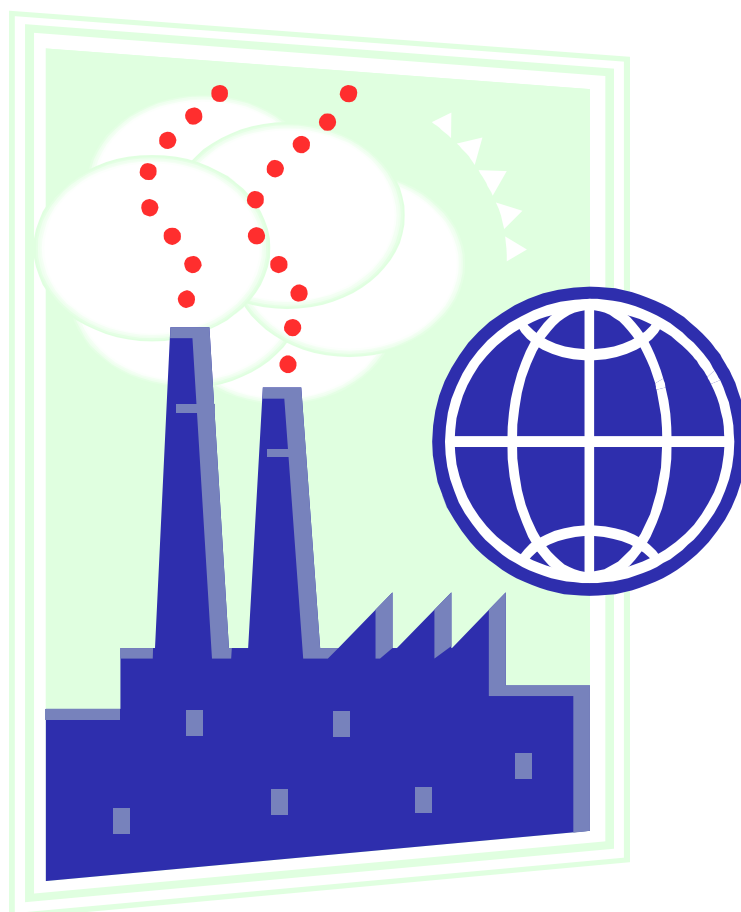


**Міністерство освіти і науки України
Харківська національна академія міського господарства**

Л.І. ДЕГТЕРЕВА , В.О. МЕЛЬМАН

Моніторинг навколишнього середовища



Харків - ХНАМГ - 2004

**Міністерство освіти і науки України
Харківська національна академія міського господарства**

Моніторинг навколишнього середовища

Конспект лекцій

/для студентів 3 – 4 курсів денної і заочної форм навчання спеціальностей 6.092601 „Водопостачання та водовідведення”, 6.092108 „Теплогазопостачання та вентиляція”/

Харків - ХНАМГ - 2004

Конспект лекцій з курсу „Моніторинг навколишнього середовища (для студентів 3 – 4 курсів денної і заочної форм навчання спеціальностей 6.092601 „Водопостачання та водовідведення”, 6.092108 „Теплогазопостачання та вентиляція”). Укл.: Дегтерева Л.І., Мельман В.О. – Харків: ХНАМГ, 2004. – 90 с.

Укладачі: Л.І. Дегтерева
В.О.Мельман

Рецензент: Сорокіна К.Б.

Рекомендовано кафедрою водопостачання, водовідведення та очистки води протокол № 10 від 8 квітня 2004 р.

У конспекті лекцій викладаються основи моніторингу довкілля, приводяться постанови і нормативні документи в цій галузі. Обговорюються методи очистки повітря, стічних вод та ґрунту від забруднення, способи розрахунку токсичних викидів та стоків, утилізація та знешкодження відходів, а також охорона та принципи раціонального використання земель.

Розглянуті питання моніторингу різних об'єктів навколишнього середовища, його мета, завдання, об'єкти вимірювань, визначені критерії оцінки якості навколишнього середовища.

ЗМІСТ

	Стор.
Вступна лекція. Обґрунтування необхідності моніторингу навколишнього середовища.....	5
Тема 1. Екологія і фактори впливу.....	11
Тема 2. Критерії оцінки якості навколишнього середовища.....	15
2.1. Основні визначення.....	15
2.2. Особливості системи ГПК.....	16
2.3. Недоліки системи ГПК.....	16
Тема 3. Граничні хімічні умови існування життя.....	18
3.1. Вступна частина.....	18
3.2. Токсичні й нетоксичні елементи.....	18
3.3. Визначення нижньої границі хімічних речовин у складі біоти...	21
Тема 4. Моніторинг і проблеми інтеграції служб спостереження за природним середовищем.....	23
Тема 5. Фоновий моніторинг НС.....	27
5.1. Структурна організація моніторингу НС.....	27
5.2. Основні види фонового моніторингу.....	29
5.3. Схема організації фонового моніторингу НС.....	30
5.4. Додаткові види моніторингу.....	34
Тема 6. Низькочастотні коливальні процеси в біосфері і екосистемах.....	36
Тема 7. Історичний моніторинг стану НС.....	40
7.1. Цілі і об'єкти історичного моніторингу.....	40
7.2. Обґрунтування доцільності застосування донних відкладень..	40
7.3. Льодовики в системі ІМ.....	41
7.4. Біооб'єкти як об'єкти дослідження ІМ.....	42

Тема 8. Екологічний моніторинг.....	45
8.1. Мета і завдання.....	45
8.2. Труднощі проведення польових спостережень.....	45
8.3. Проблемність у питаннях забезпечення необхідної точності.....	46
8.4. Формування оцінки.....	48
Тема 9. Застосування біологічних індикаторів. Нагромадження важких металів в екологічному моніторингу.....	50
9.1. Принципи вибору біооб'єктів як індикаторів.....	50
9.2. Біоіндикатори в екологічному моніторингу.....	54
Тема 10. Моніторинг забруднень атмосферного повітря.....	56
10.1. Вплив метеорологічних умов на концентрацію.....	57
10.2. Параметри стійкості атмосфери.....	58
10.3. Мета і види моніторингу атмосферного повітря.....	63
10.4. Моніторинг концентрацій ЗР в конкретній точці території.....	72
10.5. Програма і терміни проведення регулярних спостережень.....	75
10.6. Визначення переліку речовин, що підлягають контролю.....	77
10.7. Методи, способи і засоби газового моніторингу.....	79
10.8. Моніторинг викидів автотранспорту.....	84
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	89

Вступна лекція. Обґрунтування необхідності моніторингу навколишнього середовища

Вся історія розвитку людського суспільства свідчить про його безупинну боротьбу із силами природи, перетворення й експлуатацію біосфери в інтересах людини.

Біосфера – оболонка Землі, що включає нижню частину атмосфери, гідросферу і верхні шари літосфери, склад, структура й енергетика яких у значній мірі обумовлені минулою і сучасною життєдіяльністю живих організмів.

Існування всього відомого нам живого і неживого зобов'язано утворенню 5 млрд. років тому Сонця – типової зірки спектрального типу G2, а через 0,5 млрд. років і планети Земля, на якій 3,5 млрд. років тому виникло життя, що привело до появи 40 тис. років тому розумної людини.

Примітивне природоохоронне мислення людини почало формуватися ще в доісторичний період розвитку первісного суспільства. У боротьбі за існування людина не тільки використовувала природні ресурси навколишнього середовища, але й змушена була, заради полегшення умов свого життя, осмислювати природні явища і наслідки свого втручання в природу.

З розвитком 10 тис. років тому землеробства і скотарства, а згодом і застосуванням технічних прийомів вирощування сільськогосподарських рослин різко змінилися на краще умови існування людини. Це сприяло збільшенню чисельності людей і призвело, з одного боку, до необхідності турботи про оброблюване поле чи вигони, а з іншого боку, в постійній боротьбі за збільшення врожайності та чисельності голів худоби, – до розширення посівних чи лугових земель, тобто до посилення антропогенного впливу на навколишнє середовище.

Антропогенний вплив – це вплив, що здійснюється технічною і господарською діяльністю людини на навколишнє середовище і його ресурси шляхом неконтрольованої зміни складу і режиму атмосфери, гідросфери і ґрунтів, що приводить до незворотних наслідків. Існує декілька видів цього впливу.

Перший вид (навмисний вплив) – великомасштабна зміна природи з метою поліпшення житлових умов (будівництво каналів, доріг, мостів, водоймищ і т.п.).

Другий вид (ненавмисний вплив) – зміна біосфери як результат недооцінки наслідків навмисного впливу на природу (ерозія ґрунтів, регіональна чи глобальна зміна напрямку вітрів і гідробалансу при зміні ландшафту місцевості; кліматичні зміни; фізико-хімічні зміни атмосфери, ґрунтів, а також прісної і морської води; зменшення або знищення популяцій, чи зміна регіонів їх життя).

Третій вид (стихійний вплив) – коли людина використовує природне середовище як нейтральний розсіювач виробничих відходів без будь-небудь цілеспрямованих спроб перетворення природи (провітрювання приміщень, димові й вихлопні труби, скидання стоків у водойми і т.п.).

Четвертий вид (егоїстичний вплив) – здійснюється при підготовці й проведенні військових операцій.

Навмисні антропогенні впливи, як правило, мають позитивний характер і, крім того, вони необхідні суспільству.

Деякі ненавмисні впливи також можна розглядати як фактор, що сприяє розвитку біосфери, але в більшості вони є негативними.

Третій і четвертий види мають негативні наслідки, причому якщо для четвертого – вони явно виражені в сьогоденні і можуть бути перевищені в майбутньому, то для третього виду – вони майже завжди неочевидні в сьогоденні й непередбачувані в майбутньому.

При деяких видах впливу наслідки мають двоїстий характер – вони мають і позитивні й негативні ефекти.

Наприклад:

- збільшення концентрації вуглекислого газу в атмосфері позитивно позначається на рості рослин, але погіршує умови життя людини;

- збільшення пилу в атмосфері знижує дію парникового ефекту, викликаного збільшенням вуглекислого газу в атмосфері й кліматі, що приводить до потепління, але негативно впливає на здоров'я людей.

Висновок №1

1. Погіршення стану природного середовища пов'язано з помилками в технічній й екологічній політиці, з недостатнім рівнем розвитку науки і техніки,

слабкою вивченістю можливих ефектів антропогенного впливу, тенденцій їхнього розвитку в майбутньому чи нехтуванням умовами життєдіяльності екосистем в ім'я досягнення поставлених цілей.

У результаті всіх видів антропогенних впливів:

а) за останні 1000 років на планеті уже вилучені із сівозміни 2 млрд. га землі і для можливого використання залишилося не більше 1,5 млрд. га;

б) у ХХ ст. щохвилини вирубується до 20 га лісу;

в) тільки з 1980 по 1990 рр. синтезовано більше 4 млн. нових хімічних сполук;

г) наприкінці другого тисячоріччя різко збільшилося забруднення навколишнього середовища:

- в атмосфері Землі постійно знаходиться не більше 250 млн. т зважених часток у вигляді аерозолів і пилу;

- забруднення Світового океану вже охопило 1/5 його поверхні;

- за останні 150 років на поверхні Землі зібралось більше 6,5 млн. т антропогенного заліза;

- тільки в 1989 р. у водойми України було скинуто 2,6 млрд. куб. м забруднених стоків, а в атмосферу - більше 17,5 млн. т шкідливих речовин.

Висновок №2

Оцінюючи сформовану ситуацію, можна вважати доведеним, що:

а) стрімкий розвиток технічного прогресу призвів до того, що до середини ХХ ст., одержавши найпотужнішу техніку, енергію атомного ядра, викликавши до життя гігантські сили, що криються як у природі, так і у творіннях своїх рук, людина почала переробляти навколишній світ у глобальних масштабах, залишаючи в ідейному і моральному плані свої досягнення позаду;

б) результатом такої діяльності з'явилося порушення механізмів самовідновлення і саморегуляції навколишнього середовища, тому за останні 40-50 років у оточуючому нас світі все ясніше проступають ознаки деградації природи, більш-менш виражені в окремих регіонах, але в сукупності вони мають глобальний характер і тенденцію до необоротності.

Висновок №3

Для збереження біосфери Землі людство повинне:

1. Усвідомити небезпеку загибелі біосфери в цілому і людини зокрема при збереженні існуючих тенденцій розвитку технічного прогресу.

2. Накласти обмеження:

- на інтенсивність, розміри і характер антропогенних впливів (з 1-го по 3-й і, особливо, 4-го видів);

- на чисельність населення Землі (не більше 12 млрд. чол.);

- на виробництво енергії (не більше 1%, що надходить від Сонця) та ряд інших.

3. Усвідомити величезну складність переселення на іншу планету сонячної системи у випадку загибелі біосфери Землі, тому що крім планети Земля в сонячній системі немає сприятливих для людини умов на жодній з 9-ти планет чи їхніх супутників:

☆ Місяць – безжиттєвий супутник Землі, позбавлений атмосфери і розташований приблизно в 10-ти радіусах Землі (десь 4 дні польоту з другою космічною швидкістю).

☆ Марс – приблизно вдвічі менший за Землю, має сильно виряджену атмосферу з незначним вмістом кисню і води. Температура на поверхні – близько -98°C (літо, день). Політ до Марса – близько 3-х місяців (при мінімальній відстані між планетами), політ туди й назад – близько 3-х років (через різну швидкість обертання планет і недостатню енергооснащеність космічних кораблів, відліт з Марса можливий тільки при черговому зближенні планет).

☆ Венера – приблизно 0,8 від маси Землі, має атмосферу (тиск на поверхні – близько 500 атм., температура – приблизно $+500^{\circ}\text{C}$), незначний вміст кисню і води.

☆ Планети „гіганти” – Юпітер, Сатурн, Уран і Нептун не придатні для людини за складом атмосфери, низькими температурами (через віддаленість від Сонця), а також величезних тисків і сили ваги.

☆ Меркурій і Плутон приблизно одного розміру, але перший – занадто близько до Сонця, а другий – дуже далеко (політ до Плутона – приблизно 12,5 років).

4. Неможливість переселення на планету іншої зірки:

- від Сонця до найближчої зірки (Прокосимо Центавра) у нашій галактиці (має назву "Чумацький шлях") – 3,5 світлового року (політ з реально досяжною для сучасної техніки швидкістю 15 км/с – більш 70 тис. років). Однак з огляду на швидкість "розбіжності" зірок у вселенній, рівну 75 км/с, досягти Проксима Центавра зі швидкістю 15 км/с неможливо.

Примітка. Галактика "Чумацький шлях" – це дископодібне спіральне утворення, яке вміщує, приблизно 10^{11} зірок (карликова галактика містить приблизно 10^9 зірок, гігантська – 10^{14}). Галактика "Чумацький шлях", що утворилася приблизно 15 млрд. років тому, таким чином, є однією з найбільших галактик у Всесвіті – радіус її складає приблизно 15000 парсек (1пс дорівнює 3×10^{18} см чи 3×10^{13} км чи 3,2 світлового року);

- переселення на планети інших зоряних систем чи штучні космічні об'єкти значної частини людства (тисячі, десятки тисяч) за прогнозами, заснованими на сучасних технічних можливостях і досягнутому рівні знань, потребує стільки енергії і ресурсів, що це може призвести до катастрофічного балансу для Землі й частини людства, що залишається.

Моніторинг

Для дослідження й оцінки впливу антропогенного впливу на природне середовище й біосферу в цілому була організована спеціальна інформаційна система, що спирається на досвід уже існуючих метеорологічних і геофізичних служб. Ця система одержала назву "Моніторинг".

Моніторинг – це система спостережень за станом природного середовища, за існуванням живих організмів і їхніх співтовариств з метою розробки заходів щодо їхньої охорони, прогнозування масштабів неминучих змін і попередження про критичні ситуації.

Завдання системи:

- 1) аналіз стану навколишнього середовища;
- 2) вироблення заходів щодо збереження та поліпшення, раціонального використання природних ресурсів;
- 3) попередження критичних ситуацій;
- 4) прогнозування масштабів неминучих змін.

Термін „Моніторинг”, на відміну від терміну „контроль”, не передбачає елементів керування біосферою, але передбачає керування процесами антропогенного впливу на навколишнє середовище.

У системі „Моніторинг” проводяться спостереження:

- за джерелами й факторами антропогенних впливів: хімічними, фізичними, біологічними;
- за реакцією на ці впливи навколишнього середовища і насамперед біологічних систем.

Таким чином *моніторинг здійснює*:

- 1) оцінку фактичного стану;
- 2) прогноз тенденцій розвитку навколишнього середовища;
- 3) вироблення рекомендацій з розміщення пунктів спостереження, тимчасових, кількісних та якісних параметрів програм досліджень, а також зміни характеру й інтенсивності впливів на природне середовище.

Загальні висновки

1. Як результат все більш інтенсивної господарської діяльності людства з'явилося порушення механізмів самовідновлення і саморегуляції навколишнього середовища, тому за останні 40-50 років у навколишньому світі все чіткіше проступають ознаки деградації природи, що мають глобальний характер і тенденцію до необоротності, що може призвести до загибелі біосфери й людства.

2. Крім планети Земля в сонячній системі немає сприятливих для життя людини умов на жодній з відомих у даний час планет чи їхніх супутниках.

3. На сучасному рівні розвитку науки неможливі переселення людства на планети іншої зоряної системи.

4. Єдиний і безальтернативний шлях для людства, якщо воно не прагне самознищення, – це розвиток моніторингу НС і з його допомогою оптимізація антропогенних впливів на навколишнє середовище.

Контрольні запитання

1. Дайте визначення наступним термінам:

а) біосфера;

б) антропогенний вплив;

в) моніторинг навколишнього середовища.

2. Наведіть основні причини, що призвели до необхідності організації моніторингу НС і охарактеризуйте їх.

3. Назвіть види антропогенних впливів та поясніть їх.

