутових стічних вод завжди вище, ніж у більшості природних вод, особливо поверхневих. Тому навіть у містах, де немає промисловості, що застосовує радіоактивні ізотопи, сумарне забруднення міського стоку речовинами, що випромінюють бета й гама частки, завжди вище, ніж води джерела водопостачання.

##### *Побутові води, що утворюються в результаті господарської життєдіяльності людини*

До цієї категорії в основному відносяться води, одержувані після миття, готування їжі, прання білизни й т.д. Скільки-небудь значного внеску в підвищення активності міських стоків вони не вносять.

##### *Акумуляція радіоактивних забруднювачів поверхневих вод біоценозами водойм і водотоків*

Аналіз акумуляції радіоактивних речовин поверхневими водами дозволяє констатувати наступне:

1. Значна кількість радіоактивних ізотопів розчинна у воді

2. Переважна більшість з них здатна акумулюватися в клітинах біоорганізмів. Тому що розчинені у воді ізотопи можуть акумулюватися в клітинах, то вони становлять небезпеку для людини через можливість попадання їх у їжу. При цьому деякі з ізотопів після загибелі клітки знову надходять у навколишню воду, а інші фіксуються настільки міцно, що залишаються пов'язаними з органічними речовинами її тіла.

3. Процес акумуляції здійснюється тільки живими клітками.

Ступінь цієї акумуляції може досягати значних розмірів і залежить не тільки від виду ізотопу, але й від рівня організації біологічного об'єкта, періоду напіврозпаду ЗР та ін.

Наприклад, збільшення концентрації радіоактивних ЗР в клітинах, у порівнянні з концентрацією в навколишній воді досягає для:

- планктонів - в 2 000 разів;
- дрібної риби - в 150 000 разів;
- личинок мух - в 350 000 разів.

Оскільки час, затрачуваний на проходження ізотопів по "харчовому ланцюжку" від забрудненої води до людини, може досягати 3-х тижнів і більше, то за цей час концентрація "короткоживучих" ізотопів (наприклад, фосфору) може сильно зменшитися.

4. Живі організми, що стоять на більш низькому щаблі еволюційного розвитку, менш чутливі до радіоактивного зараження, ніж ті, що знаходяться вище. Тому одноклітинні організми очисних споруд малочутливі до таких доз радіації, які у людини викликають необоротну форму променевої хвороби.

#### **4.3 Обґрунтування можливості існування екологічно чистих міст**

Теоретично в умовах міста можна уникнути забруднення навколишнього середовища, але для цього довелося б:

- одержувати чисту воду зі стічних вод, а на мулі стічних вод вирощувати сільськогосподарські культури;
- всі покидьки піддати рециркуляції й виготовляти з них товари;
- навіть двоокис вуглецю й воду, виділювані при диханні, перетворити за допомогою фотосинтезу рослин і водоростей у вуглеводи й кисень.

Однак у цьому випадку місто було б або повністю ізольоване від навколишнього світу, або передбачалася можливість підведення або відводу чистої води й свіжого повітря.

Відповідно до законів термодинаміки таке ізольоване існування не може тривати нескінченно довго.

Будь-яка діяльність впливає на сумарні ресурси Землі. Так, якщо очищати стічні води, то в результаті такої діяльності утворюються відходи іншого виду, які також повинні бути вилучені. Для цього потрібна величезна кількість енергії. Необхідна енергія повинна бути знайдена в навколишньому середовищі, наприклад, у запасах вугілля, нафти, ядерного пального або геотермальної енергії або енергії падаючої води, використання яких викличе нове забруднення навколишнього середовища.

Навколишнє середовище перебуває в стані динамічної рівноваги - циклічність потоків речовин і енергії забезпечують постійне відновлення навколишнього середовища й підтримує її в стані, придатному для існування живих організмів:

- 1) у результаті круговороту води все живе забезпечується чистою водою, необхідною для існування більшості з них;
- 2) круговорот азоту, вуглецю, кисню й інших елементів є, свого роду, джерелом життя, оскільки протягом цих циклів здійснюється перехід від неорганічних до органічних і живих форм, які знову перетворюються в неорганічні.

Порушення природних циклів потоків речовин і енергії, викликане діяльністю людини або дією яких-небудь природних факторів, приводить до тимчасової або необоротної зміни певних місцевих видів флори й фауни.

#### *Контрольні питання*

1. Перелічіть основні завдання моніторингу міських стічних вод.
2. Назвіть відмінності аналізу питної води від досліджень стічних вод.
3. Яким параметрам моніторингових досліджень стічних вод необхідно приділяти велику увагу?
4. Перелічіть операції, виконувані на очисній станції при моніторингових дослідженнях вод.
5. У чому полягає особливість моніторингових досліджень міських стічних вод на радіоактивні домішки?
6. Зробіть висновки про акумуляцію радіоактивних забруднювачів поверхневих вод: клітинами, по трофічних ланцюгах.
7. Обґрунтуйте можливість безвідходних процесів у житті міста.

## Тема 5. МОНІТОРИНГ МОРІВ

### 5. 1. Загальні відомості

Організація моніторингу забруднення морських водойм має ряд особливостей, пов'язаних з глобальністю об'єктів контролю й недостатньою вивченістю біологічних, геологічних, гідрологічних і інших систем морів і океанів. Система моніторингу забруднень морів (МЗМ) вирішує наступні завдання:

а) контроль за рівнем забруднення вод, а також за забрудненням донних відкладень за фізичними, хімічними, і гідробіологічними показниками, особливо в курортно-оздоровчих зонах, а також на ділянках морів, що піддаються інтенсивному впливу (гирлові зони, морські нафтопромисли, акваторії портів і маршрути руху суден);

б) вивчення балансу ЗР в морях, затоках і протоках з урахуванням процесів, що протікають на границі роздягнула атмосфера-вода, процесів розкладання, трансформації й нагромадження ЗР в донних відкладеннях;

в) вивчення закономірностей просторових і часових змін концентрації ЗР, установлення зв'язку цих змін з природними циркуляційними процесами, з гідрометеорологічним режимом контрольованого району й особливостями господарської діяльності людини.

Комплексність МЗМ вимагає визначення наступних гідрометеорологічних параметрів: температури води; напрямку, швидкості, температури, границі й глибини знаходження плинів; швидкості, напрямки й сталість вітрів; рівня опадів; атмосферного тиску; вологості повітря й т.п.

При організації системи МЗМ опираються на матеріали й рекомендації Лондонських міжнародних конвенцій 1972 і 1973 р., а також на міжнародні й національні документи, прийняті в наступні роки.