4. Дайте обґрунтування неможливості повної ліквідації антропогенних впливів на навколишнє середовище.

5. Визначте завдання моніторингу НС.

6. Перелічіть види спостережень, здійснюваних у рамках моніторингу НС.

7. Поясніть відмінність терміну „моніторинг НС” від терміну „контроль”.

8. Обґрунтуйте причини, за яких людство не має альтернативи своїй планеті як у сонячній системі, так і в масштабах Галактики.

Тема 1. Екологія і фактори впливу

Основні визначення

Фактор – це умова, що впливає на хід протікання процесу, чи істотна обставина в якому-небудь процесі, явищі. Фактори бувають:

Абіотичний – це фактор, що змінює умови зовнішнього неорганічного середовища, яке впливає на життєдіяльність організмів.

Він поділяється на:

а) *хімічний* – визначає склад атмосфери, прісних і морських вод, ґрунтів;

б) *фізичний* чи *кліматичний*, параметрами якого є температура, вологість, барометричний тиск, напрямок і швидкість руху потоків, радіаційний режим.

Абіотичний фактор впливає переважно на чисельність чи біомасу і поширення рослин і тварин у регіоні.

Біотичний – це фактор живої природи, що визначає реакцію на взаємодію рослин, тварин і мікроорганізмів між собою. Він поділяється на прямий і непрямий.

Прямий – пов'язаний з безпосереднім впливом одних організмів на інші.

Непрямий – виявляється в тому, що діє не на організми, а на навколишнє середовище, режим абіотичних умов і вже через них – на організми.

Адитивний – екологічний фактор, що впливає на зміну чисельності чи біомаси щільності популяції організмів, а також запасів чи концентрації різних форм речовин й енергії, розвиток у часі яких здійснюється за законами збереження.

Антропогенний – фактор, що визначає вплив людської культури і господарської діяльності на біосферу.

Фактор занепокоєння – непрямий антропогенний фактор, що негативно впливає на умови життя (наприклад, шуми, електромагнітні та ін. випромінювання, вібрації і т.д.).

Види факторів антропогенного впливу

1. Викид в біосферу хімічно і фізично активних речовин;
2. Викид в біосферу інертного матеріалу (аерозольних часток і т.п.);
3. Пряме нагрівання біосфери;
4. Фізичний (механічний) вплив, що приводить до зміни поверхні суші й рослинного покриву (ерозія ґрунтів, оранка, урбанізація, пожежі і т.п.);
5. Біологічний вплив (розвиток агроценозів, інтродукція біологічних видів і т.д.);
6. Вилучення і знищення ресурсів (непоновлюваних і поновлюваних);
7. Антропогенні впорядковані потоки речовини (транспортні);

Вплив антропогенних факторів на біосферу

Зміна властивостей основних елементів біосфери:

- зміна складу і властивостей атмосфери (забруднення, електропровідність, радіаційні властивості);
- зміна складу і властивостей вод суші (забруднення, мінералізація);
- зміна складу і властивостей вод Світового океану (забруднення та ін.);
- зміна стану біоти як біогеофізичного середовища;
- зміна кріосфери;
- зміна властивостей поверхні суші й ґрунтів (цілісності, кислотності, радіаційних характеристик);
- зміна геофізичних властивостей великих систем - кліматичної, гідрологічної чи біосфери в цілому.

Геофізичні й геохімічні наслідки й ефекти:

- крупномасштабні зміни циркуляції потоків в атмосфері та океані;
- зміна клімату і погоди;
- перерозподіл і зміна поновлюваних небіологічних ресурсів – водяних, ґрунтових, атмосферних і кліматичних;
- порушення озонового шару, іоносфери (зміна проходження ультрафіолетового, космічного випромінювання і радіохвиль);
- зміна прозорості атмосфери й умов проходження видимого сонячного випромінювання;
- ерозія земної поверхні, зміна альbedo земної поверхні;
- порушення природних геохімічних циклів, круговороту різних елементів.

Екологічні й біологічні наслідки, порушення екосистем:

- зміна земних і водяних екосистем, порушення їхньої стійкості;
- зміна екосистем океану (структурні спрощення та ін.);
- генетичні ефекти, переродження;
- зникнення існуючих видів, поява нових;

- зменшення біопродуктивності, коефіцієнта розмноження і чисельності популяцій, деградація лісів, створення пустель (біологічний аспект);
- зміна здатності біосфери до відтворення поновлюваних і вичерпання не поновлюваних ресурсів;
- зміна характеру еволюції біосфери.

Вплив антропогенних факторів на здоров'я і благополуччя населення

Вплив на здоров'я і благополуччя людини:

- а) зниження працездатності;
- б) нанесення естетичного й емоційного збитку (погіршення настрою);
- в) збільшення захворюваності, часу і ваги стресових станів;
- г) генетичні зміни спадкоємного механізму;
- д) скорочення тривалості життя;
- е) зменшення темпу росту населення;
- ж) зменшення регіональної чисельності населення.

Соціальні наслідки:

- а) зміна виробництва продуктів продовольства, вітамінний голод, голод;
- б) зміна структури енергоспоживання;
- в) кризові зміни економіки;
- г) соціальні наслідки різних масштабів, зниження добробуту і можливість порушення розвитку суспільства.

Контрольні запитання

1. Дайте визначення терміну „фактор”.
2. Дайте визначення таким факторам:
 - абіотичний;
 - біотичний;
 - адитивний;
 - антропогенний;
 - занепокоєння.
3. Перелічіть види антропогенних факторів.

4. Поясніть зміну властивостей основних елементів біосфери під впливом антропогенних факторів.
5. Охарактеризуйте геофізичні й геохімічні наслідки й ефекти впливу антропогенних факторів.
6. Вкажіть екологічні й біологічні наслідки, порушення екосистем під впливом антропогенних факторів.
7. Визначіть характер впливу антропогенних факторів на здоров'я людини.
8. Покажіть соціальні наслідки антропогенного впливу.

Тема 2. Критерії оцінки якості навколишнього середовища

2.1. Основні визначення

При оцінці стану навколишнього середовища (НС) використовують *критерії*, що характеризують припустимі чи критичні його стани. Найбільш розповсюджені в даний час:

1) критерій гранично припустимої концентрації (ГПК) – максимальна кількість шкідливих речовин в одиниці об'єму чи маси середовища (повітря, вода, ґрунт), що практично не впливає на здоров'я людини і не порушує біологічного оптимуму для людини (зміна чи поява запахів, а також інших органолептичних характеристик НС);

2) критерій гранично припустимого екологічного навантаження (ГПЕН) – граничне значення господарського чи реакційного навантаження на НС, що встановлюється з урахуванням ємкості природного середовища, її ресурсного потенціалу, здатності до саморегуляції і відтворення;

3) критерій гранично припустимих викидів (ГПВ) – обсяг (кількість), що надійшли за одиницю часу в середовище ЗР чи інших шкідливих впливів на природне середовище, перевищення яких призводить до несприятливих екологічних наслідків.

Найпоширенішим критерієм є ГПК. У даний час ГПК установлені;
- для атмосферного повітря – на 145 речовин і 20 їхніх сполучень;

- для вод господарсько-питного використання – майже на 500 речовин;
- для морської води – на 32 речовини;
- для водойм (прісних і морських) рибпромислового значення – на 60 речовин.

При створенні переліку ЗР для національної системи моніторингу допускають компроміс між поширеністю і токсичністю, що підлягають контролю речовин, оскільки окремо взята держава не в змозі вести спостереження за всіма шкідливими чи забруднюючими речовинами.

Токсичність (отруйність) – здатність хімічних речовин отруювати біоту.

2.2. Особливості системи ГПК

1. Для води прісних і морських водойм установлені ГПК не мають настанов на період тимчасового усереднення.

2. Для ГПК атмосферного повітря неоднозначно визначений період тимчасового усереднення. Тому значення цих періодів установлені різними країнами від 0,5 години до 1 року. У нашій країні існує тільки два короткочасних інтервали, що дорівнюють 0,3 і 24 години, які недостатні для оцінки тривалого впливу атмосферних забруднень на здоров'я людей.

3. Застосування принципу звичайної сумації речовин з однаковим показником шкідливості як для повітряного, так і для водяного середовища є невинуватим і не підтверджується токсикологічними перевірками зв'язку „доза-наслідок”.

4. При розробці критеріїв ГПК і ГПЕН необхідно враховувати можливість переходу ЗР з одного середовища в інше, що може призвести до істотної зміни ГПК для якогось визначеного середовища.

Наприклад. Невелика концентрація ртуті в повітрі не складає великої небезпеки, тоді як у воді вона може стати смертельно небезпечною.

2.3. Недоліки системи ГПК

1. Визначення припустимої концентрації проводилось за умови впливу якоїсь однієї ЗР на „абсолютно здоровий” біологічний об'єкт, без урахування по-

переднього впливу, нагромадження ЗР в організмі і, тим більше, не оцінювався комплексний вплив на організм ЗВ.

2. Не визначалися найбільш небезпечні сполучення ЗВ для різних умов існування людини, різних вікових, професійних груп і груп здоров'я.

3. Значення ГПК не враховують зміну сезонних кліматичних умов, за винятком „рози вітрів”, і перехід ЗВ із середовища в середовище (з повітря у воду чи ґрунт і навпаки).

4. Значення ГПК визначені тільки для невеликої кількості ЗР.

5. Значення ГПК для тих самих ЗР у різних країнах мають різне значення, що утрудняє міжнародне співробітництво у галузі охорони навколишнього середовища, особливо в прикордонних районах.

6. Недостатньо вивчений вплив ЗР за рівнем ГПК на здоров'я дітей, майбутніх поколінь, що підлягають постійному впливу забруднюючів протягом багатьох десятиліть (з моменту народження і до смерті).

Загальні висновки

1. Застосування системи ГПК виправдано тільки на початковому етапі досліджень антропогенних впливів на навколишнє середовище як фактора математичної принаймні і наближеної оцінки його стану, на базі чого будується система законодавчого регулювання розвитку і застосування технологій у промисловості, сільському господарстві й побуті, метою якої є збереження насамперед людини як елемента біосфери.

2. Для оптимізації ефективності всієї природоохоронної програми людства необхідний перехід від таких критеріїв як ГПК до критеріїв, що базуються на комплексній оцінці наслідків впливу на біоту.

3. Основою для створення більш ефективних критеріїв природоохоронної програми є моніторингові дослідження.

Контрольні запитання

1. Дайте визначення: ГПК; ГПЕН; ГПВ.

2. Визначіть кількісні параметри системи ГПК.

3. Охарактеризуйте особливості системи ГПК.

4. Перелічіть недоліки системи ГПК.

5. Вкажіть на умови застосування системи ГПК.

Тема 3. Граничні хімічні умови існування життя

3.1. Вступна частина

Складові біоти зв'язані складними обмінними процесами з неживою природою і між собою. У процесах, що характеризують ці зв'язки, беруть участь всі хімічні елементи, що зустрічаються в природі. Хімічний склад як НС, так і самих живих організмів постійно змінюється, ці зміни складу елементів біосфери можуть бути значними.

Життя на Землі можливе лише у певних межах температури, радіації, парціального тиску газів і т.д. Очевидно, що існують і певні хімічні границі існування сучасних живих організмів. Ці умови для різних видів організмів різні залежності від місця знаходження, стійкості до несприятливих зовнішніх умов, характеру обміну речовин і ін.

Для наукового обґрунтування екологічних норм і організації системи моніторингу НС необхідне встановлення загальних граничних значень хімічного складу зовнішнього середовища і самих організмів, при яких можливе стабільне існування живих істот.

3.2. Токсичні й нетоксичні елементи

У тканинах живих організмів виявляються всі хімічні елементи. Вони, очевидно, втягуються в обмінні процеси, а без деяких елементів організми взагалі не можуть розвиватися. Багато елементів у певних кількостях стимулюють біологічні процеси, у той же час майже всі вони у великих кількостях стають смертельно токсичними.

Прояв токсичної дії неорганічних з'єднань складний тим, що ефект залежить не тільки від валентності елемента в з'єднанні, самого з'єднання і способу

введення, але і від індивідуальних особливостей організму, часу року і доби, біогеохімічних характеристик та багатьох інших факторів.

Стрункість періодичної системи Д.І. Менделєєва дозволяє припустити періодичність і в біологічній ролі хімічних елементів. Так, ще В.І. Вернадський указав на наявність залежності „зі збільшенням атомної ваги зменшується поширеність хімічних елементів, у тому числі у живій речовині, і зростає їхня токсичність”.

Слід зазначити, що дотепер ступінь пізнання біологічної ролі того чи іншого елемента на життєдіяльність біоти в основному залежить від вивченості його аналітичного складу і, в кінцевому рахунку, від простоти, надійності, чутливості й доступності методів визначення токсичності.

Один з методів, що дозволяють визначити зв'язок токсичності хімічних елементів зі змістом їх в організмі ссавців, заснований на існуванні залежності змісту елемента в організмі до його летальної дози. Ця залежність одержала назву „Закону відносної летальної дози” (ВЛД) – при визначенні ступеня токсичності хімічної речовини треба враховувати не тільки кількісне перевищення змісту цього елемента в організмі над рівнем нормального змісту, але і величину відносного перевищення цього рівня.

Летальна доза – мінімальна кількість хімічної речовини, потрапляння якої в організм неминуче призводить до смерті. *Наприклад.* Отруєння живих істот сполуками таких елементів, як берилій, ртуть, кадмій і т.д., спостерігається при незначній дозі, що являє собою представляє, перевищення над нормальним змістом цих речовин в організмі в 1000 – 10000 разів. З іншого боку, ефект токсичності сполук калію, фосфору чи кальцію виявляється тільки при значних дозах, але ці дози складають лише незначну частку (0,011 – %) від природного змісту елементів в організмі.

Таким чином, у відносному вираженні такі розповсюджені елементи, як кальцій чи калій, виявляються більш отруйними, ніж миш'як або ртуть.

Цей парадокс пояснюється існуванням наступної залежності: зменшення „строгості” біологічних бар'єрів у міру зменшення вмісту елемента в живому

організмі, тобто, іншими словами, існує "підготовленість" живих організмів до визначених коливань вмісту малорозповсюджених хімічних елементів у НС.

Труднощі встановлення границь складу і концентрації токсичних речовин у водах, ґрунтах і атмосфері полягають і в тому, що для встановлення цих нормативів:

- виходять із граничних концентрацій хімічного складу навколишнього середовища, що не змінюють істотно життєдіяльність живих організмів протягом досить тривалого часу;

- необхідно враховувати всі шляхи надходження токсичних речовин, їх циркуляцію та безліч інших процесів.

Застосування методу ВЛД дозволяє дати попередню оцінку гігієнічних чи токсично-екологічних нормативів. Але така оцінка може бути більш твердою, ніж за нормами ГПК, оскільки вона не враховує такі „пом'якшуючі” обставини, як:

- а) утворення важкорозчинних з'єднань;
- б) перехід у менш токсичні форми;
- в) велику рухливість досліджуваних речовин;
- г) нездатність до накопичення у тканинах і т.д.

Проте з огляду на труднощі передбачення віддалених наслідків впливу хімічних сполук на біоту в концентраціях, установлених сучасними нормами ГПК чи ГПВ, застосування методу ВЛД може виявитися більш доцільним, ніж використання ГПК і т.п. критеріїв.

Зіставлення великої кількості даних про елементний склад різних органів і тканин тварин і рослин показало наступні закономірності:

- а) існує значний розкид елементного складу;
- б) цей розкид складу хімічних елементів закономірний, він мінімальний у людини і ссавців і збільшується в міру переходу до організмів, що мешкають нижче на еволюційних сходах;

в) інтервал концентрацій хімічних речовин симетричний щодо середніх значень концентрацій цих елементів для досліджуваного об'єкта;

г) концентраційні межі існування живих організмів зверху обмежені прямою, що відбиває зв'язок ВЛД із поширеністю хімічних елементів;

д) існує нижня межа для існування життя, обумовлена дефіцитом елементів у зовнішньому середовищі, а, отже, і в організмі;

е) при патологічних станах організму всі розглянуті тенденції зберігаються, тобто:

1) межі змін концентрації елемента тим більші, чим менше середній вміст елемента;

2) інтервал відхилень концентрацій симетричний щодо середніх значень;

3) при екстремальних станах організму, але що не сягають летальних значень, зміни складу стають більш різкими.

Численні експериментальні дослідження токсичності хімічних з'єднань від їхньої концентрації в тканинах людини дозволили встановити такі математичні залежності:

$$\lg \Delta D_{нор} = 0,20(2 - \lg c);$$

$$\lg \Delta D_{пат} = 0,65(2 - \lg c);$$

$$\lg \Delta D_{лет} = 1,25(2 - \lg c),$$

де C – концентрація елемента в тканинах людини,

ΔD – інтервал стану: нормального, патологічного і летального, відповідно.

3.3. Визначення нижньої границі хімічних речовин у складі біоти

Вже на початку XIX ст. було відомо, що для харчування живих організмів необхідна наявність як мінімум 10 елементів: 1)вуглецю; 2)водню; 3)кисню; 4)азоту; 5)фосфору; 6)калію; 7)кальцію; 8)магнію; 9)заліза; 10)сірки, які, з погляду їхнього вмісту в природі, відносяться до макроелементів. Ці елементи дістали назву „життєво необхідних чи істотних елементів” (ЖН).

Основні критерії, що дозволяють визначити елемент як ЖН, сформульовані близько 40 років тому Е. Андервудом:

а) ріст чи стимуляція життєдіяльності при збільшенні змісту в їжі тільки одного цього елемента;

б) ознаки недостатності при виключенні цього елемента з раціону;

в) кореляція між низьким змістом елемента в організмі і станом недостатності.

Однак застосування цих критеріїв ускладнене:

1) через технічну складність глибини очищення продуктів харчування від інших, не досліджуваних елементів;

2) через теоретичну невизначеність глибини очищення.

До другої третини ХХ ст. було доведено, що для нормальної життєдіяльності необхідно також до 10 мікроелементів. У їхнє число входять кобальт, мідь, цинк, молібден, марганець та ін.

Контрольні запитання

1. Дайте визначення термінам:

- токсичність;
- летальна доза.

2. Яку залежність між поширеністю хімічних елементів і їхньою токсичністю відзначив В.І. Вернадський?

3. Від яких факторів залежить вивченість біологічної ролі того чи іншого хімічного елемента?

4. Сформулюйте закон відносної летальної дози і пояснити його.

5. Від яких умов залежать межі хімічних границь існування сучасних живих організмів?

6. Поясніть „парадокс” закону ВЛД.

7. Вкажіть на труднощі визначення ГПК чи ГПВ для токсичних речовин.

8. Чому оцінка токсично-екологічних нормативів з використанням закону ВЛД є більш твердою, ніж оцінка за існуючими правилами визначення ГПК?

9. Сформулюйте закономірності, встановлені експериментами, про характер елементного складу різних органів і тканин тварин і рослин.

10. Які математичні залежності існують між інтервалом стану і змістом елемента в організмі.

11. Назвіть життєво необхідні елементи і мікроелементи.

12. Визначіть критерії Е.Андервуда, вкажіть на труднощі їхнього застосування.

Тема 4. Моніторинг і проблеми інтеграції служб спостереження за природним середовищем

Термін „моніторинг” у літературі розуміється по-різному. Одне поняття більш вузьке – спостереження за антропогенними змінами в природі, друге широкіше – спостереження за динамікою стану природи взагалі.

Однак при будь-якому визначенні, мабуть, тотального спостереження за динамікою змін біосфери моніторинг не обійдеться хоча б тому, що антропогенні зміни в багатьох випадках важко відрізнити від природних, якщо не проводяться спостереження паралельно і за тим, і за іншими процесами. Це особливо стосується до припущень, зроблених за результатами моніторингу віддалених наслідків антропогенного втручання в природу.

Навколишня природа складається з екосистем, де всі компоненти тісно зв'язані між собою. Тому спостереження за навколишнім середовищем, по суті, є спостереженням за екосистемами. Воно повинно охоплювати різні компоненти екосистем і разом з ним бути організованим, щоб не випустити з уваги їхній взаємозв'язок. А оскільки ці компоненти утворюють у природі систему, потрібна система спостереження за ними. Звичайно, при обговоренні цієї проблеми увага зосереджується на біосферних заповідниках як центрах комплексного спостереження за природою, у тому числі екологічного і геосистемного моніторингу.

Тим часом, окремі елементи екологічного і геосистемного моніторингу виникли набагато раніше, ніж саме поняття "моніторинг". Це були різного роду спеціальні служби спостереження за природою:

- а) мережа гідрометео;
- б) геофізичні:

1) сейсмологічна – служба попередження про виникнення землетрусів, визначення епіцентру землетрусу і сили виниклих коливань поверхні;

2) вулканологічна – служба спостереження за діяльністю вулканів і попередження про виверження;

3) служба контролю за цунамі – здійснює спостереження за районами можливого підводного землетрусу і попереджає про погрозу ударного впливу на узбережжя хвиль, що виникли при цьому, висота яких може перевищувати 30 метрів;

4) селезахисна – служба запобігання умовам виникнення селевих потоків;

5) лавинозахисна – служба попередження і зниження руйнівної сили сніжних лавин і т. д., пов'язані з попередженням про стихійні лиха;

в) паразитологічна – служба боротьби з організмами, що живуть усередині чи на поверхні тіла рослин чи тварин і живляться за рахунок останніх (до патогенних паразитів людини і тварин відносяться: віруси, бактерії, гриби і ряд хробаків);

г) захисту рослин;

д) служби обліку ресурсів:

У сукупності ці служби охоплюють практично весь необхідний набір компонентів природи і, хоча вони рідко сполучають свою діяльність у тих самих рамках, але, при певній організації, повинні доповнювати одна одну в масштабах географічних регіонів і всієї біосфери.

Спільна діяльність зазначених служб, звичайно, не усуває потребу в біосферних заповідниках, але може істотно доповнювати їх і сприяти екстраполяції результатів спостережень на окремі регіони і екосистему Землі в цілому.

Служби спостереження за природними явищами виникали незалежно одна від одної в різний час і для вирішення окремих практичних потреб, тому для їхньої організації в систему необхідно:

а) врахувати всі існуючі служби і зіставити методи їхньої роботи;

б) узгодити їх діяльність у відношенні:

- змісту проведених спостережень;

- місця, часу і періодичності спостережень;

- точності спостережень;

в) створення ієрархії спостережень від локальних до глобальних;

г) вирішення проблеми керування розгалуженою системою спостереження за біосферою Землі;

подолати психологічний бар'єр роз'єднаності, недовіри в працівників історично розрізнених служб.

Для обліку й аналізу діяльності існуючих служб спостережень необхідно скласти схему, наприклад, у формі двох координатної таблиці, по одній осі якої розташувати види моніторингу:

а) **фізичний** – геліофізичний, гравіметричний, магнітометричний, іоносферний, метеорологічний, гідрологічний, океанологічний, сейсмологічний;

б) **хімічний** – аерохімічний, гідрохімічний, біохімічний, ґрунтово-хімічний;

в) **геолого-геоморфологічний** – геодезичний, склоново-процесовий і ерозійний;

г) **біологічний** – ботанічний, зоологічний, мікробіологічний;

д) **ґрунтовий**;

е) **гео (еко) – системний**,

по іншій – територіальні рівні спостережень:

а) локальний;

б) регіональний;

в) глобальний,

розділивши спостереження кожного рівня на **фундаментальні й прикладні**.

По кожному виду моніторингу, треба відзначити наявність постів спостереження:

а) постійні станції, такі як метеостанції, обсерваторії;

б) гідрологічні станції, заповідники і т.п.;

в) періодичні й маршрутні пости, що існують під час експедицій;

г) пости спостереження із застосуванням космічних засобів;

д) тимчасові станції – наукові стаціонарні з обмеженим терміном діяльності.

Аналізуючи вищесказане, можна зробити наступні **висновки**:

1. Спостереження моніторингового типу ведуться за значним числом характеристик Землі і навіть космосу (геліофізична служба).
2. По всіх видах фізичного моніторингу проводяться фундаментальні дослідження на глобальному рівні.
3. По метеорологічному, гідрологічному і геодезичному моніторингах виконуються як фундаментальні, так і прикладні дослідження на всіх рівнях.
4. Існує взаємодія окремих служб спостереження. Так, служба агрометеорології (прикладний ботанічний моніторинг) використовує дані метеорологічної служби і с/г станцій – дослідних, сортоділянок і с/г статистичних досліджень.
5. Деякі спостереження по аерохімічному, гідрохімічному, біогеохімічному і ряду інших видів моніторингу дають неповні дані про досліджуваний об'єкт.
6. Найгіршою є справа в області ґрунтового, ерозійного і склоново-процесового моніторингів, де спостереження проводяться тільки тимчасовими станціями на локальному рівні.
7. На жодному рівні:
 - не вдається досліджувати весь комплекс зв'язків, що існують між елементами біосфери;
 - розмаїтість існуючих служб недостатня, а
 - узгодженість їхніх дій – неповна.
8. Проблема обробки даних системного моніторингу і комплексної реалізації рекомендацій і пропозицій не знайшла повного вирішення в жодній країні світу.

Контрольні запитання

1. Дайте „вузьке” і „широке” тлумачення терміну „моніторинг”.
2. Перелічіть і поясніть коло обов'язків спеціальних служб контролю за природним середовищем.
3. Вкажіть перелік заходів для організації традиційних служб контролю за НС в єдину систему спостереження.
4. Назвіть різновиди наступних видів моніторингу:

а) хімічного;

б) фізичного.

5. Сформулюйте вимоги до схеми аналізу якості і видів спостережень, проведених службами контролю.

6. Наведіть висновки, зроблені на підставі розгляду схеми аналізу якості і видів спостережень, проведених службами контролю.

Тема 5. Фоновий моніторинг НС

Фоновий моніторинг НС – це складова частина моніторингу НС, яка здійснює спостереження за процесами і явищами, що характеризують забруднення природного середовища районів, не підданих прямим антропогенним впливам, і реакцію біоти на ці забруднення.

Організація фонового моніторингу НС (ФМ) базується:

на документах:

а) Стокгольмської конференції ООН з навколишнього середовища 1972 р.;

б) I Міжурядової конференції з моніторингу в Найробі (Кенія, 1974 р.);

в) рішеннях і документах, прийнятих світовим співтовариством, що справляють регулюючу дію на національне законодавство більшості країн світу;

на досвіді роботи в міжнародному масштабі Всесвітньої метеорологічної організації (ВМО), пости спостереження (ПС) якої є частиною національних метеорологічних програм з контролю за оптичними показниками атмосфери і хімічним складом атмосферних опадів.

Постом спостереження називається обране місце (точка місцевості), на якому розміщена споруда чи транспортний засіб, укомплектований необхідними для досліджень параметрів навколишнього середовища вимірювальними засобами.

5.1. Структурна організація моніторингу НС

Моніторинг НС як система одержання й обробки інформації, необхідної для оцінки якості НС і вироблення рекомендацій з оптимізації процесів антропогенного впливу, являє собою просторово-тимчасову структуру, кожен „рівень”

якої хоч і виконує строго задане завдання, але на одержання результатів вирішення розглянутої задачі впливають усі ланки системи.

Перший рівень – це рівень одержання інформації про якість забруднення НС на об'єктах дослідження;

другий – етап порівняння з даними по НС, отриманими в найбільш „чистих” районах;

третій рівень – етап оцінки, виявлення тенденцій у змінах забруднення, прогнозування наслідків на базі даних, отриманих на другому рівні і моделювання ситуацій на третьому рівні.

Четвертий рівень – етап рекомендацій на зміну інтенсивності і характеру антропогенних впливів.

Основними завданнями ФМ є:

1) одержання даних про сучасний рівень забруднюючих речовин у районах, що найменш піддані антропогенному впливу, визначення так званого „фоновий” рівня забруднень;

2) оцінка зміни і тенденцій зміни фоновий рівня, що забруднюють речовини;

3) установлення реакції абіотичних і біотичних елементів біосфери на забруднення НС;

4) оцінка фактичного стану навколишнього середовища порівнянням результатів спостережень досліджуваного району з фоновими даними;

5) складання прогнозу стану природного середовища в майбутньому.

Програма фоновий спостережень, здійснюється як у національних інтересах окремо взятої держави, так і в інтересах Глобального Моніторингу Навколишнього Середовища (ГМНС). Програма фоновий спостережень передбачає:

1) контроль стану геофізичних і фізико-географічних параметрів середовища фоновий об'єктів (ФО) – біосферних заповідників, регіональних і базовий ПС;

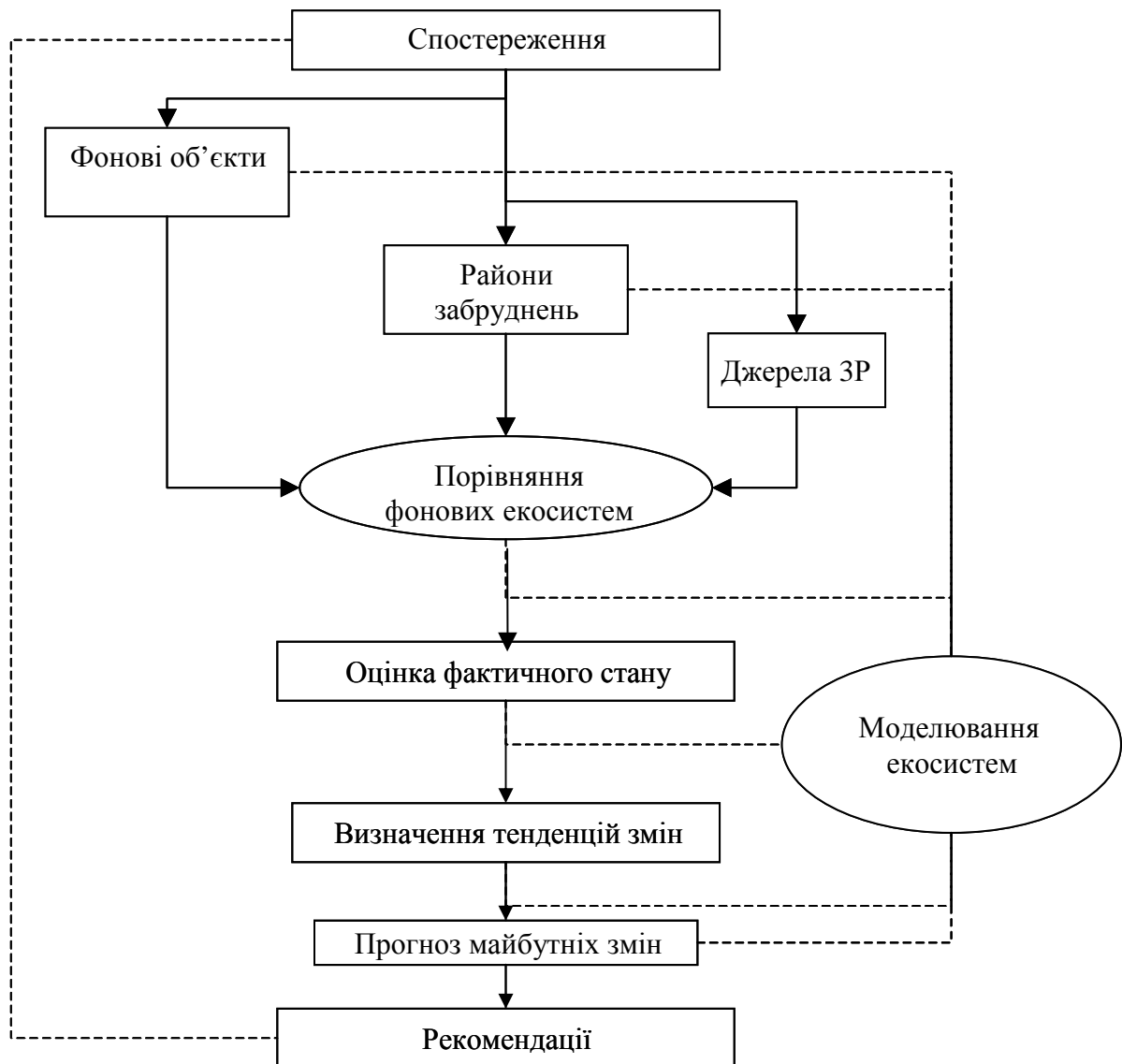


Рис. 5.1 – Схема проведення МНС

- 2) спостереження за характером, складом, кругообігом і міграцією ЗР;
- 3) виявлення реакції біоти на рівні окремих популяцій, екосистем і біосфери в цілому.

5.2. Основні види фонових моніторингу

До основних видів ФМ відносяться: 1)хімічний МНС; 2)фізичний; 3)геофізичний; 4) екологічний МНС.

Хімічний МНС – це складова частина МНС, призначена для оцінки масштабів геохімічного впливу на біосферу і визначення ступеня та характеру хімічного забруднення навколишнього середовища.

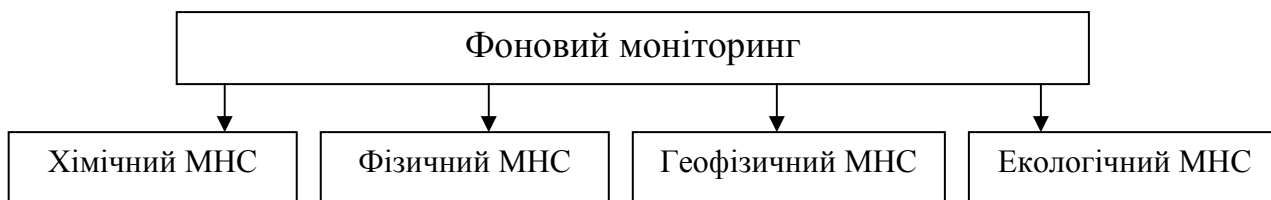


Рис. 5.2 – Основні види фонового моніторингу

Геофізичний МНС – це складова частина МНС, що проводить спостереження за абіотичною частиною біосфери і реакціями на той чи інший вплив у макромасштабі аж до таких глобальних, як погода чи клімат.

Екологічний МНС – складова частина МНС, що здійснює спостереження, оцінку і прогноз відповідних реакцій екосистем на природні чи антропогенні впливи.

5.3. Схема організації фонового моніторингу НС

Особливістю ФМ є те, що він здійснюється паралельно як за національними, так і за глобальними програмами, таким чином, є результатом об'єднаної праці всього людства.

Основна мета ГМНСА полягає одержанні інформації:

- а) про вихідний стан (в тому числі в минулому) навколишнього середовища в різних регіонах Землі;
- б) про сучасний рівень забруднення НС;
- в) про шляхи і швидкість поширення ЗР по земній кулі;
- г) про накопичення ЗР в окремих ланках біосфери;
- д) виявлення найбільш уразливих стосовно ЗР екосистем чи їхніх елементів;
- е) прогнозування тенденцій зміни якості середовища, як у національних, так і у світовому масштабах.

Біосферний заповідник (БЗ) – це еталонна ділянка, що охороняється і є найбільш характерною для біосфери у певній географічній області світу. У завдання БЗ входить збереження природних екосистем і генофонду даного регіону.