Система спостережень ґрунтується на створенні мережі локальних ПН, розташування яких дозволяє проводити виявлення полів забруднення. Ця мережа повинна включати ПН, які були створені до ухвалення рішення про розгортання моніторингової системи, що дозволить проводити аналіз розвитку контрольованих параметрів у часі. Розміщення ПН опирається на знання гідрохімічного й гідрометеорологічного режимів і рельєфу дна в даному районі моря.

Важливою особливістю МЗМ є синхронність "проведення контролю на всіх ПН і у всіх стандартних океанографічних об'єктах (0; 5; 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50м і т. далі), включаючи придонний шар води, а також шари "стрибка властивостей" (щільності, солоності, концентрації кисню, температур і т.д.).

Океанографічним об'єктом називається шар води на заданій глибині, з якого беруться проби.

### 5. 2 Категорії ПН і програми спостережень

ПН, залежно від народногосподарської значущості водного об'єкта й ступеня його забруднення діляться на три категорії.

#### *Морські ПН категорії I*

Морські ПН категорії I (одиничні ПН) - призначені для оперативного виявлення високих рівнів забруднення в найбільш забруднених зонах поблизу джерел скидань і використовуються для одержання оперативної інформації. Вони розташовуються на:

- замикаючих створах усть, що впадають у моря, рік;
- у районах впливу скидання стічних вод із сільськогосподарських угідь;
- у зонах нафтоналивних причалів і баз зберігання нафтопродуктів;
- у місцях нафтопромислів;
- у районах, що мають важливе рибогосподарське або культурно-оздоровче значення.

Морські ПН категорії I забезпечують: контроль концентрацій ЗУ; візуальний контроль за станом забруднення поверхні моря в районах спостережень. Спостереження проводяться за двома програмами - скороченої й повної.

**Скорочена програма** - спостереження проводять один раз у декаду.

Програмою передбачається контроль змісту

- розчиненого кисню;
- нафтопродуктів;
- -одного-двох ЗР, специфічних для даного району.

**Повна програма** - спостереження проводяться один раз на місяць (у середині місяця) і в цій декаді місяця сполучаються роботи з повної і скороченої програм. Повною програмою передбачаються спостереження за наступними показниками:

1) забруднюючі речовини: нафтопродукти; хлорорганічні пестициди, важкі метали (ртуть, свинець); феноли; детергенти, а також ЗУ специфічні для даного району.

2) показники середовища: розчинений кисень; сірководень; концентрація водневих іонів; біохімічне споживання кисню за 5 доби; нітритний азот і нітратний азот; амонійний азот; фосфор фосфатний і загальний фосфор; кремній.

3) елементи гідрометеорологічного режиму: солоність (хлорність) води; температура води й повітря; швидкість і напрямок плинів і вітру; прозорість води; кольоровість води.

На морських ПН категорії I, розташованих безпосередньо біля берега, спостереження проводять тільки за скороченою програмою.

У період льодової обстановки на ПН, розташованих у відкритій частині водойми, спостереження проводять один раз у сезон за повною програмою.

#### *Морські ПН II категорії*

Морські ПН категорії II (одиночні ПН або системи ПН у вигляді розрізів) служать для визначення рівнів забруднення й тенденцій їхньої зміни у найбільш забруднених районах (міста й акваторії портів, прибережні води й устя рік, бухти, затоки, а також райони розташування промислових комплексів, у місцях видобутку корисних копалин, стоків із сільгоспугідь, районах інтенсивного судноплавства й тих, що мають культурно-оздоровче й рибогосподарське значення).

Морські ПН категорії II забезпечують щомісячний контроль за рівнем забруднення морських вод. Спостереження проводять за повною програмою.

У період льодової обстановки спостереження проводять один раз у сезон.

#### *Морські ПН категорії III*

Морські ПН категорії III (мережа ПН у відносно чистих водах) організуються для простежування фонових рівнів забруднення і їх сезонної й річної мінливості. Спостереження на цих ПН проводять один раз у сезон за повною програмою.

### 5. 3 Вибір обрію спостережень

Для правильності спостережень важливе значення має вибір обріїв відбору проб.

Для ПН, розташованих на берегах морів при глибинах на створі: до 3м - проби відбираються з обрію 0м; до 10м - із двох обріїв (0м і придонний); до 25м - із трьох (0м, 10м і придонний); до 100м - із чотирьох обріїв (0м, 10м, 50м і придонний); до 500м - з п'яти обріїв (0м, 10м, 50м, 100м і придонний), а також:

1)при наявності шару забруднення в контрольованому районі, здійснюється додатковий відбір проб - в обрії забруднень;

2)при наявності яскраво вираженого шару температурного стрибка також вводять додатковий обрій - на 0,5 м вище шару стрибка.

Для ПН на замикаючому гідростворі рік, що впадають у моря: при глибинах до 5 м проби води відбирають з двох обріїв (0м і придонний); при глибинах більше 5 м - з трьох обріїв - нульового, придонного й проміжного:

1)якщо потік вод на замикаючому гідростворі за гідрохімічними характеристиками однорідний, то проби води відбираються із проміжного обрію, рівного половині загальної глибини;

2)у випадках, коли спостерігається яскраво виражений шар температурного стрибка - проби води відбирають над шаром стрибка.

#### *Особливості забруднення Світового океану*

Складовою частиною МЗМ є аналіз забруднень Світового океану: тому моніторинг забруднень морів у національному масштабі тісно пов'язаний з міжнародними правовими угодами.

Одним з основних інгредієнтів забруднення вод Світового океану є:

- а)нафтопродукти, які переносяться на значні відстані;
- б)забруднення морської води патогенними мікроорганізмами.

Дійсно, всі інфекційні захворювання людини, що мають другою ланкою в епідемічному ланцюзі прісну воду, передаються й через морську воду;

в)інфікування устриць, різних моллюсків і інших морських організмів, які вживаються в їжу без термічної обробки, тобто в сирому вигляді;

г)"добриво" морської води, що приводить до бурхливого розвитку водоростей. Відмирання цих водоростей, розкладання їхніх відмерлих кліток, приводить до того, що з морської води зникає розчинений кисень, аеробні умови змінюються анаеробними, відбувається масова загибель риб.

"Добриву" прибережних морських вод сприяють фосфати, що входять до складу побутових стоків. У зв'язку з бурхливим зростанням міст і відставанням в розвитку мережі очисних споруд, концентрація фосфатів у стічних водах приморських міст безупинно збільшується. Цьому ж процесу сприяє застосування в якості миючих засобів синтетичних препаратів.