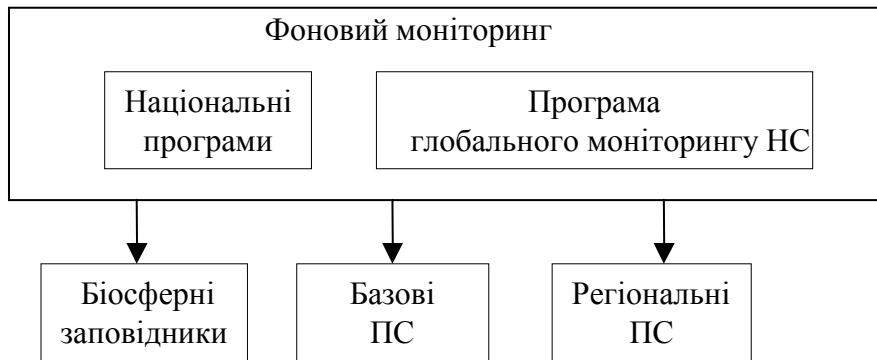


Рис.5.3 – Схема організації фонового моніторингу НС

Програма спостережень у БЗ передбачає одержання інформації про міграцію, кругообіг і баланс ЗР в ньому. При цьому треба простежити:

- 1) міграцію з атмосфери на поверхню, що підстеляє;
- 2) міграцію в системі:
 - а) ґрунт - рослина; б) ґрунт - ґрунтові води; в) ґрунт - водойма;
- 3) міграцію при внутріводоймових процесах.
- 4) міграцію з поверхні, що підстеляє, (ґрунт чи вода) в атмосферу.

Базові пости спостереження (БПС) – це ПС, що служать для одержання інформації про вихідний (базовий, тобто фоновий) стан біосфери і розташовуються в районах із свідомо повною відсутністю безпосереднього антропогенного впливу не тільки в даний час, але й в найближчі 50 - 100 років.

З базових ПС ведуться спостереження за найбільш повільними процесами, наслідку яких можуть бути найбільш небезпечними, тому що вони через свою інертність важче виявляються, але охоплюють всю планету.

Для глобальної мережі моніторингу досить 30 – 40 БПС на континентах і до 10 – океанічних.

Регіональні ПС фонового моніторингу (РПСФМ) – це ПС, призначені для спостереження за ситуацією в біосферних зонах, що піддані антропогенному впливу, і виявлення причин негативних наслідків у стані біосфери.

Регіональні ПС можуть розташовуватися як поблизу урбанізованих районів, так і на їхніх границях.

Програма спостережень на РПСФМ повинна враховувати регіональні особливості і бути ширшою, ніж на БПС. Тому вона є основою для коректування програми спостережень на БПС, а, отже, і для всієї програми ФМ.

Відповідно до первісного переліку, що складається з 20 пріоритетних забруднювачів, прийнятому в 1974 р. в Найробі, при фоновому МНС варто проводити спостереження:

а) на БПС – лише за п'ятьма забруднювачами:

- 1) в атмосфері – сірчистий газ і зважені частки, озон, двоокис вуглецю;
- 2) у воді морів – вуглеводні;

б) на РПС – за дев'ятьма ЗР:

- 1) в атмосфері – сірчастий газ і зважені частки, свинець;
- 2) у воді – вуглеводні нафти і ртуть;
- 3) у харчових продуктах, біоті й організмі людини – радіонукліди, ДДТ та інші хлорорганічні сполуки, свинець, мікотоксини, мікробні забруднення.

До **недоліків документа** ГМНС від 1974 р. можна віднести те, що більшість спостережень планувалося проводити в рамках національних програм, результати яких не можуть бути, за винятком окремих випадків, об'єктом міжнародного обміну. Тому надалі була розроблена Програма фонових спостережень, що задовольняє як національним інтересам, так і ГМНС і передбачає більш широкий перелік контрольованих речовин, ніж програма 1974 р., а саме:

1) для атмосферного повітря – сірчастий газ, зважені частки (аерозолі), окис і двоокис вуглецю, окис і двоокис азоту, озон, реакційно-здатні вуглеводні, пари ртуті, вміст в аерозолях свинцю, миш'яку, кадмію, ДДТ, бензо(а)пірен, сульфат-іонів, натрію і хлору;

2) для атмосферних опадів (опади, сніжний покрив і сухі випадання) - ДДТ та інші хлорорганічні сполуки, кадмій, ртуть, свинець, миш'як, бензо(а)пірен, всі аніони і катіони, такі як сульфати, нітрати, хлориди, іони амонію, кальцію та ін., а також визначення електропровідності і рН;

3) для вод поверхневих і морських – ртуть (включаючи метил-ртуть), миш'як, кадмій, свинець, ДДТ та інші хлорорганічні сполуки, бенз(а)пірен, нафтопродукти (у морях) і біогенні елементи;

4) для ґрунту – ртуть, свинець, кадмій, миш'як, ДДТ та інші хлорорганічні сполуки, бенз(а)пірен, біогенні елементи;

5) для харчових продуктів (сільськогосподарські культури, трави та ін.) – ДДТ та інші хлорорганічні сполуки, бенз(а)пірен, кадмій, ртуть, свинець і миш'як.

Програма всіх фонових спостережень, не залежно від національної чи глобальної приналежності програм, здійснюється на:

а) стаціонарних ПС, що проводять спостереження за рівнем забруднення протягом усього року;

б) пересувні ПС, що проводять спостереження методом виїзних експедицій.

Включення в систему моніторингу космічних ПС дозволило підвищити ефективність контролю забруднення біосфери. Космічні ПС (КПС) за допомогою багатоканальної спектросональної зйомки визначають межі антропогенних забруднень, сезонні чи технологічні їхні зміни, а також фіксують вплив природних катаклізмів (вивержень, ураганів і т.п.) чи механізмів (плинів, вітрів і температурних інверсій) на характер забруднень навколишнього середовища.

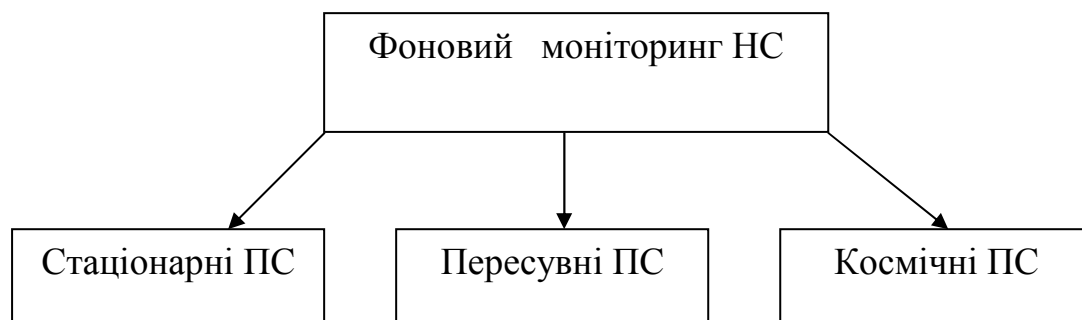


Рис. 5. 4 – Види пунктів спостереження ФМ

Особливе місце в глобальному ФМ займає *екологічний моніторинг* і як складова його частина – *біологічний моніторинг*.

Метою *біологічного моніторингу* є не тільки визначення рівня накопичення ЗР в біологічних об'єктах, але і встановлення залежності між кількісним змістом, швидкістю зміни, часом впливу ЗР і реакцією біоти на ці процеси. З цією метою вже контролюється рівень забруднення бенз(а)пиреном, ДДТ, іншими хлорорганічними сполуками і важкими металами сільськогосподарських і лісових культур, трав, грибів, ягід, а також наявність їх в організмі тварин, птахів, риб і планктону.

При проведенні спостережень оцінюються різні параметри, основними з яких є:

- 1) число індивідуумів у популяції;
- 2) розмаїтість видів у співтовариствах;
- 3) розподіл популяцій, співтовариств і т.д.;
- 4) кругообіг біомаси й обмін енергією;
- 5) швидкість росту індивідуумів;
- 6) характер фізіологічних і біохімічних процесів;
- 7) генетичні й поведінкові зміни;
- 8) стан здоров'я і частота захворювань;
- 9) народжуваність і смертність;
- 10) зміна міграції.

5.4. Додаткові види моніторингу

Додатковими видами фонового моніторингу є „моніторинг минулого” – *історичний моніторинг*, що дозволяє визначити рівень забруднень ґрунтів, льодовиків, мінералів, донних чи біологічних відкладень об'єктів у різні періоди історії Землі. Цей вид моніторингу дозволяє судити про природну еволюцію біосфери і про вплив антропогенних впливів технічного прогресу.

Моніторинг стану стратосфери, для вирішення завдань якого потрібно:

- а) розширення мережі озонметричних ПС, що проводять вимір інтегральної концентрації озону в атмосфері;
- б) вимір профілю озону (на висотах 18 – 30 км – за допомогою зондів, вище – ракетним і космічним зондуванням);

- в) визначення концентрації озону в приземному шарі;
- г) виявлення речовин здатних, вступаючи в реакції з озоном, руйнувати озоновий шар.

Уже відомий ряд "руйнівників" – окисли азоту, азотна кислота, оксиди і перекиси водню, хлор -, фтор - і бромутримуючі речовини, соляна кислота, фреон і т.д.;

- д) визначення потужності ультрафіолетового випромінювання (180 – 320 нм) у приземному шарі.



Рис. 5.5 – Додаткові види фонового МНС

Контрольні запитання

1. Дайте визначення:
 - фонового моніторингу навколишнього середовища,
 - біосферного заповідника,
 - базового посту спостереження,
 - регіонального ПС фонового моніторингу.
2. Назвіть основні завдання фонового моніторингу.
3. Що послужило основою при організації фонового МНС.
4. Перелічіть пункти програми фонових спостережень.
5. Охарактеризуйте мету ГМНС при проведенні фонового моніторингу.
6. Поясніть відмінність спостережень, проведених на БПС, від спостережень на РПСФМ.
7. Вкажіть речовини, за якими повинні проводити спостереження за рішенням, прийнятим в 1974 р. в Найробі.
8. Назвіть основний недолік програми ГМНС фонових спостережень.

9. Охарактеризуйте ПС за ступенем мобільності при проведенні фонових спостережень.

10. Визначіть мету біологічного моніторингу в програмі ГМНС фонових спостережень.

11. Вкажіть параметри, що контролюються при проведенні біологічного моніторингу в програмі фонових спостережень.

12. Поясніть додаткові види фонового моніторингу.

13. Назвіть основні заходи, необхідні для вирішення задач моніторингу стратосфери.

Тема 6. Низькочастотні коливальні процеси в біосфері й екосистемах

Визначення оцінки і прогнозування глобальних змін стану біосфери за фактичними даними, безпосередньо скориставшись для цього результатом фонових спостережень і статистичних методів виявлення тенденцій у зміні показників, що спостерігаються, є недостатньо ефективними.

Це обумовлено значними природними коливаннями значень нас показників – параметрів стану природних популяцій і концентрацій, пріоритетних ЗР, а також малою точністю методів натурних вимірів.

Наприклад, застосовуючи метод прямої статистичної обробки тимчасового ряду результатів натурних досліджень вимірюваного показника при наявності:

- природної мінливості параметра в межах одного порядку;
- при антропогенних змінах забруднення НС у 10 разів за 20 років (неприпустимо висока швидкість зміни) протягом усіх двадцяти років, ми не зможемо вірогідно виділити навіть тенденцію процесів зміни (тобто зростає чи убуває рівень антропогенного забруднення).

Уявлення про природні низькочастотні коливання (тобто коливання з періодом не менше сотні років) стану біосфери, екосистем і популяцій окремих видів можна одержати, застосовуючи методи *історичного моніторингу* (ІМ).

ІМ чи *палеомоніторинг* – це система одержання інформації про рівень забруднення біосфери в різні моменти часу в минулому.

Для ілюстрації існування природних низькочастотних коливань у біосфері скористаємося результатами досліджень видової зміни **рослинності** за останній післяльодовий період, що складає близько 12 тис. років, отриманих на підставі аналізу проб пилка рослин стосовно до шарів, що відстоять у часі один від одного приблизно на 1,5 тис. років. Результати цього дослідження дозволяють зробити такі **висновки**:

а) для істотної зміни рослинності, при природному ході процесу, потрібно в середньому 2,5 тис. років;

б) ці коливання, очевидно, пов'язані зі змінами кліматичних умов – температури, вологості, вітрового режиму і т.д.

Доведено, що крім тисячолітніх циклів існують коливання, період яких складає приблизно 100 років. Ці коливання добре просліджуються в Європі при аналізі:

а) скорочення площ природних лугов, особливо заливних, – в останньому сторіччі відзначається інтенсивне скорочення як площ косовиць, так і їхньої продуктивності (з 12% на початку століття до 5,5% - у 90-ті роки);

б) змін породного складу лісів. У ХХ ст. спостерігалось:

- збільшення площ приблизно на 60 %, зайнятих м'яколистяними породами, за рахунок зменшення хвойних порід, незважаючи на безупинне висадження сосни і ялини;

- значне скорочення дубових культур у складі лісів, уповільнення, але не стабілізація якого, удасться лише активними заходами штучного розведення.

Слід зазначити, що процес загибелі дібров відзначається також у Франції, Німеччині, Канаді, США, Японії та інших країнах світу.

При оцінці причин періодичних змін природного середовища вчені висувають безліч гіпотез, кожна з яких має право на існування:

а) неправильні вирубання і сінокосіння;

б) посухи;

- в) зміни рівня ґрунтових вод;
- г) морози і заморозки;
- д) бактеріальні хвороби;
- е) ущільнення чи задерніння ґрунту;
- ж) сонячна активність і геліомагнітні збудження;
- з) забруднення:
 - атмосфери газоподібними речовинами;
 - середовища радіоактивними речовинами;
 - важкими металами і т.д.

Для того щоб:

а) оцінка тенденцій зміни показників природних екосистем стала можливою на належному рівні (не нижче 95%) вірогідності на заданому тимчасовому інтервалі;

б) правильно встановлювати причини виникнення цих тенденцій, необхідно:

- будувати математичні моделі природних екосистем різних масштабів, використовуючи не тільки статистику, але й інформацію про механізми реакції екосистем на зовнішній вплив;

- проаналізувати й узагальнити всю суму фактичних знань про тимчасову і просторову мінливість традиційно вимірюваних показників стану природного середовища, отриманих, як правило, з іншими цілями і розкиданими у великому числі наукових публікацій і відомчих документів;

- визначити оптимальне число натурних вимірів одного параметра і рівень достатньої точності інструментальних засобів моніторингу.

Установлення зв'язку між різними показниками біосфери дозволить краще уявити природну мінливість стану НС, вирішити проблему вірогідності виділення тенденцій зміни її стану і встановлення їхніх причин, а потім вже об'єктивно оцінити рівень і небезпеку антропогенного впливу на НС.

Прикладом помилкових рішень, прийнятих без врахування даних Історичного моніторингу про природне коливання рівня Каспійського моря, служить:

а) комплекс заходів щодо „порятунку” моря від висихання поворотом сибірських річок (правда, до кінця не реалізованих через протест громадськості і вчених);

б) затоплення сіл і міст, побудованих „навздогін за морем, що йде”, що спостерігається після 1980 року.

Висновки

1. Використання в системі моніторингу для розрахунків тільки статистичних методів обробки інформації не дозволяє визначити з достатньою вірогідністю характер тенденції аналізованих змін рівня забруднення в біосфері.

2. Для біосфери характерна зміна часу „бурхливого процвітання” на етап „зів'янення”, період повторення яких за тривалістю може дорівнювати як десятки тисяч, так і сотні років.

3. Для одержання достовірної інформації про характер впливу рівня забруднення на НС треба:

а) застосовувати не тільки методи математичної статистики, але й інформацію про механізми реакції екосистем на зовнішній вплив;

б) виявити ступінь впливу конкретних зовнішніх факторів на стан природного середовища;

в) установити вплив взаємозв'язків різних параметрів НС на тенденцію розвитку біосфери;

г) вивчити періодичність тимчасової і просторової мінливості аналізованих параметрів біосфери;

д) мати можливість одержання роздільної оцінки кількісних параметрів розвитку природних і антропогенних процесів в НС і прогнозування тенденцій у біосфері при сукупному впливі природних і антропогенних факторів;

е) визначити оптимальне число натурних вимірів одного параметра в біосфері і рівень достатньої точності інструментальних засобів моніторингу.

Тема 7. Історичний моніторинг стану ОС

7.1. Цілі й об'єкти історичного моніторингу

Одним з видів фонового моніторингу забруднень є моніторинг минулого–історичний моніторинг (ІМ).

Мета спостережень за програмою ІМ – одержати інформацію про рівні природного тла основних забруднюючих інгредієнтів у періоди мінімального антропогенного впливу на навколишнє середовище і про зміни цього рівня в часі.

Об'єкти ІМ:

- а) відкладення – донні й льодовикові;
- б) залишки біоб'єктів рослинного і тваринного походження;
- в) збережені харчові продукти.

7.2. Обґрунтування доцільності застосування донних відкладень

Використання донних відкладень озер і прибережної зони океану для оцінки зміни рівня забруднення природних вод обумовлюється тим, що:

- а) ці відкладення на 60 – 80% формуються в результаті надходження річкових наносів, що дозволяє використовувати їх для оцінки антропогенного забруднення басейнів рік;
- б) безперервність осадження часток мулу на дно визначає прив'язку обложених шарів до тимчасової шкали;
- в) необмежений обсяг донних відкладень усуває такі труднощі, як обмеженість у часі обсягом проб;
- г) відомі залежності розподілу осадових порід залежно від швидкості, розходження солоності річкових потоків і вод, в які вони впадають, і параметрів часток, що осаджуються;
- д) характер ступеня забруднення донних відкладень стабільний у часі і, як правило, не змінюється людиною.

Наприклад. Аналіз концентрації ртуті і свинцю в шарах морських відкладень у 100 км від берегів США дозволяє зробити наступні висновки:

а) рівень забруднення цими інгредієнтами від початку нашої ери до початку нашого століття практично не змінювався;

б) зростання рівня забруднень збігається за часом з періодом широкого застосування двигунів внутрішнього згорання і добрив.

Надалі результати цих досліджень знайшли підтвердження при проведенні досліджень донних відкладень:

- озер США;

- рік та інших водойм у Японії і „автомобільних” країнах Європи.

7.3. Льодовики в системі ІМ

Різноманітність льодовиків і їхнє широке розповсюдження на Землі дозволило довести перспективність використання льодовикових відкладень як об'єкта дослідження ІМ, оскільки:

а) льодовики знаходяться, в основному, у важкодоступних для людини зонах і тому не піддаються прямому антропогенному впливу;

б) характер забруднення льодовиків визначається ступенем забруднення атмосферних опадів у районі налипання льоду і не залежить від характеристик поверхні, що підстилає;

в) розташування льодовиків на різних висотах дозволяє оцінювати залежність рівня забруднення атмосфери від висоти повітряних потоків;

г) розташування льодовиків у різних географічних районах Землі дозволяють оцінити ступінь і характер забруднення від часу і відстані, пройденого повітряними потоками;

д) льодовики зберігаються незмінними тисячі років;

е) взяття проб для аналізу не обмежено ні часом одержання, ні обсягом досліджуваного матеріалу;

ж) нагромадження льоду в льодовиках відбувається шарами, тому характер забруднення має прив'язку до тимчасової шкали;

з) існує можливість одночасного одержання проб, що відносяться до різних тимчасових епох. *Наприклад.* Аналіз на вміст свинцю в льодовиках Гренландії показав збільшення в 2 – 3 рази концентрації інгредієнтів за останні десятиліття. Аналогічні результати отримані при дослідженні на вміст ртуті у льодовикових відкладеннях Антарктиди.

7.4. Біооб'єкти як об'єкти дослідження ІМ

Як об'єкти дослідження для цілей ІМ використовуються музейні експонати риб, рослин чи тварин, злаки, знайдені при археологічних розкопках.

Достоїнствами біооб'єктів є:

- а) можливість дослідження процесів нагромадження забруднювачів у різних біологічних об'єктах;
- б) можливість дослідження проходження забруднювачів по харчових ланцюжках.

Наприклад.

1. Дослідження музейних експонатів риб показали, що рівень ртутного забруднення середньої частини Тихого океану практично не змінився і може бути прийнятий у якості фонового.

2. Порівняння змісту ртуті в перах сучасних птахів і музейних експонатів показало десятикратне збільшення концентрації цього інгредієнту за період із середини минулого століття і дотепер.

Особливості біооб'єктів як об'єктів дослідження

1. При аналізі концентрацій токсичних речовин у таких біооб'єктів, як залишкиживих істот, необхідно враховувати наступні особливості:

- а) вік особи і швидкість напіввиведення забруднювача;
- б) різні забруднюючі по-різному накопичуються у певних органах і тканинах, наприклад: свинець – у кістках, ртуть і кадмій – у внутрішніх органах, а ДДТ – у жирових клітках;
- в) фоновий рівень забруднення основного району життя особи.

2. При вивченні річних кілець дерев (копалин чи довгоживучих, наприклад, – секвоя), що мають великий вік, може бути отримана певна інформація про стан біосфери. Так уже доведене існування залежності між шириною річних кілець і:

- а) кліматом;
- б) рівнем ґрунтових вод;
- в) рівнем води в озерах і морях;
- г) одинадцятирічними циклами зміни сонячної активності;
- д) температурою повітря;
- е) рівнем забруднення окремими інгредієнтами.

3. Мохи і лишайники, що не мають кореневої системи, для яких підстиляючою поверхнею служать відмерлі шари попередніх років, є ідеальним об'єктом для проведення досліджень на зміст забруднювачів в атмосфері.

Біохімічні процеси верхнього живого шару моху, що стикається безпосередньо з атмосферою, настільки активні, що такими фізичними процесами, як;

- а) механічне проникнення аерозолів;
- б) фільтрація розчинних з'єднань і т.п., що сприяють проникненню домішок у глибину мохового покладу можна знехтувати.

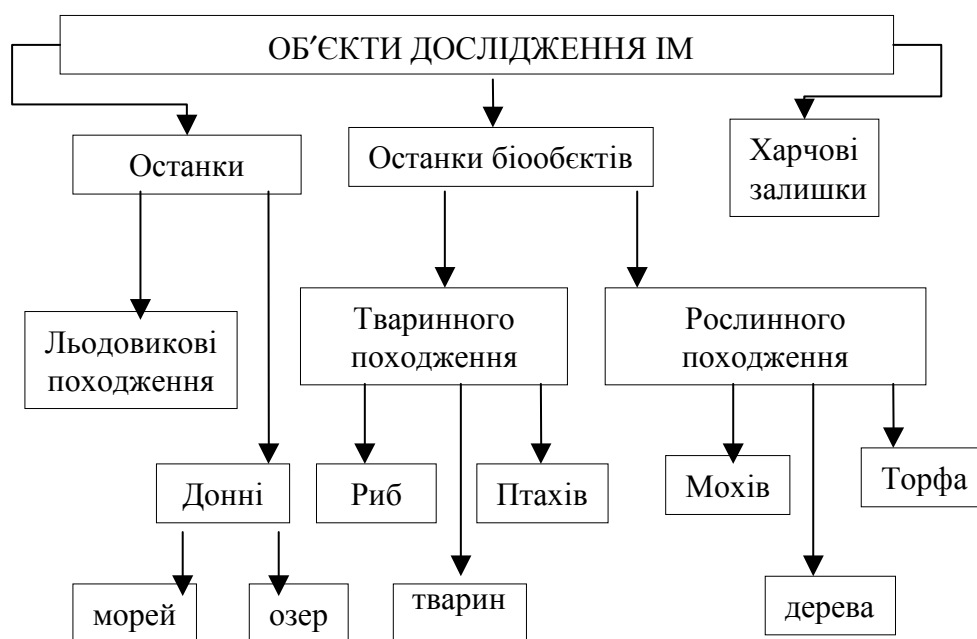


Рис. 7.1 – Основні об'єкти дослідження з програми ІМ

Наприклад. Дослідження концентрації свинцю і цинку по глибині мохового покладу в басейні р. Підкаменна Тунгузська дозволили зафіксувати 8 -, 10 - кратне її збільшення за останні 50 років у цьому фоновому об'єкті. Таким чином, об'єкти досліджень ІМ можуть бути представлені наступною схемою:

Висновки

Найбільш перспективними об'єктами для вивчення фонових рівнів забруднювачів за програмою ІМ і тенденцій зміни стану забруднення біосфери є різні види відкладень – лід, донні відкладення, торф, мохи.

Перевагами відкладень у порівнянні з іншими об'єктами є:

- а) практично необмежений обсяг проб, що дозволяє проводити аналіз з великою точністю;
- б) можливість точного датування шарів;
- в) безперервність зразків за історичним інтервалом, що дає змогу застосувати математичні методи обробки результатів спостережень і зіставити ці результати з іншими факторами, такими як клімат, міграційні процеси, господарська діяльність;
- г) можливість вивчення забруднювачів у різних фазах відкладення – розчинній і нерозчинній.

Контрольні запитання

1. Визначіть мету історичного моніторингу навколишнього середовища.
2. Перелічіть основні об'єкти дослідження історичного моніторингу.
3. Поясніть особливості біооб'єктів, які необхідно враховувати при дослідженні з програми ІМ.
4. Дайте обґрунтування застосування донних відкладень з метою ІМ.
5. Поясніть застосування льодовикових відкладень для цілей ІМ.
6. Вкажіть, яка інформація про стан біосфери може бути визначена за шириною річних кілець.
7. Поясніть особливості мохів, що використовуються при дослідженнях із програми ІМ.

8. Охарактеризуйте переваги відкладень перед іншими об'єктами історичного моніторингу.

Тема 8. Екологічний моніторинг

8.1. Мета і завдання

Потреба в екологічному моніторингу як глобальній системі виникла:

1. У зв'язку з агресивним впливом технічного прогресу на біосферу;
2. У зв'язку з частковим вичерпанням природних ресурсів біосфери в умовах, коли існує обґрунтоване припущення, що локальні критерії контролю НС не тільки не забезпечують оптимальну схему розвитку, але і приводять до глобального регресу, оскільки не забезпечують врахуванням вторинних глобальних факторів антропогенного впливу.

Метою екологічного моніторингу є:

- а) вивчення фактичного стану НС за результатами спостережень;
- б) одержання інформації на основі експериментальних досліджень у спеціальних лабораторіях;
- в) моделювання розвитку екосистем ;
- г) використання всієї перерахованої вище інформації як основи для побудови прогнозів можливої зміни стану біосфери.

Основу для оцінки результатів екологічного моніторингу складають лабораторні спостереження, оскільки основним його завданням є установлення факту хронічного отруєння біологічних об'єктів (риб, птахів, тварин, рослин і т.п.), зовнішніми проявами якого є уповільнення росту, прискорення старіння і т.п., що важко визначити при польових спостереженнях.

8.2. 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 точнісних характеристик.

3. Необхідність забезпечення безперервності досліджень протягом тривалого часу – місяці, роки, сторіччя.

4. Біота характеризується дуже великим числом ознак, тому спостереження за кожним з них не уявляється можливим і необхідні попередні дослідження для обґрунтування вибору з цієї безлічі найбільш важливих.

5. Необхідність врахування вторинних факторів.

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

Вивчення вторинних факторів пов'язано з великими труднощами, тому що:

- їх багато;
- вони являють собою, як правило, інтегральні оцінки по великій кількості параметрів.

Для інтегральних оцінок точність одержання має вирішальне значення, зміна якої може привести до зміни висновків на протилежні.

8.3. Проблемність у питаннях забезпечення необхідної точності

Забезпечити високу точність результатів досліджень у будь-якій галузі знань, не тільки в екології, 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 і професіоналізмом оператора. Однак:

а) мільйонна повторюваність проб одного інгредієнту може бути цілком реалізованою з економічної точки зору, але нездійсненою з психологічних причин;

б) в екології, без жодних до того підстав, прийнято, що результати вимірів повинні мати точність 10%. При цьому нижній рівень факторів, що виявляються, дорівнює 30%, а повторність спостережень складає 3 – 5 вимірів.

В екології досягнення більш високої точності результатів можливе, при:

а) широкому залученні найсучасніших фізичних, хімічних, біологічних, обчислювальних та ін. методів вимірів;

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

в) теоретичному визначенні мінімально необхідної кількості аналізованих забруднювачів НС, що забезпечує "схоронність" біосфери в умовах зростаючого антропогенного впливу;

г) теоретичному обґрунтуванні для параметрів необхідного значення точності по кожному інгредієнту залежно від:

- 1) "агресивності" його антропогенного впливу;
- 2) здатності утворювати токсичні сполуки;
- 3) здатності до нагромадження чи переходу в інші середовища;
- 4) здатності мутаційного впливу, а також від ряду інших параметрів;

б) теоретичному чи практичному визначенні тимчасового інтервалу, просторових і кількісних умов взяття проб.

Експерименти за програмою екологічного моніторингу проводяться в екостатах.

Екостат – це установка для підтримки стабільних у часі абіотичних умов (температури, хімічного складу середовища, вологості і т.п.), що дозволяє виявити вплив заданих абіотичних умов на екологічні параметри біоти, що має селективну цінність.

Послідовно змінюючи один з параметрів, при стабілізації всіх інших, абіотичних умов у екостатах і фіксуючи відповідні зміни, одержують інформацію щодо тієї безлічі умов, у межах яких зміни екопараметрів припустимі, а також вивчають залежність узагальненого параметра (коефіцієнта розмноження особи) від абіотичних умов. Така схема експериментального моделювання відгуку

екосистем 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 границі екосистема втрачає стійкість, як за фазовими, так і за структурними змінами. В результаті цього виникає перехід системи в новий стійкий стаціонарний стан, при якому можливі перебудови структури екосистем в дуже широкому діапазоні – від модифікацій усередині колишньої безлічі видів до повної зміни видового складу екосистем.

8.4. Формування оцінки

За даними екологічного моніторингу, встановлюється ціннісна оцінка антропогенних змін біоти за результатами:

- а) хімічного моніторингу – з'являється оцінка зміни забруднень у географічних координатах і прогноз цієї зміни в часі;
- б) біологічного моніторингу – з'являється оцінка порогу чутливості біоти;
- в) на підставі сукупності цих оцінок будується прогноз зміни важливих, з погляду соціоекономіки і соціоекології, характеристик біоти в часі й просторі.

Ці зміни оцінюються в корисніших одиницях.

Особливості при одержанні оцінок

А. Слід враховувати взаємодії 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 змісту забруднюючих речовин у листях;
- в) аналіз концентрації забруднюючих речовин у біоті як однієї із середовищ біосфери;
- г) моделювання дрейфу забруднюючих речовин у біотичних блоках екосистеми.

2. Для біологічного моніторингу, в свою чергу, першорядне значення мають такі, суто хімічні питання, як класифікація забруднювачів за специфікою їхньої будівлі і фізіологічного впливу.

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

4. Зв'язки екологічного із санітарно-гігієнічним моніторингом мають рівнобіжний характер, але, оскільки санітарно-гігієнічний моніторинг має більш тривалу історію розвитку, то в екологічному моніторингу корисно застосовувати вже апробовані методичні підходи.

Б. Проблеми одержання оцінки також пов'язані з такими специфічними питаннями, як:

- 1) демографічними, що мають вирішальне значення для виявлення „оптимальної” лінії розвитку людства;
- 2) проблеми „неринкових” цінностей природи.

Висновки

Аналізуючи вищевикладене, можна зробити наступний висновок:

1. Об'єктом прикладного екологічного моніторингу є фіксація змін і прогноз важливих, з погляду корисності, показників біоти;
2. Характерною рисою екологічного моніторингу є комплексність, для того щоб зафіксувати і передбачати зміни необхідно, з одного боку, здійснення широкої програми експериментальних досліджень параметрів:
 - а) що визначають чутливість біоти до забруднення;
 - б) що визначають взаємодії окремих ланок екосистем, і, другого – розробка моделей екосистем, що дозволяють обчислювальними методами прогнозувати відгуки екосистеми на зміну абіотичного середовища;
3. Усі ланки моніторингу зв'язані через його кінцеві цілі і тільки в результаті погодженої роботи всієї системи можна сподіватися одержати необхідне рішення;

4. Для підвищення ефективності екологічного моніторингу потрібне проведення широких фундаментальних досліджень.

Контрольні запитання

1. Визначіть потребу в екологічному моніторингу
2. Вкажіть мету екологічного моніторингу.
3. Що складає 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 за програмою екологічного моніторингу.
9. Як формується оцінка за результатами екологічного моніторингу?
10. Розшифруйте особливості при одержанні оцінок.
11. Сформулюйте основні висновки за даною темою.

Тема 9. Застосування біологічних індикаторів. Нагромадження важких металів в екологічному моніторингу

У списках головних забруднювачів НС одне з перших місць займають важкі метали (ВМ), такі як ртуть, свинець, кадмій. Такий стан ВМ обумовлений їх високою токсичністю і токсичністю сполук, що вони утворюють, а також можливістю їхнього поширення на великі відстані від джерел викидів. Однак:

- про розподіл ВМ у біооб'єктах є лише уривчасті дані;
- немає систематичних зведень про рівні токсичності ВМ у різних ланках екосистем, тому застосування біоіндикаторів у програмі моніторингу вимагає подальшого теоретичного удосконалення.

9.1. Принципи вибору біооб'єктів як індикаторів

Теоретичне обґрунтування вибору конкретного виду біоти як об'єкта спостережень і визначення принципів, що обумовлюють цей вибір, є передумовою

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

На першому етапі необхідно:

1. Аналізувати структурні й функціональні ознаки біоти.

До **структурних ознак** відносяться – число видів, їх біомаса, поширеність даного виду в межах різних біогеоценозів.

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

2. Для кожної екосистеми виділяються зони *активного і пасивного* антропогенного впливу, наприклад, прибережна і відкрита частина океану.

3. Узагальнивши дані з динаміки, селективності, коефіцієнтів накопичення і періодів напіввиведення найбільш характерних для даної екосистеми трофічних рівнів, вибирають ланки, найбільш чуттєві до зміни концентрації забруднювачів.

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

Таким чином, першим принципом добору біоти біоіндикатора є принцип найбільшої чутливості до зміни концентрації забруднювачів.

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

а) число видів тварин майже вчетверо перевищує число видів рослинних організмів;

б) кількість видів:

1) сухопутних тварин – 93% від загального числа видів;

2) сухопутних рослин – 92%;

в) кількість біомаси розподілена таким чином:

- сухопутні рослини – 99,2%;

- океанські рослини – 0,3%;

- сухопутні тварини і мікроорганізми – 0,8%;

- морські тварини і мікроорганізми – 99,7%.

Як другий принцип визначаємо **принцип найбільшої біомаси**, тобто:

1) для біогеоценозів суші як індикатори накопичення ЗР найбільш доцільно вибрати рослини;

2) як індикатори моря – морські мікроорганізми.

На третьому етапі треба врахувати ступінь впливу біоти на стан НС.

Дослідження показують, що незважаючи на те, що фітомаса океану складає менше 0,1% всієї біомаси рослин Землі, вона виробляє від 30 до 70% кисню, утвореного в процесі фотосинтезу зеленим покривом Планети, і понад 20% усієї щорічної первинної продукції Землі.

Тому при виборі між морськими тваринами і фітопланктоном останній одержує незаперечні переваги, тобто для екосистем океану як індикатор кращий фітопланктон, а як третій принцип – **принцип максимального впливу біоти на властивості біосфери**.

На четвертому етапі розглядають таку властивість біоти, як **поширеність** представників різних видів. Аналіз цього питання дозволяє знайти дуже важливі закономірності:

- найбільшим поширенням відрізняється порівняно невелике число видів:

- до складу біогеоценозів входять, з одного боку, високоспеціалізовані види, здатні існувати тільки в умовах визначеного біоценозу, з другого – види з більш широким спектром можливостей.