Специфіка біохімічного самоочищення стоків у морській воді полягає в наступному:

а)відсутність швидкого змішування і розведення стічних вод морською водою. Міські стічні води мають меншу питому вагу в порівнянні з морською водою, тому при влученні їх навіть у глибинні шари вони негайно спливають на поверхню й утворюють забруднену зону, що добре видна навіть на значній відстані;



б) незначна розчинність кисню. Внаслідок великої концентрації солей у морській воді розчинність кисню в ній завжди менша, ніж у прісній;

в) невелика швидкість зниження біохімічного споживання кисню (БСК).

Більша солоність морської води, у порівнянні з водою прісною, позначається й у тім, що різниця осмотичного тиску для клітки в солоній воді менше, ніж у прісній. Внаслідок цього бактеріальна клітка повільніше всмоктує необхідні їй живильні речовини. Тому всі біохімічні процеси розкладання органічних речовин, їхня мінералізація, у морях і океанах протікають зі значно меншою швидкістю, ніж у ріках, озерах і водоймищах;

г) тривалість збереження патогенних мікробів кишкової групи.

Гетерофобні мікроби стічних вод, потрапляючи в не властиву їм обстановку солоної води, досить швидко гинуть, не витримуючи конкуренції гетеротрофів, постійних мешканців морських вод. Щодо санітарно-показових і патогенних мікробів, то вони зберігаються в морській воді досить тривалий строк, причому фітонциди, виділювані морськими водоростями, практично не травмують клітки патогенних мікробів, що потрапили в морську воду.

Можливо, що причина більш тривалого збереження багатьох патогенних мікробів кишкової групи в морській воді в порівнянні з водою прісною, полягає в близькості сольового складу морської води до сольового складу крові людини.

Підбиваючи підсумок аналізу специфіки біохімічного самоочищення стічних вод у морській воді, слід зазначити наступне:

1) У морській воді, у порівнянні з прісною, змішування міських стоків із чистою водою тривалий час не відбувається.

Приклад. за даними Ялтинської санепідемстанції стічні води в морі підхоплюються морськими течіями й переносяться окремим струменем, не змішуючись з морською водою навіть на відстані 10 км від місця скидання.

2) Розчинність кисню в солоній воді нижче, ніж у прісній, тому аеробні окисні процеси протікають у морі з меншою інтенсивністю. Часто мікробіальний процес зниження величини БСК також відбувається в уповільненому темпі.

3) Патогенні мікроби, після попадання їх у морську воду, виживають протягом тривалого періоду часу.

4) На підставі сказаного вище слід зробити висновок про значно більшу небезпеку стічних вод для морських екосистем, ніж для прісноводних водойм.

Тому моніторинг морів повинен базуватися на застосуванні "більш жорстких" вимог до якості вод.

#### *Контрольні питання*

1. Перелічіть негативні наслідки антропогенного забруднення морів.
2. Укажіть на специфіку біохімічного самоочищення стічних вод у морській воді.
3. Які висновки необхідно зробити на підставі аналізу особливостей самоочищення морів?

## Тема 6. МОНІТОРИНГ ЛІСІВ

### 6. 1. Загальні відомості

У створеній глобальній системі моніторингу НС важливе місце займає моніторинг стану лісів (МСЛ), оскільки лісові екосистеми є найбільш потужним стабілізатором руйнівних процесів у природі й одним з найбільш підходящих об'єктів контролю, оцінки й прогнозу впливу антропогенної діяльності на біосферу. Негативними наслідками впливу сукупності всіх антропогенних факторів може бути:

- а) безповоротна втрата частини біомаси планети;
- б) погіршення лісорослинних умов;
- в) збіднення видового складу лісів і зміна кошовних порід менш кошовними;
- г) трансформація залісених територій у заболочені землі й пустелі.

Всі ці передбачувані й непередбачені зміни можуть привести до небажаного розпаду ряду історично сформованих екосистем. Антропогенний вплив ЗР атмосфери на життєдіяльність рослин

Газоподібні й аерозольні забруднюючі речовини найбільш сильно забруднюють НС внаслідок значних швидкостей переносу повітряних мас в атмосфері. Існуючі заходи зниження концентрації забруднювачів діляться на три групи:

- а) перебудова виробничого процесу з метою зниження кількості шкідливих відходів;
- б) поліпшення фільтрів та інших пристроїв знешкодження відходів;
- в) будівництво високих труб для кращого розсіювання забруднювачів в атмосфері, перш ніж вони досягнуть приземних шарів атмосфери.

Останній спосіб часто є найбільш ефективним, наприклад, у теплоенергетиці - одному із самих потужних джерел забруднення атмосфери. Але, хоча такі міри дозволяють вирішувати проблему поліпшення складу повітря в масштабах окремих міст, вони не призводять до зниження загального обсягу викидів у регіоні. Основними ЗР атмосфери є - NO, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CO, пил.

### 6. 2 Особливості впливу SO<sub>2</sub> на рослини

Хоча обсяги виділення вугарного газу - CO і є найбільш значними, для рослин він малотоксичний. Для рослин самим токсичним є сірчистий газ - SO<sub>2</sub>. Математичне моделювання процесів розподілу антропогенних забруднювачів в атмосфері дозволяє визначити концентрацію цього забруднювача на відстані від поодинокого джерела в такий спосіб

$$C = Q/2RVH \cdot E_{xp}(-R/TV) \quad (6.1)$$

де Q- потужність джерела SO<sub>2</sub>, тис. т S/рік. вважається, що 1 тис. т S/рік = 23- 1010 мКг SO<sub>2</sub>/рік; R - відстань до джерела, км; V - середня річна швидкість переносу повітряних мас усередині шару перемішування. Прийнято вважати V=30 км/год.; H - середня річна товщина шару перемішування. Прийнято, що H= 1000м; T - час перебування SO<sub>2</sub> в атмосфері. Уважається, що T – 5 год.; Z - концентрація SO<sub>2</sub>, мКг/м.

Перший співмножник у правій частині виразу (6.1) відбиває "ізотропне розведення" забрудненого повітря з видаленням від джерела, а другий - експонентне зниження кількості ЗР із зростанням "віку" окремої порції SO<sub>2</sub>.

Результати математичного моделювання (6.1) обов'язково перевіряють експериментальними дослідженнями. Для оцінки екологічної небезпеки сірчистого

газу на рослини звичайно вибирається сосна - визнаний індикатор забруднення атмосфери. Соснові ліси зручні тим, що:

- а) на них дія  $\text{SO}_2$  не маскується впливом добрив.
- б) кліматичні аномалії окремих років - згладжені;
- в) виміри росту сосни проводяться регулярно іншими природоохоронними службами із цілями, не пов'язаними із завданнями моніторингу.