Тому четвертим і п'ятим принципами є **принцип поширеності і 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 складає 1– 2 тижня, коефіцієнти накопичення деяких ВМ у фітопланктоні досягають 10000 – 100000 стосовно води, а час накопичення – від декількох хвилин до декількох днів.

На суші невеликий термін життя мають однолітні трави, мохи, гриби. У якості БІН можуть бути використані також окремі види комах чи їхні личинки, а також молюски, що мають порівняно короткий термін життя.

Але слід мати на увазі, що використання рослин з великим терміном життя (більш 1 місяця) доцільно при вивченні тривалих впливів, наприклад, застосування біоіндикатора в системі фонового моніторингу секвої, що має термін життя десятки тисяч років (граничний термін не встановлений).

Таким чином, шостим принципом є ***принцип заданого терміну життя.***

Наступним фактором, що вимагає розгляду, є час перебування біоти в контрольованому середовищі. Особливо перспективним з цього погляду є штучне культивування БІН в умовах із заданими параметрами і з наступною строго визначеною експозицією в досліджуваній системі.

Застосування цього методу дозволяє уніфікувати використання індикаторів і забезпечує порівнянність результатів по різних екосистемам.

Тому сьомий принцип – ***принцип нормованого часу перебування в досліджуваному середовищі.***

Висновки

Принципами добору біоти біоіндикатора є:

1. Принцип найбільшої чутливості до зміни концентрацій забруднювачів;
2. Принцип найбільшої фітомаси;
3. Принцип максимального впливу біоти на властивості біосфери;
4. Принцип поширеності;
5. Принцип спеціалізованості;
6. Принцип заданого терміну життя;
7. Принцип нормованого часу перебування в досліджуваному середовищі.

9.2. Біоіндикатори в екологічному моніторингу

Наземні рослини і тварини

Індикація свинцю

Нечисленні визначення змісту свинцю в наземній рослинності стосуються в основному концентрацій у пришляховій рослинності і мохах.

У Швеції за період з 1820 по 1965 рр. концентрація свинцю в мохах зросла з 20 до 80-90 мг/кг ваги рослин.

Американські дослідники, вивчаючи розподіл свинцю в кільцях дерев, що знаходяться на різних відстанях від автотраси, виявили, що зі збільшенням навантаження на дорогу підвищення рівня свинцю в деревині зростає в 3-10 разів.

Індикація ртуті

Кількість ртутних сполук у тканинах рослин залежить від кількості і складу інших мікроелементів, одержуваних рослиною з середовища свого розвитку. При цьому деяка кількість ртуті, отримана з НС, знову випаровується через листя. Однак багато видів трав, листяних і хвойних порід дерев є ефективними нагромаджувачами розчиненої і пароподібної ртуті.

Дослідження показують, що зміст ртуті в бур'янистій траві, що росте в сільській місцевості чи в парках міста поблизу доріг, коливається від 0,2 до 0,7 мг/кг сирої ваги рослин.

Водяні екосистеми

Індикація свинцю

Зміст свинцю в морських і прісноводних організмах, як правило, складає для:

- зоопланктону – 3 – 1300 мг/кг;
- морського планктону – 2 – 8 мг/кг;
- кишковопорожнинних – 35 мг/кг;
- молюсків – 5 мг/кг;
- морських риб – 0,5 мг/кг;
- прісноводних риб – 0,1 – 2 г/кг.

Індикація ртуті

Концентрація ртуті водяними харчовими ланцюжками вище, ніж наземними більше ніж на 2 – 3 порядки. Доведено, що існують закономірності й коефіцієнти нагромадження для різних типів ртутних з'єднань водоростями. З усіх сполук ртуті метил-ртуть акумулюється легше всіх.

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

Для риб коефіцієнт накопичення метил-хлориду ртуті складає близько 3000, а для устриць і крабів – 100 000.

Шведські вчені стверджують, що в рибі ртуть знаходиться переважно у формі метил-з'єднань – до 98%. Але на підставі вивчення концентрацій ртуті в рибі, виловленої в Японії, Італії, Франції, Голландії і 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, рівний 0,5 мг/кг, установлений для метил-ртуті (і тільки!!!).

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

Індикація кадмію

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

Дослідження показують, що при середньому рівні змісту кадмію в озерній воді 37% від сумарного рівня важких металів. наявність кадмію в біоті складає:

- у фітопланктоні – 24%;
- у зоопланктоні – 13%;
- у рибі – 15%;
- у птахів – 1%;
- у донних відкладеннях – 10%.

Контрольні запитання

1. Назвіть причини, що стримують широке застосування біоти для індикації забруднень НС.

2. Сформулюйте принципи добору біоти як біоіндикатора.
3. Які фактори враховуються при обґрунтуванні принципу:
 - найбільшої чутливості до зміни концентрацій забруднювачів;
 - найбільшої фітомаси;
 - максимального впливу біоти на властивості біосфери;
 - поширеності;
 - спеціалізованості;
 - заданого терміну життя;
 - нормованого часу перебування в досліджуваному середовищі.
4. Наведіть приклади використання наземних рослин і тварин, а також біоти водних екосистем у як біоіндикаторів для індикації свинцю, ртуті, кадмію.

Тема 10. Моніторинг забруднень атмосферного повітря

Вступна частина

Забруднення атмосфери – це процес надходження в повітряне середовище у результаті природних ерозійних процесів, чи катаклізмів внаслідок людської діяльності різних хімічних речовин у вигляді газів, аерозолів чи часток крапель рідини, що змінюють природний склад атмосфери і негативно діють на живі організми, погіршуючи умови їх життя .

Основні забруднювачі атмосфери можна бути об'єднати в дві групи:

- забруднювачі *природного походження*, як мінерального, рослинного, так і тваринного;
- забруднювачі *штучного походження*.

Головними забруднювачами другої групи є:

- вуглекислий газ;
- окис вуглецю;
- сірчаний і сірчистий ангідриди;
- окисли азоту і вуглецю;
- канцерогени;
- зважені частки у вигляді сажі чи пилу аерозолів.

Загальна чисельність забруднювачів штучного походження перевищує 500 найменувань і кількість їх постійна зростає.

Забруднюючі речовини можна умовно розділити на активні й пасивні.

До *активних* відносять уже перераховані – похідні вуглецю (наприклад, вуглекислий газ чи оксид вуглецю), похідні азоту, сірки, хлору, фтору і ряд інших, активність яких змінюється залежно від температурно-вологісного, вітрового режиму атмосфери і сонячної активності.

Пасивні речовини – це в основному тверді суспензії у вигляді часток пилу і сажі.

Основні джерела забруднення, як правило, зосереджені у великих промислових центрах, але їхній антропогенний вплив часто поширюється на територію всієї країни і навіть далеко за її межі.

Забруднення повітря наносить величезний економічний збиток тому що речовини, які містяться в забрудненому повітрі:

впливають на:

- органи зору і нюху;
- на шкіру;
- потрапляють у легені, що викликає їх захворювання;

руйнують:

- матеріали: мармур, бетон, пластик, гуму і метали;
- окремі деталі механізмів, будинків і споруд;
- знижують врожайність сільськогосподарських, лісових та ін. культур;
- порушують роботу транспорту.

Англійські фахівці вважають, що одна Великобританія внаслідок забруднення повітря щорічно втрачає до 275 млрд. фунтів стерлінгів.

10.1. Вплив метеорологічних умов на концентрацію ЗР

При постійних параметрах викидів рівень розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері істотно залежить від кліматичних умов:

- напрямку, умов переносу і поширення забруднювачів в атмосфері;

- інтенсивності сонячної радіації, що визначає фотохімічні перетворення ЗР і виникнення вторинних продуктів забруднення повітря:

- кількості й тривалості атмосферних опадів, що призводять до „вимивання” домішок з атмосфери.

Здатність атмосфери до розсіювання, насамперед, визначається ступенем вертикальної стійкості атмосфери, тобто характером вертикального розподілу температури, швидкості вітру і вертикального руху повітряних потоків.

10.2. Параметри стійкості атмосфери

Види стійкості атмосфери

1. Якщо температура шарів атмосфери з висотою падає (найбільш поширений стан атмосфери), то створюються умови для інтенсивного руху шарів повітря: теплі потоки піднімаються вгору, а холодні рухаються вниз. Найчастіше такий стан атмосфери, що має назву „конвекція”, спостерігається влітку в безвітряні й безхмарні дні.

Конвекція – стан атмосфери, для якого характерно інтенсивне перемішування шарів повітря, що має як ламінарний, так і турбулентний характер, обумовлене розходженням у щільності й питомій вазі шарів з різним ступенем нагріву.

Для конвекції характерне інтенсивне розсіювання антропогенних забруднювачів

2. **Інверсія** чи інверсійний шар – це такий стан частини атмосфери, при якому температура шарів повітря з ростом висоти збільшується („інверсія” – перевернутий стан).

Залежно від висоти розташування інверсійного шару над поверхнею землі інверсію можна класифікувати як:

- інверсію приземного шару;
- підняту інверсію.

Інверсія приземного шару виникає за рахунок переохолодження нижніх шарів атмосфери, швидко охолоджується поверхнею землі в безхмарній безвітряній ночі.

У випадку сильних і тривалих приземних інверсій при низьких, наприклад, неорганізованих викидах (викиди відпрацьованих газів автотранспорту на стоянках чи в русі) спостерігається істотне збільшення концентрації ЗР біля поверхні землі, оскільки їхнє розсіювання з висотою не відбувається.

Піднятою інверсією називається інверсійний шар, розташований на деякій висоті над поверхнею землі і відділений від неї конвективним чи ізотермічним шаром повітря.

У випадку піднятих інверсій значення можливих приземних концентрацій забрудників залежить від висоти розташування джерела забруднення стосовно границь інверсійного шару, оскільки інверсійний шар виступає в ролі своєрідного „екрану”. Якщо, джерело розташоване вище верхньої (найбільш теплої) границі шару піднятої інверсії, то ЗР надходять у приземний шар в незначних кількостях, оскільки при їхньому русі вниз і зіткненні з більш теплим інверсійним шаром температура забруднюючих речовин збільшується і вони спрямовуються вгору.

Якщо джерело розташовується нижче за нижню (найбільш холодну) границю інверсійного шару, то основна частина забруднювачів концентрується поблизу поверхні землі – температура забруднюючих речовин, що стикаються з нижнім, холодним шаром піднятої інверсії, зменшується і вони опускаються вниз.

Ізотермія чи ізотермічний шар атмосфери – такий стан частини атмосфери, при якому температура шарів повітря зі збільшенням висоти практично не змінюється.

Вітрові параметри

1. **Швидкість вітру.** При слабкому вітрі (менше 4 м/с) у районі високих джерел викидів (наприклад, труб чи котелень ТЭЦ) концентрації в поверхні зе-

млі зменшуються за рахунок збільшення підйому смолоскипа і віднесення ЗР нагору. Особливо значний підйом відбувається при нагрітих викидах.

Збільшення швидкості вітру сприяє як переносу, так і розсіюванню забруднюючих домішок, оскільки з посиленням вітру зростає інтенсивність перемішування повітряних шарів.

При сильному вітрі (більше 4-х м/с) початковий підйом (у джерела) забруднювачів зменшується, але спостерігається перенос ЗР на значну відстань зі швидкостями близькими до швидкості вітру.

Максимальні концентрації антропогенних забруднювачів спостерігаються при швидкості, що називається „небезпечною”. Значення небезпечної швидкості залежить від характеристик джерел викидів, визначається аналітично чи з використанням графіків, однак узагальнено можна вважати, що:

- для потужних джерел з великим перегрівом димових газів до навколишнього повітря, наприклад, для ТЭЦ вона складає 5 – 7 м/с;

- для порівняно малопотужних джерел з низькою температурою газів, наприклад, для підприємств типу АБЗ вона близька до 1– 2 м/с.

2. Напрямок вітру. Нестійкість напрямку вітру сприяє посиленню розсіювання по горизонталі і, як наслідок, концентрація ЗР біля землі зменшується.

3. Вертикальні потоки. На поширення антропогенних забруднювачів впливають упорядковані вертикальні рухи потоків повітря, обумовлені неоднорідністю підстилаючої поверхні.

В умовах пересіченої місцевості на навітряних схилах виникають висхідні, а на підвітряних – спадні потоки, над водоймами влітку – спадні, а в прибережних районах – висхідні потоки повітря.

При спадних потоках приземні концентрації збільшуються, а при висхідних зменшуються.

В улоговинах повітря застоюється, що призводить до нагромадження ЗР поблизу підстилаючої поверхні, особливо за наявності низьких джерел викидів.

Оцінка впливу температурно-вітрових параметрів на поширення ЗР

1. **Вплив** метеорологічних умов виявляється по-різному:

- при холодних і нагрітих викидах джерел рівної висоти;
- при викидах однакової температури високих і низьких труб.

2. **Концентрації забруднювачів** у приземному шарі атмосфери під смолоскипом димових і вентиляційних труб на різних відстанях від джерела викидів розподіляються так:

- поблизу джерела при відсутності низьких і особливо неорганізованих викидів концентрація домішок мала. Вона збільшується і досягає максимуму на деякій відстані від труби;

- максимум і характер зміни концентрації з відстанню залежать від потужності викиду, висоти і діаметра труби, температури і швидкості газів, що викидаються, а також від метеорологічних умов навколишнього середовища.

3. На розсіювання ЗР в умовах міста істотно **впливають**:

- планування вулиць, їхня ширина і напрямки;
- висота будинків і зелених масивів;

Радіаційні параметри

Сонячна радіація обумовлює фотохімічні реакції в атмосфері і формування різних вторинних продуктів так званого „фотохімічного смогу”. Основою для виникнення фотохімічного смогу є деякі компоненти викидів промислових підприємств і транспорту.

Під дією ультрафіолетового випромінювання Сонця такі компоненти вихлопних газів, як окисли азоту і вуглеводні вступають у складні реакції. У результаті утворюється комплекс вторинних речовин – озон, перекиси, альдегіди, кетони, вільні радикали та ін., що мають значно більшу токсичність, ніж вихідні речовини. Основними симптомами фотохімічного смогу є:

- сильне подразнення слизових оболонок ока і дихальних шляхів;
- зниження видимості;
- характерний неприємний запах;

- ураження рослинності;
- руйнування таких матеріалів, як мармур, бетон, автомобільні покривки, текстильні вироби і т.п.

Останнім часом у цієї проблеми з'явився новий і маловивчений аспект – поява фотохімічного смогу поза промисловими містами і вдалині від очевидних джерел забруднення атмосфери.

При туманах концентрація забруднювачів, особливо смогів у приземному шарі різко збільшується.

Висновки

При оцінці ефективності виконання заходів з охорони атмосфери недостатньо мати тільки відомості про скорочення викидів – потрібна надійна інформація за тривалий період:

- а) про параметри джерел антропогенних забруднювачів і характеристики викидів з них;
- б) про характер кліматичних умов на контрольованій території;
- в) про вплив планування контрольованої території на формування кліматичних параметрів;
- г) про закони поширення ЗР в конкретних кліматичних умовах.

Контрольні запитання

1. Дайте визначення терміну „забруднення атмосфери”.
2. Наведіть основні класифікаційні схеми забруднювачів атмосфери.
3. Від яких кліматичних параметрів залежить рівень розсіювання ЗР в атмосфері?
4. Назвіть параметри температурної стійкості атмосфери.
5. Поясніть терміни: інверсія, конвекція.
6. Покажіть відмінності піднятої і приземної інверсій.
7. Охарактеризуйте вітрові параметри атмосфери.
8. Як значення небезпечної швидкості залежать від параметрів джерела викидів?

9. Які особливості рельєфу місцевості формують вертикальні потоки на урбанізованій території?

10. Поясніть причини виникнення смогу і небезпеку цього явища.

11. Назвіть основні симптоми фотохімічного смогу.

10.3. Мета і види моніторингу атмосферного повітря

Метою організації моніторингу атмосферного повітря є:

1. Визначення рівня забруднення атмосфери і доцільності проведення моніторингу;

2. З'ясування причин високих рівнів забруднення і джерел забруднення;

3. Оцінка характеру несприятливого впливу ЗР на здоров'я людини і навколишнє середовище;

4. Розробка заходів з охорони навколишнього середовища.

Залежної від цілей розрізняють наступні *види моніторингових спостережень*:

а) епізодичне – проводиться для орієнтованої оцінки стану забруднення повітря в населеному пункті і при виборі місць для розміщення постів спостереження;

б) комплексне – регулярні спостереження для детального вивчення особливостей і причин високого рівня забруднень, а також для розробки рекомендацій з проведення повітроохоронних заходів;

в) оперативне – спостереження з метою виявлення причин різкого погіршення якості повітря;

г) регулярне – постійне спостереження за параметрами НС, повнота і програма якого залежить від цілей моніторингу.

У різних видів моніторингового спостереження обсяги робіт, як попередніх, до початку проведення спостережень, так і робіт з контролю за якістю атмосферного повітря, є різними.

Підготовчі й завершальні операції

Підготовчі операції

До складу *попередніх робіт*, що проводяться до початку спостережень будь-якого виду, входить:

1. Освоєння району досліджень:

а) вивчення:

- рельєфу території;
- географічного положення джерел викидів;
- виду забудови території;
- нормативних документів і вимог адміністративного і законодавчого характеру;

б) попереднє знайомство з техніко-конструктивними параметрами джерел:

- висота труби;
- температура витікання;
- конструктивне виконання устя джерела викиду – круглі, квадратні і їх

розміри;

- характер технологічних процесів і можливий хімічний склад викидів;

в) запит у лабораторій гідрометеослужби даних про особливості кліматичних умов („роза вітрів”, температурні параметри „теплого” і „холодного” періоду, вологісні характеристики, вітрові параметри і т.п.) району передбачуваного контролю.

II. Розрахунок економічних витрат на:

- підготовчі операції;
- взяття проб;
- виконання аналітичних досліджень;
- транспортні витрати.

III. Складається програма моніторингу, до якої входить:

- а) вказівка черговості робіт;
- б) визначення:
 - місць проведення майбутніх досліджень;

- виду посту спостереження (стаціонарний, маршрутний чи підфакельний);
- переліку робіт з кожної посту;
- в) обґрунтування:
 - кількості операторів;
 - методів, типу і кількості засобів контролю;
 - умов виконання аналітичних досліджень (безпосередньо на посту чи з доставкою проб в аналітичну лабораторію);
- г) часовий графік проведення спостережень;
- д) кількість необхідних вимірів.

IV. Підготовка обладнання для проведення досліджень, інструктаж учасників експедиції, оформлення необхідної для проведення робіт документації.

Завершальні операції

По завершенні моніторингових досліджень проводиться (див. рис. 5.1, тема 5):

- а) систематизація й узагальнення отриманих результатів;
- б) зіставлення отриманих даних з раніше наявними результатами чи з результатами, отриманими при моделюванні стану навколишнього середовища, і аналіз тенденцій розвитку рівня забруднення;
- в) прогнозування стану навколишнього середовища;
- г) вироблення рекомендацій із зміни характеру антропогенного впливу на НС;
- д) складання звітної документації, передача документації в архів, у вищестоящі організації.

Епізодичні спостереження

При відсутності регулярних спостережень за забрудненням повітря в населеному пункті організується епізодичне обстеження стану атмосфери. Згідно з географічним принципом моніторинг може бути:

- у різних точках міста;
- під факелом викидів, але на різних відстанях і напрямках від промислового підприємства.

Епізодичні спостереження за тимчасовими параметрами розділяються на:

- дослідження, що проводяться протягом 3 – 5 років;
- дослідження, що проводяться протягом 1 року.

Епізодичні спостереження виконують методом маршрутних чи підфакельних постів. У першому випадку експедиція в район обстеження направляєть-ся один раз у 2 – 3 місяця і проводить там серію спостережень протягом 10 – 15 днів з урахуванням необхідності одержання за рік не менше 200 спостережень за концентрацією кожної ЗР, незалежно від кількості точок спостережень.

Спостереження можуть проводитися по одній з програм, рекомендованих для регулярних (комплексних) спостережень, і відповідно до тих же тимчасових параметрів. Але можуть бути проведені і більш прискорені спостереження, наприклад, кожні 2 години.

Число ПС при епізодичному моніторингу може бути будь-яким, але не менше двох.

Вимоги до розміщення ПС відповідають вимогам до розташування постів при регулярних спостереженнях.

Епізодичне обстеження може бути обмежене проведенням підсмолоскипового моніторингу (другий варіант дій) в районі одного з основних джерел забруднення НС. При підфакельному моніторингу спостереження проводяться не менше ніж у 3-х ПС, розташованих на відстані 0,5; 1 і 3...10 км від границі санітарно-захисної зони підприємства. Вибір місця розташування посту здійснюють з урахуванням:

- „рози вітрів”;
- виду забудови.

Один піст обов'язково повинен бути розташований в житловій зоні і по одному – на напрямку найбільшої повторюваності вітрів у найбільш холодний і найбільш теплий період року. Однак при необхідності пости можуть бути розташовані на кожному румбі „рози вітрів”. При виконанні підфакельних вимірів спостереження за основними забруднювачами не проводяться, оскільки важко виявити внесок досліджуваного джерела на тлі забруднень, внесених іншими

джерелами. Тому оцінці підлягають концентрації специфічних ЗР, характерних для викидів тільки обстежуваного джерела. Загальна кількість спостережень на кожній відстані від підприємства за одним інгредієнтом має бути не менше 50.

Комплексні спостереження

Метою комплексних моніторингових досліджень якості атмосфери є:

- а) детальне вивчення стану забруднення атмосфери;
- б) уточнення розподілу по території міста основних і деяких специфічних ЗР;
- в) перевірка правильності розрахунку полів максимальних концентрацій при розробці нормативів ГПВ;
- г) визначення особливостей і дистанції переносу речовин у потоках повітряних мас;
- д) виявлення взаємного впливу окремих джерел на забруднення НС району території;
- е) оцінка характеристик викидів підприємств і автотранспорту.

Після попередньої підготовки до проведення моніторингу складають *програму спостережень*. Вона повинна включати:

1. Вказівку місць розташування і вид постів (стаціонарних, додаткових, маршрутних).
2. Перелік параметрів і (чи) речовин, що підлягають контролю на кожному пості.
3. Список підприємств, у районі яких будуть проводитися підфакельні спостереження, з вказівкою відстаней і кількості точок і термінів спостережень.
4. Висотні рівні проведення спостережень.
5. Тимчасові параметри досліджень і терміни підготовки результатів узагальнення й аналізу отриманої інформації.
6. Список метеопараметрів, термінів проведення вимірів і місць (по карті-схемі) обстеження, обов'язково контрольованих постом.
7. Параметри медико-біологічних зведень відповідно до рекомендацій Мін-здраву.

Особливості комплексного моніторингу атмосфери

1. Комплексний моніторинг проводиться за розширеною програмою, що включає вимір не тільки в міській території, але і за її межами. Існуюча мережа ГГС у місті приймається за реперну мережу, кількість ПС значно ущільнюється, з розрахунку один ПС – на 0,5 – 5 км².

2. Залежно від завдань обстеження ПС розташовують на великих перехрестях, в узбіччя автомагістралі з інтенсивним рухом, в житлових районах різного типу забудови, на території шкіл і дитячих садів, у місцях відпочинку, у формах рельєфу (височини чи низини місцевості).

3. Для виявлення впливу міста на НС доцільно встановити стаціонарний ПС на відстані 1 – 3км від міста на навітряній стороні по переважному напрямку вітру і на відстані 2 – 5км на підвітряній стороні.

4. З метою забезпечення статистично достовірних результатів моніторингу загальна кількість спостережень за концентрацією одного інгредієнту має бути не менше 200, причому на одній відстані від підприємства – не менше 50 за рік.

5. Терміни добору проб на стаціонарних, маршрутних, підфакельних ПС залежать від цілей моніторингу.

6. Рекомендується комплексний моніторинг проводити на різних рівнях над поверхнею землі до стратосферних досліджень.

7. Роботи з комплексного моніторингу слід проводити разом з:

- санітарно-епідеміологічною службою;

установами:

- геолого-грунтовою (з метою виявлення впливу атмосферного забруднення на хімічний склад ґрунтів);

- медико-біологічною (оцінка впливу забруднення повітряного середовища на біоту - рослини, тварин, людей) і т.п.;

- спеціальною комісією органів виконавчої влади і громадськості.

Мета:

а) оцінка ефективності заходів із захисту повітряного середовища;

б) контроль за дотриманням нормативів припустимого вмісту шкідливих речовин в атмосфері;

в) виявлення джерел забруднення;

г) термінова інформація про різкі зміни рівня забруднення, викликаного викидом через технологічні порушення чи несприятливі метеоумови.

Спостереження за рівнем забруднення атмосфери здійснюються на постах спостереження. Останні підрозділяються на три категорії:

1) стаціонарні пости – це пости, що служать для постійних і тривалих спостережень. Являють собою стаціонарні споруди, спеціальні павільйони, оснащені необхідними приладами й апаратурою для відбору проб повітря, безупинної реєстрації вмісту ЗР в атмосфері і визначення метеорологічних параметрів;

2) пересувні пости:

а) маршрутні – це пости, що служать для регулярних і короткочасних спостережень у заданих точках на постійних маршрутах об'їзду контрольованого району за забрудненням повітря і для проведення вимірів температури, швидкості і напрямками повітряних потоків (метеоспостереження).

Маршрутні пости влаштовують, коли неможливо (недоцільно) установити стаціонарний пост чи необхідно більш детально вивчити стан забруднення окремо взятого району. Маршрутні пости встановлюють у заздалегідь обраних точках місцевості – з розрахунку не більше 4 – 5 постів на одному маршруті. Порядок об'їзду постів на маршруті повинен бути постійним – для забезпечення порівнянності результатів спостережень;

б) підфакельні – пости для разових спостережень під димовими чи газовими джерелами (факелами) для оцінки складу і кількісних параметрів шкідливих речовин у викидах контрольованого джерела і прогнозування регіонів розсіювання забруднювачів, а також внеску даного джерела в процес антропогенного впливу на біосферу.

Підфакельні пости розташовують у точках місцевості, розташованих на фіксованих відстанях від досліджуваного джерела. Вони переміщуються відповідно до напрямку смолоскипа обстежуваного джерела викидів.

Розміщення і кількість постів спостережень

При виборі місця для розміщення посту насамперед слід установити, яку інформацію треба одержати на даному посту:

- а) рівень забруднення повітря, характерний для даного району, населеного пункту;
- б) концентрацію ЗР у конкретній точці, що знаходиться під впливом окремого джерела, групи промислових підприємств чи автомагістралі.

У першому випадку пост розташовують на такій ділянці місцевості, що не піддається впливу окремих джерел викидів. Тоді завдяки перемішуванню міського повітря рівень забруднення в районі посту буде визначатися всіма джерелами викидів, що розташовані на досліджуваній території.

У другому випадку місце добору проб вибирають з урахуванням очікуваних найбільших концентрацій ЗР, обумовлених викидами контрольованого джерела.

Моніторинг рівня забруднення повітря

Стаціонарні пости розташовують в зонах постійного контролю за станом НС, а маршрутні здійснюють спостереження за відхиленнями від норм ГПК у районах, екологічний стан атмосфери яких, як правило, стабільний і не викликає сумніву.

Для проведення спостережень за заданими **програмами** маршрутні пости укомплектовують пересувними лабораторіями на базі автомобіля чи катера.

Стаціонарні пости

Місця на урбанізованій території для стаціонарних ПС вибираються з урахуванням напрямків вітрів і відстаней до джерела забруднення, вони повинні відповідати наступним **умовам**:

- а) попереднє ознайомлення з генеральним планом міста для врахування на урбанізованій території великих джерел забруднення;
- б) розташування на відкритих, провітрюваних з усіх боків площадках, з непиловим покриттям (газон, асфальт, твердий ґрунт) чи поблизу перехресть вулиць;

в) у житлових районах розміщується з підвітряної сторони відносно панівного напрямку вітру на відстані від 10 до 40 середніх висот труб основних джерел забруднення;

г) вибір місця розташування стаціонарних ПС передує комплексне дослідження стану міського повітря за допомогою пересувного посту з метою визначення концентрацій газових домішок, пилу, сажі і важких металів у повітрі, а також виміру метеопараметрів, характерних для досліджуваних районів міста;

д) врахування повторюваності напрямку вітру над контрольованою територією – при визначених напрямках викиди від численних підприємств можуть створювати загальний факел, що можна порівняти з факелом великого підприємства. Якщо повторюваність таких напрямків велика, то зона найбільшого середнього рівня забруднення буде формуватися в 2 – 4 км від основної групи підприємств;

е) стаціонарні пости в першу чергу повинні встановлюватися:

- у тих житлових районах, де можливі найбільші середні рівні забруднення;
- в адміністративному центрі населеного пункту;
- у житлових районах з різними типами забудови;
- парках і зонах відпочинку.

Примітка. До числа найбільш забруднених районів відносяться зони найбільших максимальних разових і середньодобових концентрацій, створених викидами промислових підприємств:

- у 0,5 – 2 км від низьких джерел викидів;
- у 2 – 3 км від високих;
- на відстані 50 – 100 м від магістралей інтенсивного руху транспорту.

ж) узгодження з місцевими органами Держкомітету з гідрометеорології і Міністерства охорони здоров'я і Мінекобезпеки;

3) відкриття, закриття чи перенос постів протягом року здійснюють згідно з порядком, затвердженим відповідними службами.

Кількість стаціонарних ПС у місті (населеному пункті) визначається залежно від:

- площі і рельєфу місцевості;
- ступеня розвитку промисловості;
- зосередженості місць відпочинку;
- чисельності населення.

Залежно від чисельності населення встановлюється:

- 1 пост – до 50 тис. жителів;
- 2 пости – на 50 – 100 тис. жителів;
- 2 – 3 пости – на 100 – 200 тис. жителів;
- 3 – 5 постів – на 200 – 500 тис. жителів;
- 5 – 10 постів – при більш 500 тис. жителів;
- 10 – 20 постів – при більш 1 млн. жителів.

Кількість постів може бути збільшена:

- в умовах складного рельєфу місцевості;
- при наявності великої кількості джерел забруднення;
- при наявності на контрольованій території об'єктів, для яких чистота повітря має першорядне значення (наприклад, парків, історичних споруд, санаторіїв і т.д.);
- при комплексному моніторингу.

Оптимізація розміщення стаціонарних ПС у міських умовах досягається застосуванням методу "лінійної інтерполяції". Цей метод дозволяє визначати із заданою точністю ($\pm 20\%$) найбільші значення відстаней між ПС, при яких припустиме пряме визначення значень концентрації ЗР в будь-якій проміжній точці.

10.4. Моніторинг концентрацій ЗР у конкретній точці території

Для визначення максимальних значень концентрацій ЗР, що створюються при спрямованих викидах від окремо розташованого джерела чи групи підприємств на контрольований район міста, а також при визначенні розміру зони поширення забруднювачів організуються підфакельні спостереження.

Точки місцевості, в яких проводиться відбір проб повітря:

а) знаходяться на відстанях 0, 5, 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 15 і 30 км від санітарно-захисної зони чи конкретного джерела з підвітряної сторони.

Спостереження на відстані 0,5 км характеризують забруднення атмосфери низькими джерелами і неорганізованими викидами, а на далеких – суму від низьких, неорганізованих і високих викидів;

б) виміри виконують в центральних (осьових) точках, розташованих по осі факелу на зазначених вище відстанях;

в) виміри проводять у точках ліворуч і праворуч від осі факелу по лінії, перпендикулярній осі. Відстань між точками залежить від ширини факелу – в міру віддалення від джерела воно збільшується і може коливатися від 50 до 300 – 400 м;

г) у випадку зміни напрямку факелу спостереження переміщують в зону впливу факелу.

Примітка. Якщо через перешкоду (водойми, яри і т.п.) встановити місце розташування відбору проб на необхідних відстанях від джерела під факелом не уявляється можливим, вибирають інші точки.

Напрямок факелу визначають за візуальними спостереженнями за обрисами диму. Якщо немає димової хмари, то напрямок факелу визначають:

1) за напрямком вітру (за даними кулепілотних спостережень) на висоті викиду;

2) запахом ЗР;

3) видимими факелами прилеглих джерел.

Додаткові умови підфакельних спостережень:

а) добір проб повітря під факелом здійснюють на висоті 1,5 – 3,5 м від поверхні землі відповідно до методики, застосовуваної при спостереженнях на стаціонарному пості;

б) більш часто слід проводити спостереження на відстанях 10 – 40 середніх висот труб від джерела, де особливо велика імовірність появи максимуму концентрацій;

в) спостереження проводять за специфічними речовинами, характерними для контрольованого джерела;

г) на кожній відстані від джерела повинне бути проведено не менше 50-ти вимірів кожної контрольованої речовини;

д) підфакельні спостереження проводять у терміни проведення спостережень на стаціонарних і маршрутних постах і додатково в інші терміни – з метою вивчення розподілу максимальних концентрацій за часом доби;

е) загальну кількість місць спостережень встановлюють з урахуванням потужності джерела і технічної можливості проведення вимірів.

Контрольні запитання

1. Назвіть нормативний документ, що визначає правила контролю забруднення атмосфери.

2. Перелічіть завдання служби спостереження і контролю за рівнем забруднення повітря.

3. Дайте визначення наступним термінам:

- пост спостереження;
- стаціонарний пост;
- маршрутний пост;
- підфакельний пост,

і охарактеризуйте (призначення, умови застосування) зазначені пости.

4. Яку інформацію необхідно враховувати при виборі місця для розміщення постів і чому?

5. Які умови треба виконувати при виборі місця на урбанізованій території для стаціонарних ПС?

6. Укажіть райони, де в першу чергу повинні встановлюватися стаціонарні ПС.

7. Від яких факторів залежить кількість стаціонарних ПС (у населеному пункті)?

8. Як залежить кількість стаціонарних ПС у місті (населеному пункті) від чисельності населення?

9. При яких умовах кількість постів у місті може бути збільшене в порівнянні з нормованим їх значенням?

10. Визначіть умови проведення моніторингу концентрацій ЗР в конкретному місці території.

11. Що характеризують результати моніторингу концентрацій ЗР на відстані 0,5 км від джерела?

12. Укажіть схему проведення спостережень при підфакельному моніторингу.

13. Перелічіть способи визначення напрямку факелу.

14. Укажіть додаткові умови при проведенні підфакельних спостережень.

10.5. Програма і терміни проведення регулярних спостережень

Стаціонарні пости

Регулярні спостереження на стаціонарних постах проводять за однією з чотирьох програм:

- а) повна (ПП);
- б) неповна (НП);
- в) скорочена (СП);
- г) добова (ДП).

Повна програма – програма спостережень, призначена для одержання інформації про разові й середньодобові концентрації контрольованих забруднювачів.

Спостереження по ПП виконують щодня:

- 1) шляхом безупинної реєстрації за допомогою автоматичних пристроїв;
- 2) дискретно через рівні проміжки часу, не менше 4-х раз на добу, при обов'язковому доборі проб у 1, 7, 13, і 19 годин по місцевому дискретному часі.

Неповна програма – програма спостережень, призначена для одержання інформації про разові концентрації щодня в 7, 13 і 19 годин за місцевим часом.

Скорочена програма – програма, коли спостереження проводять щодня з метою одержання інформації тільки про разові концентрації в 7 і 13 годин місцевого часу.

Спостереження по СП допускається проводити за графіком:

у 7, 10, 13 годин – у вівторок, четвер і суботу;

у 16, 19, 22 годин – у понеділок, середу і п'ятницю, а також:

1) при температурі повітря нижче мінус 45°C;

2) у місцях, де середньомісячні концентрації нижче 1/20 максимальної разовий ГПК;

3) середньомісячні концентрації менше нижньої межі діапазону вимірів концентрації ЗР використанням методом.