Тому дані про ріст сосни для служби моніторингу обходяться значно дешевше, ніж результати лишайникового аналізу;

- г) низький граничний рівень - граничний рівень концентрації  $\text{SO}_2$  для сосни дорівнює 20 мкг/м.

Метод оцінки - порівняльний аналіз фонових і індикаторних об'єктів з використанням існуючої пропорційності середньої швидкості росту дерев або ширини річних кілець від рівня забруднення атмосфери сірчистим газом.

Приклад. Численні дослідження, проведені в другій половині ХХ століття в розвинених країнах Європи, а також у нашій країні, показують подвоєння викидів  $\text{SO}_2$  за кожні 10 років.

### **6. 3. Моніторинг стану лісів. Мета, завдання і об'єкти досліджень**

Ціль МСЛ - сприяти не тільки раціональному використанню й відтворенню лісових ресурсів, але й забезпечувати необхідною інформацією систему прогнозування розвитку біосфери. Для цього МСЛ, надаючи інформацію про зміни в будові й темпах росту лісових насаджень під впливом різних видів і рівнів антропогенних впливів, повинен вирішувати наступні завдання:

1. На рівні природних зон, тобто на глобальному рівні - вивчення загальних тенденцій зміни лісових екосистем і їхніх елементів, таких як лісистість, породний состав.

2. На рівні природних регіонів - вивчення місцевих закономірностей динаміки елементів лісових систем, таких як особливості ходу росту й продуктивності деревних порід.

3. На рівні локальному, тобто окремих об'єктів - заповідник, лісгосп і т.д.

а) контроль і прогноз динаміки лісового фонду з урахуванням ґрунтово-типологічних умов;

б) вивчення ходу зростання і продуктивності деревостоїв залежно від інтенсивності антропогенного впливу;

в) вивчення санітарного стану лісових насаджень;

г) вивчення взаємозв'язків лісової рослинності з лісовою фауною;

е) економічна оцінка лісових ресурсів;

ж) ведення лісового кадастру.

Деревостій - ділянка лісу, однорідна за складом порід, віком дерев, ярусністю, густотою, запасом деревини та ін. характеристикам.

Лісовий кадастр - зведення даних про лісові ресурси, що складається періодично офіційною установою.

З наведеної схеми завдань МСЛ очевидно, що його головним об'єктом є продуктивність деревостоїв, а, отже, і продуктивність лісів.

Продуктивність деревостоїв - запас вирощуваної на одиниці площі деревини (м/га).

Основну мету лісовпорядкування ще в 1795р. визначили як виявлення справжньої і майбутньої продуктивності лісів. У 1973г учасники Міжнародної

наради країн Європи визначили, що першочерговим завданням сучасного лісовпорядження є інвентаризація, прогноз і контроль динаміки лісового фонду, включаючи й показники його продуктивності. Однак і сьогодні це завдання повністю ще не вирішене через:

- а) відсутності достатньої точності при обліку деревних запасів;
- б) незначного обсягу робіт по виявленню поточного приросту запасу деревостоїв;
- в) відсутності відомостей про величину відпаду;
- г) недостатньої розробки прогностичних моделей;
- д) відсутності автоматизованої системи керування лісовими ресурсами.

Перший практичний досвід контролю і прогнозу продуктивності лісів, не з метою моніторингу, а з метою організації лісового господарства, був отриманий у тих країнах, де традиційно застосовуються вибіркові методи обліку лісів - у Швеції, Фінляндії, Німеччині, Австрії, США та ін. У нашій країні були проведені великі дослідження зі створення вибірових методів обліку лісів, однак широкого застосування на практиці ці методи не одержали.

Продуктивність характеризується рядом показників, основними з яких є: породний склад; сумарний обсяг стовбурів дерев, що становлять деревостій у момент обліку; поточна зміна запасу деревостою, без обліку відпаду за останній рік або N років, і з обліком відпаду.

Відпад деревостою - сумарний обсяг стовбурів відмерлих або вирубаних за останні рік або кілька років.

#### **6.4 Особливості МСЛ**

Організація служби МСЛ - трудомістке й специфічне завдання, складність якого визначається наступними властивостями лісу:

- а) нестационарність - через цілий ряд впливів практично не існує стаціонарного стану лісу;
- б) тривалість життя дерев. Кожна стадія життя займає в середньому 20-40 років, що утрудняє реєстрацію переходу лісу зі стадії в стадію;
- в) недостатність існуючої точності обліку й розрахунків продуктивності деревостоїв у лісовому господарстві, що для цілей моніторингу становить 10-20% при вірогідності рівної 68%;
- г) велика кількість необхідних для контролю параметрів:

1) всі перераховані раніше показники продуктивності деревостоїв одночасно є основними критеріями його стану, поряд з якими застосовуються й ряд допоміжних - число стовбурів, середній діаметр, середня й верхня висоти, сума площ перетинів, відсоток приросту і ін.;

2) у лісовому господарстві вивчається й ураховується лише "стовбурна частина дерев", а для цілей моніторингу доцільно додатково фіксувати й досліджувати ще такі параметри як закономірність ходу росту й загальна продукція фітомаси.

Об'єктом МСЛ може бути як окремих деревостій, так і група порівняно однорідних деревостоїв, об'єднаних на типологічній або ґрунтово-типологічній основі.

Систематичні спостереження за показниками окремого деревостою повинні здійснюватися на стаціонарних ПН шляхом регулярних вимірів. Ці спостереження надають цінну інформацію про величину відпаду й приросту деревини, але вони трудомісткі й малозначущі для оцінки продуктивності всього лісу.

## **Тема 7. МОНІТОРИНГ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА – ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ**

### **7. 1. Загальні відомості**

Із сучасної точки зору, моніторинг представляє сукупність

- спостережень за певними компонентами біосфери, спеціальним образом організованих у фізичному просторі й у часі;
- експериментів з елементами біоти, певним чином обраними із усього різноманіття біологічних об'єктів комплексу методів прогнозування екологічної обстановки. Таким чином, моніторинг орієнтований на виявлення, прогнозування й оцінку антропогенних змін стану біосфери. Інформація, одержувана в ході реалізації програми моніторингу, призначена для:
- оцінки поточного стану біосфери і її окремих компонентів;
- для здійснення прогнозу відповідних реакцій природних екосистем на зміну рівня антропогенного впливу;
- для верифікації екологічного прогнозу й здійснення зворотного зв'язка в ланцюзі "екологічна інформація - регулювання стану НС".

Для оптимізації програми моніторингу необхідно:

а) ретельно проаналізувати реальні потреби в екологічній інформації, що виникають, у тому числі, і в завданнях регулювання якості НС, оскільки ціль моніторингу - забезпечити інформацією процес регулювання, наситити конкретними величинами моделі прогнозування змін НС і оцінити ці зміни;

б) визначити мету, методи й існуючу практику регулювання стану НС;

в) спрогнозувати, наскільки це можливо, довгострокові наслідки втручання в НС, з огляду на прямі, непрямі й соціальні ефекти.

Однак тут виникає гадане протиріччя в організації моніторингу, визначенні й оптимізації його структури, тобто:

а) як визначити номенклатуру вимірюваних показників;

б) як установити параметри повторюваності й просторово-тимчасової організації системи спостережень;

в) які рекомендувати методи й технічні засоби й т.д., орієнтуючись на завдання регулювання стану НС, якщо заздалегідь не відомо, які саме завдання регулювання будуть виникати.

Завдання оптимізації зазначеного типу може бути вирішене (один з варіантів) методом найкращих оцінок параметрів випадкових процесів по заданій статистиці результатів спостережень при заданій, але ненульовій вартості одного випробування і відомому середньому штрафі за одиничне відхилення оцінки від істинного значення.

Методологічною основою оптимізації біосферного моніторингу є всебічний аналіз НС як багатопараметричної системи, що дозволяє класифікувати основні об'єкти впливів і ефекти, виявити наслідки антропогенного регулювання елементів біосфери, а також зіставити різні види впливів за їхніми ефектами.

Мета, методи й практика регулювання стани НС різні на різних рівнях (локальному, регіональному й глобальному) внаслідок розходження відповідних критеріїв якості середовища або існуючої невизначеності цих критеріїв.

Найбільш точно визначені критерії якості НС на локальному (імпактному) рівні. Система ГДК хімічних інгредієнтів у природних середовищах дозволяє виділити той діапазон концентрацій, що, при даному рівні розвитку науки, можна вважати припустимим для здоров'я людини.

*На локальному рівні:*

а) метою регулювання стану НС на локальному рівні є забезпечення такої стратегії регулювання, що не виводить концентрації забруднювачів, за припустимий діапазон;

б) завданням регулювання є - визначення параметрів моделі "поле викидів - поле концентрацій", що дозволяють виконання поставленої мети, а також технічний контроль фактичних викидів від джерел забруднення з метою інформування органів держнагляду.

Підхід, реалізований на локальному рівні, зовсім неприйнятний на регіональному рівні, оскільки типові зміни концентрацій забруднювачів такі, що не можуть робити істотного впливу безпосередньо на здоров'я людини.

Антропогенний вплив на регіональному рівні змінює стан абіотичного середовища розглянутого регіону, викликаючи реакцію, що приводить біоту в новий рівноважний стан з рівнем забруднення, тобто приводить до зміни біоценозів. При оцінці корисності цього процесу використовують санітарно-гігієнічні, економічні, соціальні, естетичні й ін. параметри. Тому регулювання стану НС на регіональному рівні здійснюється в рамках єдиного соціально-економіко-екологічного завдання розвитку регіону.

Проблеми регулювання стану НС на глобальному рівні найбільш складні, тому що:

- а) необхідна міждержавна взаємодія;
- б) існує невизначеність цілей цього процесу;
- в) зростає складність вибору й реалізації "важелів" регулювання;
- г) необхідно фундаментальне обґрунтування наслідків регулювання не тільки для біосфери, але й для розвитку людського суспільства;
- д) істотно зростає вартість витрат на регулювання.

## **7. 2. Моніторинг джерел забруднення**

Поряд з контролем рівня забруднення природних середовищ, досить важливим із практичної точки зору є моніторинг джерел забруднення (МДЗ), як стаціонарних - заводські труби й т.п., так і рухливих - транспортні засоби.

З методичної й метрологічної сторони моніторинг джерел забруднення (З) представляє більше легке завдання, ніж моніторинг об'єктів навколишнього середовища. Оскільки

- по-перше, концентрація ЗР в джерелі значно вище, ніж в біосередовищах;
- по-друге, перелік підлягаючому контролю речовин визначається складом викидів із джерела й може бути отриманий на підставі аналізу технологічних процесів виробництва.

Однак через відставання в області розробки наукових основ і критеріїв оцінки викидів, МДЗ у багатьох країнах, у тому числі й в Україні, перебуває на початковій стадії розвитку. Тільки в останні роки одержала визнання концепція гранично припустимих викидів (ГДВ), що обмежує обсяги викидів

ЗР в навколишнє середовище і тим самим є реальним технічним засобом регулювання якості природних середовищ.

Вивчення характеру й шляхів поширення ЗР від З до конкретного об'єкта навколишнього середовища, з врахуванням гідрометеорологічних, кліматичних, топографічних умов, дозволило:

а) розробити метод визначення рівня забруднення від величини викидів.

б) дало можливість установити концентрацію гранично припустимих викидів, щоб вміст ЗР в контрольованій біозоні не перевищував ГДК.

Підхід до розробки норм ГДВ у різних країнах різний. У ряді держав, у тому числі в Україні, в основу покладені вимоги безпеки для здоров'я людини. В інших, як, наприклад у США, він заснований на технологічному принципі - норми ГДВ забезпечуються на рівні найкращої досягнутої технології, тобто ГДВ (або стандарти на рівень викидів) установлюються з таким розрахунком, щоб шляхом їхнього послідовного зменшення досягти такої якості навколишнього середовища, що може бути забезпечено кращою, на сучасному етапі, технологією виробництва.

### ***7.3 Система моніторингу навколишнього середовища***

В Україні існує досить розгалужена система екологічного моніторингу стану навколишнього природного середовища. На рівні держави, регіонів та міст інформація про стан довкілля за певний період формується різними державними установами та підпорядкованими їм підприємствами. У табл.1 наведена інформація про об'єкти моніторингу довкілля й служби, які здійснюють цей моніторинг.

Розподіл функцій моніторингу по різних відомствах, які не зв'язані між собою, призводить до дублювання зусиль, знижує ефективність усієї системи моніторингу й утрудняє доступ до необхідної інформації як для громадян, так і для державних організацій. Тому в Україні було прийняте рішення про створення Державної системи моніторингу довкілля (ДСМД), яка винна об'єднати можливості й зусилля численних служб для вирішення завдань комплексного спостереження, оцінки й прогнозу стану довкілля в Україні.

ДСМД - це система спостережень, збирання, оброблення, передавання, збереження та аналізу інформації про стан довкілля, прогнозування його змін і розроблення науково - обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень про запобігання негативним змінам стану довкілля та дотримання вимог екологічної безпеки .

В Україні мережа спостереження за забрудненням навколишнього середовища працює на базі Центральної геофізичної обсерваторії (ЦГО). Оцінка стану атмосферного повітря здійснюється в 53 містах різних областей України на 162 стаціонарних постах спостережень за забрудненням (СПЗ) та на двох станціях транскордонного моніторингу: "Світязь " (Волинська обл.) та "Рава – Руська " (Львівська обл.). В атмосферному повітрі визначається вміст 33 забрудників, зокрема оксидів азоту, діоксиду сірки, оксиду вуглецю, пилку, формальдегіду, важких металів і бенз(а)пірену.

У місті Києві на цей час працює 16 стаціонарних постів спостереження, які розташовані в різних районах міста.

Спостереження за хімічним складом опадів та снігового покриву проводяться на 48 метеостанціях. До забрудників, найпоширеніших у воді опадів на території України, які формують забруднення ґрунтів та водних об'єктів, належать іони: сульфатів, хлору, амонію, гідрокарбонатів, нітратів, кальцію, натрію, калію та магнію, аналіз яких і здійснюється. Проводяться також спостереження за кислотністю опадів. У місті Києві працює 2 метеостанції ( в аеропорту “Жуляни” і на проспекті Науки).

Спостереження за хімічним складом та якістю поверхневих вод України проводяться на 139 водних об'єктах (річки, водоймища, озера) в 215 пунктах. Контроль стану води в Дніпрі в районі Києва здійснюється на трьох пунктах. Обстеження забруднення ґрунтів пестицидами, нітратами, промисловими токсикантами (свинець, мідь, кадмій та ін.) проводиться вибірково в різних областях України.

Після аварії на ЧАЕС в Україні особлива увага наділяється спостереженням за радіаційним забрудненням атмосферного повітря, поверхневих вод і опадів, яку здійснюється на 178 пунктах мережі ЦГО. За даними, які надходять у ЦГО Мінприроди з регіональних управлінь екології щорічно розробляється “Національна доповідь про стан навколишнього середовища в Україні.

На жаль, в існуючих системах спостережень за станом довкілля України збір і обробка інформації в основному не автоматизовані, засновані на лабораторно-хімічних методах аналізу проб і використовуються не стільки для прийняття оперативних управлінських рішень, скільки для статистичного аналізу. Так, аналіз атмосферного повітря здійснюється в робочі дні чотири рази на добу: про 1, 7, 13 і 19 часи. Повторюваність відбору проб поверхневих вод здійснюється щодавно.

Структурною основою побудови сучасної ДСМД є регіональна територіально розподілена комп'ютерна мережа. Тобто, ДСМД України повинна об'єднати регіональні системи моніторингу довкілля (РСМД), які, у свою чергу, повинні об'єднати системи моніторингу довкілля міст (СМДМ). Основу РСМД і СМДМ складають проблемно орієнтовані комплекси контролю забруднень (ПОКК). До складу ПОКК повинні входити автоматизовані інструментальні аналітичні комплекси для одержання первинної інформації про забруднення довкілля, локальні мережі автоматизованих робочих місць (АРМ) ПОКК. Всі місцеві ПОКК одного регіону повинні бути об'єднані локальною мережею центру оперативного моніторингу (ЦОМ), куди надходить інформація про стан довкілля. Для прийняття оперативних рішень у разі виникнення проблемної екологічної ситуації в містах (регіонах) інформація про стан довкілля повинна надходити до місцевого (регіонального) інформаційно-аналітичного центру, який створюється при місцевих органах влади.

СМДМ міста Києва створюється як типова інформаційно-аналітична РСМД з урахуванням її проблемної орієнтації. Метою створення СМДМ є забезпечення в автоматизованому режимі адміністративних органів та відповідних служб даними про стан довкілля для оперативного прийняття науково - обґрунтованих управлінських рішень.



ПОКК-1 реалізований на базі системи екологічного моніторингу стану повітря уздовж автомагістралей населених пунктів, яка дозволяє здійснювати безупинний автоматичний контроль у повітрі заданої зони оксиду вуглецю ( $\text{CO}_2$ ), діоксидів азоту ( $\text{NO}_2$ ) і сірки ( $\text{SO}_2$ ).

Датчики хімічних забруднень (ДХЗ) стаціонарно встановлюються на контрольованих автомагістралях. ДХЗ зв'язані з комплектом апаратури детекторів хімічних забруднень (КДХЗ), що являє собою комплект апаратно-програмних засобів збору й передачі інформації. Кожен КДХЗ входить до складу відповідного уніфікованого дорожнього контролера (ДКУ) керування світлофором. Отримані дані повинні надходити по лініях зв'язку з ДКУ в центральний керуючий пункт автоматизованої системи керування дорожнім рухом державної автоінспекції (ЦКП АСКД ДАІ) для прийняття рішень з керування дорожнім рухом автотранспорту, а також до ЦОМ при Держуправлінні екології та природних ресурсів.

Як ДХЗ у системі встановлені розроблені АТ «Украналіт» малогабаритні стаціонарні газоаналізатори (ГА) безупинної дії на основі електрохімічних сенсорів мод. 603 EX01, що дозволяють вимірювати одночасно концентрації  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$  у повітрі. Газоаналізатори мають високу швидкодію й забезпечують просте й зручне обслуговування під час експлуатації.

ПОКК-2 реалізований на базі існуючих стаціонарних постів спостережень за забрудненням атмосферного повітря (ПСЗ) у мережі ЦГО. Три ПСЗ, які розташовані в різних житлових районах міста ( пр-т Науки, 37, Гідропарк, пр-т Перемоги 98/2) оснащені стаціонарними автоматичними газоаналізаторами (ГА) розробки АТ «Украналіт » (мод. 645ХЛ10, 667ФФ05, 621EX07). ГА дозволяють контролювати в безперервному режимі концентрації оксидів азоту ( $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ), діоксиду сірки ( $\text{SO}_2$ ), оксиду вуглецю ( $\text{CO}$ ) в атмосферному повітрі. У вказаних постах встановлене мікропроцесорне приймально-передавальне устаткування (МППУ), яку забезпечує передачу контрольовано-вимірювальної інформації по міській телефонній мережі зв'язку на ПК у ЦГО, де формується база даних ( ПО розробки Інституту кібернетики) про стан забруднення атмосферного повітря.

За запитом інформація передається в ЦОМ. Заплановано подальшу передачу даних в інформаційно-аналітичний центр Київської міської Державної адміністрації (КМДА).

ПОКК-3 реалізований на базі екологічного комплексу розробки АТ «Украналіт» (ЕК-1), який встановлений на київському заводі «Енергія» з утилізації твердих побутових відходів. Завод працює в Києві більше 20 років. Він щодня спалює продукти життєдіяльності міста. Спалювання сміття відбувається в 4 казанах, які працюють цілодобово й споживають великі обсяги енергоносіїв (газу). Внаслідок цього в довкілля викидається значна кількість шкідливих газів:  $\text{O}_3$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{C}_n\text{H}_m$ .

Основу ЕК-1 складає інфрачервоний оптичний багатокомпонентний ГА «СПЕКТР-4». До складу ЕК-1 входять 4 блоки аналізу (БА) і персональний електронно-обчислювальна машина (ПЕОМ), з'єднана з БА за допомогою двопровідного кабелю через інтерфейс RS485. БА встановлені на газоходах

шкірного з чотирьох котлів. ПЕОМ встановлена в диспетчерському пункті заводу. Відстань між БА й ПЕОМ близько 1200 м.

На заводі “Енергія” окрім ЕК-1 на кожному з 4-х котлів встановлені також технологічні комплекси розробки АТ “Украналіт” (ТК-1). Кожен комплекс складається з високочутливого газоаналізатора 151 ЭХ02, що вимірює концентрацію кисню (ПРО2) в зоні виходу продуктів горіння кожного котла. Окрім того, до складу комплексу входить багатоканальний газоаналізатор 325 ФА01, що вимірює концентрації оксиду вуглецю (СО), діоксиду вуглецю (СО<sub>2</sub>) і метану (СН<sub>4</sub>).

Комплекс ТК-1 дозволяє в реальному часі вимірювати склад газів і корегувати співвідношення повітря/паливо для оптимізації процесів горіння й зменшення токсичних викидів в атмосферу. Таким чином на заводі реалізовано цілодобовий безперервний моніторинг як за газовим середовищем у технологічних процесах, так і за екологічними викидами токсичних газів у атмосферу при спалюванні сміття. Впровадження системи дозволило оптимізувати процес горіння, знизити витрати палива, зменшити викиди токсичних газів на 7-10 %, збільшити кількість сміття, що спалюється на питому одиницю палива. Комп'ютерна обробка вимірювальної інформації дозволив архівувати результати вимірів і тим самим відслідковувати відхилення від технологічного процесу за результатами газоаналітичного контролю.

Апаратно-програмне забезпечення ПОКК-3 дозволяє передавати контрольовано-вимірювальну інформацію про обсяги викидів : СО, SO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub> до ЦОМ.

Хоча ТК-1 до складу ПОКК-3 не входять, але взаємодія між ЕК-1, ТК-1 і ПОКК-3 дозволяє вчасно приймати управлінські рішення, які приводять до зменшення викидів в атмосферу токсичних газів.

Для вирішення першочергових екологічних проблем міста й сприяння збалансованому розвитку соціальних, екологічних та економічних аспектів, Київрадою були визначені концептуальні засади екологічної політики м. Києва, які включають пріоритетні напрямки екополітики й шляхи ефективного розв'язання екологічних проблем міста. У першу чергу це стосується удосконалення промислово-виробничої сфери з крапки зору покращання санітарно-гігієнічного та екологічного стану міста, а також впровадження нових ресурсозберігаючих і відтворюючих технологій.

Для реалізації вказаних засад на початку 2003 року було створене Управління охорони навколишнього природного середовища (УОНПС) яке відтепер виконує основні координуючі функції в цій галузі на локальному рівні. У даний час УОНПС разом з МНС спрямовує свої зусилля на створення гілки міського моніторингу довкілля, що дозволить приймати оперативні рішення в кризових екологічних ситуаціях. Мова йде в першу чергу, про аварійні ситуації, які можуть виникати на підприємствах, де зберігаються небезпечні речовини у великих кількостях, зокрема, хлор і аміак.

У рамках ПОКК-4 планується розробити апаратний комплекс (систему) трирівневого контролю, оповіщення та попередження техногенних катастроф на хімічно-небезпечних підприємствах міст.

Призначення комплексу - ідентифікація рівня аварії ( локальна аварія на об'єкті або загальна аварія на об'єкті) з вірогідним виходом токсичних газів за його межі; передача інформації про факт та рівень аварії, а також метеоумови на момент аварії черговому в Управління з НС; оцінка та прогнозування хімічної обстановки при аварійному викиді токсичних газів; оповіщення персоналу об'єкта і населення на території біля хімічно-небезпечного об'єкта; безперервні вимірювання концентрації токсичних газів і метеорологічних параметрів у робочій зоні хімічно-небезпечних об'єктів; видача сигналів на вмикання аварійної вентиляції, апаратури управління відсіченими клапанами і системами нейтралізації токсичних газів, зупинки роботи технологічних установок у разі аварії.

Комплекс матиме три інформаційні рівні. Перший інформаційний рівень комплексу реалізується на хімічно-небезпечному об'єкті, другий інформаційний рівень комплексу - в районних управліннях з НС, третій інформаційний рівень комплексу - в Управлінні з НС по місту, яку одночасно передає інформацію до ЦОМ і МДА для прийняття управлінських рішень.

Одним з найбільш розповсюджених у промисловості сильнодіючих отруйних речовин є хлор, що використовується для очищення води на усіх водопровідних станціях (ВР) міст. Наприклад, на Дніпровській і Деснянській ВР м. Києва постійно зберігається до 100 т рідкого хлору, що при техногенній катастрофі може викликати хімічне зараження великої території міста, а при локальних аваріях з викидом хлору на цих ВР можуть постраждати мешканці, прилеглих до ВР районів. Тому перша черга реалізації ПОКК-4 запланована саме на ВР міста Києва.

Така система зможе забезпечити одразу після введення в експлуатацію прийняття правильних, оперативних рішень у кризових ситуаціях.

Перша черга СМДМ міста зорієнтована на контроль дуже інформативних екологічних показників, а саме показників забруднення атмосферного повітря. У цілому сумарний екологічний показник забруднення атмосферного повітря населених пунктів (аа) є функцією багатьох факторів найбільш вагомими з яких є: обсяг викидів забрудників від пересувних джерел, переважно автотранспорту ( $\Pi_1$ ), середньорічний (середньодобовий) вміст забрудників у повітрі зон житлової забудови населених пунктів ( $\Pi_2$ ), обсяг викидів забрудників із стаціонарних джерел ( $\Pi_3$ ), локальне забруднення атмосферного повітря при прогнозованих екологічних кризових катастрофах ( $\Pi_4$ ), забруднення атмосферного повітря при не прогнозованих екологічних (техногенних) кризових катастрофах ( $\Pi_n$ ), таких як Чорнобильська аварія.

### ***Висновки***

СМДМ міста повинна забезпечити створення сприятливих умов для збереження здоров'я і добробуту населення міста. Система повинна задовольняти всі органи міської влади, а також засоби масової інформації, ділові кола й населення.

Кореспондентами інформаційно-аналітичного центру МДА мають бути всі існуючі організації екологічного, санепідеміологічного профілю та надзвичайних ситуацій.

Для забезпечення повноцінного функціонування СМДМ необхідно вирішити ряд науково-технічних і організаційних питань, а саме:

- створити єдиний інформаційно-аналітичний центр МДА,
- забезпечити надходження оперативної інформації про стан повітря вздовж автомагістралей (ПОКК-1) до ЦКП АСКД ДАІ й подальше керування дорожнім рухом автотранспорту;
- оснастити усі наявні ПСЗ міст автоматичними ГА, установити нові ПСЗ у районах міста, де смороду відсутні й забезпечити безперервну передачу даних від ПОКК-2 до ЦГО, ЦОМ і МДА;
- встановити на великих паливоспалюючих об'єктах міст (ТЕЦ, ТЕС, промислові підприємства) комплекси ЕК-1 та ТК-1, ПОКК-3 до ЦОМ і МДА;
- встановити на хімічно-небезпечних підприємствах міст системи контролю, оповіщення та попередження техногенних катастроф з тривірневим контролем і передачею даних у МДА для прийняття оперативних управлінських рішень.

#### *Контрольні питання*

1. Сукупність яких складових, представляє моніторинг?
2. Для яких цілей призначена інформація, одержувана в ході реалізації програми моніторингу?
3. Що необхідно для оптимізації програми моніторингу?
4. У чому протиріччя в організації моніторингу?
5. Як можна вирішити завдання оптимізації програми моніторингу?
6. Назвіть мету й завдання регулювання параметрів НС на локальному й регіональному рівнях.
7. Обґрунтуйте, чому підхід, реалізований на локальному рівні, не прийнятний на регіональному рівні?
8. У чому полягає складність регулювання параметрів НС на глобальному рівні?
9. Назвіть відмінність моніторингу джерел забруднення від моніторингу об'єктів? Який вид моніторингу простіше і чому?
10. Який підхід до розробки норм ГДВ у різних країнах?

## СПИСОК ДЖЕРЕЛ

- 1 Израэль Ю. А. и др. Осуществление в СССР системы мониторинга загрязнения природной среды. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 114 с.
- 2 Сытник К. М. и др. Словарь-справочник по экологии. – К.: Наукова думка, 1994. – 665 с.
- 3 Ткач и др. Толковый словарь экологических терминов. – К.: Мин. образ., 1993. – 225 с.
- 4 Израэль Ю. А., Ровинский Ф. Я. Берегите биосферу. – М.: Педагогика, 1987. – 125 с.
- 5 Израэль Ю. А. и др. Исследования и оценка переноса загрязняющих воздух веществ на большие расстояния. – М.: Гидрометеиздат, 1979. – 11 с.  
Израэль Ю. А. Комплексный анализ окружающей среды. Подходы к определению допустимых нагрузок на окружающую природную среду и обоснование мониторинга. – В кн.: Всесторонний анализ окружающей природной среды. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – с. 17-25.
- 7 Утехин В. Д. Мониторинг и проблемы интеграции служб слежения за природной средой. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. – С. 58-63.
- 8 Николишин И. Я. и др. Исторический мониторинг состояния загрязнения окружающей природной среды. – (Израэль, т. 2, с. 125-133).  
Кист А. А. О граничных химических условиях существования жизни. – В кн.: Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – Т. 3. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – с. 64-76.
- 10 Салиев А. В. К оценке экологической опасности загрязнения атмосферы в региональном масштабе. - (Израэль, т. 3, с. 263 - 267).
- 11 Израэль Ю. А. и др. Экологический мониторинг и регулирование состояния природной среды. - (Израэль, т. 4, 1981, с. 6-19).
- 12 Израэль Ю. А. и др. Фоновый мониторинг и анализ причин глобальных изменений в состоянии биоты - (Израэль, т. 6, 1983, с. 4-15).
- 13 Константинова З. И. Защита воздушного бассейна от промышленных выбросов в атмосферу. – М.: Химия, 1981. – 104 с.

## СПИСОК СКОРОЧЕНЬ

<b>БСК</b>	<b>біохімічне споживання кисню</b>
<b>ВЖР</b>	<b>найважливіші життєві ресурси</b>
<b>ЗР</b>	<b>забруднюючі речовини</b>
<b>З</b>	<b>джерело забруднень</b>
<b>КС</b>	<b>критична ситуація</b>
<b>ЛАС</b>	<b>локальна автоматизована система</b>
<b>МЗМ</b>	<b>моніторинг забруднень морів</b>
<b>МДЗ</b>	<b>моніторинг джерел забруднень</b>
<b>МСЛ</b>	<b>моніторинг стану лісів</b>
<b>ЗАС</b>	<b>загальнодержавна автоматизована система</b>
<b>НС</b>	<b>навколишнє середовище</b>
<b>ПАУ</b>	<b>поліциклічні ароматичні вуглеводні</b>
<b>ПВ</b>	<b>поверхневі води</b>
<b>ПС</b>	<b>пункт спостережень</b>
<b>РАС</b>	<b>регіональна автоматизована система</b>
<b>Рн</b>	<b>водневий показник</b>
<b>ПГМ</b>	<b>порівняльно-географічний метод</b>
<b>ЕВ</b>	<b>електромагнітні випромінювання</b>

Навчальне видання

**Дегтерева** Людмила Іванівна,

**Булгакова** Олеся Вікторівна

Конспект лекцій з курсу «моніторинг довкілля і охорона навколишнього середовища» для студентів 3 курсу денної і заочної форм навчання освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр, напряму підготовки 6.060103-«Гідротехніка (Водні ресурси)» спеціальності «Водопостачання та водовідведення».

Редактор: *М. З. Аляб'єв*

Комп'ютерне верстання: *К. А. Алексанян*

План 2010, поз. 53Л

---

Підп. до друку: 29.06.2010  
Друк на різнографі  
Тираж 50 пр.

Формат 60x84/16  
Ум. друк. арк. 2,7  
Зам. №

---

Видавець і виготовлювач:  
Харківська національна академія міського господарства,  
Вул. Революції, 12, м. Харків, 61002  
Електронна адреса: rektorat@ksame.kharkov.ua  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:  
ДК № 4064 від 12.05.2011