Добова програма – це програма, при якій спостереження проводяться з метою одержання інформації про середньодобову концентрацію забруднювачів.

На відміну від ПП спостереження по ДП виконують тільки шляхом безупинного добового добору проб і не дозволяють одержувати разових значень концентрації.

Усі програми спостережень (ПП, НП, СП і ДП) дозволяють одержати значення концентрацій:

- середньомісячні;

- середньорічні;

- середні за більш тривалий період.

При виконанні всіх програм:

а) допускається не проводити спостереження в недільні й святкові дні;

б) допускається зсув усіх термінів спостережень на 1 годину в один бік;

в) одночасно з добором проб повітря треба визначати такі метеопараметри:

- напрямок і швидкість вітру;

- температуру повітря;

- стан погоди і підстилаючої поверхні.

Пересувні пости

Спостереження на маршрутних постах проводять по ПП, НП чи СП у ті ж терміни, що і для стаціонарних постів. Але для маршрутних постів дозволяється зсув термінів спостережень на 1 годину в обидва боки від стандартних термінів.

Терміни добору проб повітря при підфакельних спостереженнях повинні забезпечити виявлення найбільших концентрацій ЗР, пов'язаних з особливостями режиму викидів і метеоумовами розсіювання. Тому вони можуть відрізнятися від термінів спостережень як на стаціонарних, так і на маршрутних постах.

У період несприятливих метеоумов значно посилюється забруднення атмосфери, тому доцільно спостереження проводити кожні 3 години. При цьому відбір проб здійснюється:

- а) на території найбільшої щільності населення – за допомогою стаціонарних чи маршрутних постів;
- б) під факелом основних джерел забруднення – за розсудом керівництва з екобезпеки.

10.6. Визначення переліку речовин, що підлягають контролю

У викидах від усіх джерел забруднення зустрічаються:

а) основні ЗР:

- зважені частки;
- двооксид сірки;
- двооксид і оксид азоту;
- оксид вуглецю;

б) специфічні речовини, властиві контрольованому джерелу.

Перелік речовин для спостереження на стаціонарних, маршрутних постах і при підфакельному моніторингу встановлюється за результатами інвентаризації складу і характеру викидів від джерел забруднення міста і метеоумовами їхнього розсіювання.

На підставі інвентаризації:

- 1) складають список усіх забруднювачів на контрольованій території;
- 2) речовини, для яких не визначені ГПК, викреслюють з розглянутого списку;
- 3) проводять оцінку можливості перевищення значень концентрацій речовин, що залишилися в списку ГПК;
- 4) складають список речовин, що підлягають спостереженню впершу чергу;
- 5) визначають черговість контролю забруднювачів.

Опорний стаціонарний пост – це пост, призначений для виявлення довгострокових змін вмісту основних і найбільш розповсюджених специфічних забруднювачів.

Висновки

Репрезентативність спостережень за станом забруднення атмосфери в місті залежить від правильності:

- а) визначення виду програми спостережень;
- б) періодичності спостережень;
- в) обґрунтованості переліку контрольованих речовин.

Контрольні запитання

1. Дайте визначення таких термінів:
 - повна програма;
 - неповна програма;
 - скорочена програма;
 - добова програма.
2. Назвіть особливості й відмінності існуючих програм спостереження.
3. Укажіть, які дії припустимі і необхідні при виконанні існуючих програм на стаціонарних постах спостереження?
4. Які програми спостережень виконують на маршрутних постах, при підфакельном моніторингу й у період несприятливих метеоумов, які існують тимчасові допуски їхнього проведення?

5. На підставі даних яких досліджень визначається перелік речовин, що підлягають контролю при моніторингу атмосфери?

6. Укажіть послідовність дій при визначенні переліку речовин за результатами аналізу інвентаризації викидів.

7. Які способи можуть бути застосовані при оцінці можливості перевищення концентрації ЗР?

8. Поясніть суть способу „параметра споживання повітря”.

9. Які речовини контролюються на опорних і неопорних стаціонарних ПС?

10. Дайте визначення терміну „опорний стаціонарний ПС”.

10.7. Методи, способи і засоби газового моніторингу

Способи добору проб повітря

Протягом багатьох років аналітичний контроль змісту в атмосфері паро- і газоподібних хімічних речовин, зважених часток й аерозолів здійснювали, як правило, традиційними лабораторними методами (типу "мокра хімія") за допомогою періодичного добору проб і їхнього аналізу в розчинах.

Добір проб повітря є важливим етапом дослідження його складу. В даний час застосовують наступні способи добору проб повітря:

- а) абсорбція в рідкі середовища;
- б) концентрування на фільтрах;
- в) криогенне концентрування;
- г) хемосорбція;
- д) добір проб у посудини обмеженої місткості;
- е) адсорбція на твердих сорбентах.

Добір проб повітря абсорбцією в рідкі середовища

Кількісний аналіз атмосферних забруднювачів проводять після їхнього концентрування, що здійснюється просочуванням повітря через відповідні поглинальні середовища.

Об'єм повітря, відібраного для аналізу, виміряють за допомогою газових лічильників або знаходять як добуток часу добору проби на швидкість аспіра-

ції. Оскільки точність аналізу в першу чергу залежить від правильності виміру об'єму повітря, то ці виміри (як і розрахунки) повинні проводитися з особливою старанністю.

Відбір проб повітря на газові домішки (газові ЗР) здійснюється в:

- а) поглинальні прилади, заповнені попередньо відповідними рідинами;
- б) газові піпетки.

Відбір проб у поглинальні прилади виконують просмоктуванням, за допомогою аспіратора, повітряної суміші через поглинальний прилад, що містить поглинальну рідину, із заданою швидкістю аспірації.

Для забезпечення тісного контакту між рідким поглинальним середовищем і аналізованим повітрям застосовують різні типи поглинальних приладів:

- а) U – подібний поглинач з пористою скляною пластиною;
- б) поглинач Ріхтера;
- в) поглинач Яворського та ряд ін.

По закінченні відбору (час добору визначається складом аналізованої ЗР) поглинальний прилад герметизують методом перекриття підвідних патрубків чи затискачами за допомогою вентилів. Потім його передають в лабораторію, де проводиться аналіз хімічного складу поглинальної рідини.

У ході відбору проб у поглинальні прилади необхідно:

а) уважно стежити за тим, щоб швидкість аспірації підтримувалася на заданому рівні з максимально можливою точністю;

б) виміряти середню температуру повітря з точністю $\pm 1^{\circ}\text{C}$ на початку, в середині і наприкінці періоду відбору проб за термометром, установленим перед ротаметром аспіратора.

Примітка. При негативних температурах зовнішнього повітря необхідно використовувати терморегулятор газового каналу, який здатний підтримувати температуру повітря на рівні $+ 1^{\circ}\text{C}$.

Відбір проб у газові піпетки проводять двома методами:

а) за допомогою насоса (чи гумової груші) просмоктують повітря через піпетку так, щоб за час відбору повітря встигло змінитися не менше 10 разів.

б) шляхом засмоктування аналізованої повітряної суміші при повільному виливанні води чи розчину повареної солі (при негативних температурах) з попередньо заповненою рідиною піпетки.

По закінченні відбору проб піпетку герметизують перекриттям каналів, підключених до неї гумових трубок, затисками.

Примітка. Відбір проб повітря будь-якого забруднювача має специфічні особливості, обумовлені складом аналізованої ЗР.

Відбір проб повітря на визначення змісту аерозолів проводять головним чином на фільтруючі матеріали за допомогою аспіраторів. При цьому особливу увагу треба приділяти чистоті всіх деталей, що мають контакт з фільтром. Послідовність операцій наступна:

- а) зважують фільтр (для роботи з фільтром використовують тільки пінцет);
- б) встановлюють фільтр у держак;
- в) закріплюють фільтродержак на заданій висоті відбору проб;
- г) просочують повітря через фільтродержак з необхідною швидкістю аспірації;
- д) витягують фільтр;
- е) повторно зважують фільтр й оцінюють зміну його початкової ваги.

Примітка. Якщо відбір проб проводиться в польових умовах, то операції зважування виконують в аналітичних лабораторіях, а фільтри як чистий (до відбору проб), так і після відбору складений вчетверо запиленою стороною усередину, доставляють у спеціальних пакетах.

Відбір середньодобових проб повітря протягом доби може здійснюватись як у різні поглинальні прилади, так і в той самий прилад. В останньому випадку повинна бути експериментально встановлена достатня ефективність уловлювання аналізованої речовини при максимальній температурі досліджуваного повітря. Оскільки можливий ефект насичення поглинального розчину при перших же відборах проб і, отже, наступні спроби взяти проби будуть безуспішними, результат усереднення рівня забруднення атмосфери за добу не відповідатиме дійсному стану.

При **багаторазовому відборі газових проб** на газові ЗР (щораз у окремий поглинальний прилад), з наступним усередненням результатів вимірів за добу, ніякої спеціальної апаратури чи технології проведення збору проб не потрібно.

Багаторазовий відбір проб на аерозольні забруднювачі, як правило, проводять у той самий фільтр, але треба захищати його від забруднення в проміжках між відборами.

Для **безупинного відбору** проб на газові забруднювачі застосовують спеціальні установки, що дозволяють строго нормувати обсяг перейденого через поглинальний прилад повітря (з використанням критичного сопла, нормованого капіляра і т.п.).

Безупинний відбір проб на аерозолі небажаний через необхідність зменшення витрати аналізованого повітря, що знижує можливість зіставлення результатів вимірів, отриманих при різних лінійних швидкостях газу.

У сучасних умовах спосіб „проба – в точці виміру, аналіз – в лабораторії” уже не може повною мірою відповідати потребам і масштабам промислового виробництва за такими показниками, як надійність, експресність і безперервність контролю, а також за простотою і зручністю виконання аналізу, можливістю масових вимірів і т.п.

Методи аналізу хімічного складу повітря

Особливістю аналізу хімічного складу повітряного середовища є необхідність вимірювати надзвичайно малі концентрації забруднювачів. Ця обставина потребує високих вимог до точності й чутливості застосовуваних методів і засобів виміру. Одним з універсальних хімічних методів аналізу атмосферних забруднень є **лінійно-колориметричний**, заснований на реєстрації кольорових ефектів хімічної реакції між індикаторною речовиною й обумовленою речовиною. Позитивні якості цього методу :

- 1) універсальність;
- 2) простота, зручність і невисокі вимоги до кваліфікації оператора;
- 3) оперативність одержання результату аналізу;
- 4) можливість автоматизації досліджень.

Прилади, засновані на використанні цього методу, укомплектовані індикаторними трубками, що містять порошкові наповнювачі, оброблені індикаторними речовинами. При просочуванні повітря через індикаторні трубки, за виникаючою колірною гамою, можливе визначення наявності та концентрації більше 60 забруднювачів атмосфери.

В автоматичних газоаналізаторах колірний ефект індикації реєструється на стрічці, що безупинно пересувається з індикаторними трубками за допомогою оптичних датчиків і мікропроцесора.

Недоліки засобів виміру, засновані на використанні цього методу:

- 1) одноразовість застосування індикаторних трубок;
- 2) мала точність (для засобів без мікропроцесора) – відносна похибка аналізу складає 25%.

Використовують також інші **методи аналізу**:

- а) електрохімічні – на основі зміни провідності забруднюючого компонента;
- б) іонізаційні – діючі на принципі зміни іонізаційного струму в проточній камері, через яку просочується забруднене повітря;
- в) напівпровідникові – засновані на зміні параметрів електропровідності напівпровідників у присутності забруднювачів;
- г) каталітичні – функціонують на основі зміни властивостей каталізаторів у присутності забруднювачів.

У сучасних умовах для аналізу складу повітря знаходять застосування і такі методи, як:

- хроматографія;
- мас-спектрометрія;
- хромато-мас-спектрометрія;
- вольт-амперометрія;
- іонометрія;
- фотометрія;
- емісійний спектральний аналіз;

- атомно-абсорбційний аналіз і ряд ін.

Всі ці методи потребують розробки вимірювальних приладів.

Висновки

1. У сучасних умовах газового моніторингу атмосферного повітря застосовують як традиційні методи, засновані на доборі проб і наступному аналізі в аналітичних лабораторіях, так і методи, засновані на використанні сучасних технологій.

2. Низька точність моніторингових спостережень, тривалість одержання результату досліджень та ряд ін. показників обумовлені недостатнім рівнем розробки чи впровадження методів, способів і засобів виміру параметрів газових середовищ.

Контрольні запитання

1. Назвіть способи добору проб повітря.
2. Поясніть особливості добору проб повітря на газові домішки (газові ЗР).
3. Охарактеризуйте добір проб у поглинальні прилади.
4. Як проводиться добір проб у газові піпетки?
5. Як проводиться добір проб повітря на визначення змісту аерозолів у газовій суміш?
6. Наведіть особливості добору середньодобових проб повітря.
7. Назвіть методи аналізу хімічного складу повітря.
8. Перелічіть тенденції розвитку засобів вимірів для моніторингу атмосфери.
9. Охарактеризуйте напрямки розвитку засобів виміру газового моніторингу.

10.8. Моніторинг викидів автотранспорту

Моніторинг забруднень повітря викидами автотранспорту, може проводитися:

- а) у комплексі з моніторингом атмосфери промислових підприємств;

б) у вигляді самостійного дослідження.

Оцінка стану забруднення атмосфери на магістралях і в прилягаючій житловій забудові може бути проведена визначенням:

а) концентрацій основних компонентів вихлопних газів, таких як оксид азоту, вуглеводнів, оксидів вуглецю, акролеїну, формальдегідів, сполук свинцю;

б) концентрацій продуктів їхніх фотохімічних перетворень (озону і т.д.).

Для вивчення особливостей забруднення повітря викидами автотранспорту організують спеціальні спостереження, у результаті яких визначають:

а) значення максимальних концентрацій основних домішок відпрацьованих газів у районах магістралей;

б) тимчасові параметри утворення значень максимальних концентрацій при різних метеоумовах залежно від інтенсивності руху транспорту;

в) границі зон і характер розподілу домішок в міру віддалення від магістралі;

г) особливості поширення ЗР в житлових кварталах різного типу забудови й у зелених зонах, що примикають до магістралей;

д) особливості розподілу транспортних потоків по магістралях міста.

Тимчасові параметри моніторингу – спостереження проводять у всі дні робочого тижня щогодини з 6 до 13 год. чи з 14 по 21 год., чергуючи дні з ранковими і вечірніми термінами.

Для розташування пунктів спостережень вибирають райони з інтенсивним рухом транспорту на міських вулицях:

а) з різними за якістю покриття ділянках (оцінка впливу руху транспорту з різною швидкістю і на різних режимах роботи ДВЗ);

б) у місцях, де часто здійснюється гальмування (пішохідні переходи, магазини, театри, адміністративні споруди і т.п.);

в) у місцях, де двигуни транспортних засобів працюють на холостих оборотах чи прогріваються (стоянки, перехрестя і т.п.);

г) на ділянках, де двигуни працюють на форсованих режимах (підйоми, місця виїзду на трасу і т.д.);

д) у місцях зосередження відпрацьованих газів за рахунок слабого розсіювання їх (під мостами, шляхопроводами, в тунелях, на вузьких вулицях з багатопверховими будинками);

е) у зонах перетинання двох чи більше потоків транспорту;

ж) на ділянках з обмеженням чи зняттям обмеження швидкості. Місця взяття проб повітря (розміщення приладів) вибираються на:

- тротуарі;

- по середині дороги на розділовій смузі чи острівці безпеки;

- за межами тротуару на відстані половини ширини проїзної частини одностороннього руху.

Умови розміщення ПС:

а) ПС, найбільш вилучений від магістралі, повинен бути не ближче 0,5 м від стіни будинку;

б) на вулицях, що перетинають основну магістраль, ПС розміщують на краях тротуарів і на відстанях, що перевищують ширину магістралі в 0,5; 2;3 рази;

в) у кварталах старої забудови (суцільні ряди будинків з окремими арковими прорізами) ПС розташовують в центрі внутріквартального простору.

Інтенсивність руху визначається шляхом обліку числа транспортних засобів:

а) на міських вулицях – щодня протягом 2 – 3 тижнів у періоді 5 – 6 год. до 21 – 23 год.;

б) на транзитних магістралях – протягом доби.

При визначенні інтенсивності руху всі **автотранспортні засоби** розподіляють на п'ять основних категорій:

а) легкові автомобілі;

б) вантажні автомобілі;

в) автобуси;

г) дизельні автомобілі й автобуси;

д) мотоцикли.

Примітка.

1. Електротранспорт не забруднює атмосферу викидами відпрацьованих газів, однак, від інтенсивності і швидкості його руху в потоці автотранспорту залежить ступінь розсіювання ЗР. Тому, при оцінці інтенсивності руху, необхідно окремо враховувати інтенсивність руху електротранспорту.

2. Відрізнити сучасний дизельний транспорт в потоці машин важко (навіть для фахівця), особливо це стосується легкового автотранспорту. Тому, кількісні показники є досить приблизними.

Підрахунок кількості транспортних засобів проводиться протягом 20 хв. кожної години, а в 2 – 3-годинні періоди найбільшої інтенсивності руху – кожні 20 хв.

Середню швидкість руху транспорту визначають:

а) на підставі показань спідометра машини, що рухається в потоці транспортних засобів, на ділянці довжиною від 0,5 до 1 км даної автомагістралі;

б) на підставі результатів вимірів із застосуванням локаційних засобів контролю швидкості.

Метеорологічні спостереження, виконувані на ПС дорожнього моніторингу, включають виміри:

- температури повітря;

- швидкості вітру на рівнях 0,5 і 1,5 м від поверхні землі.

Примітка. Аналогічні метеоспостереження проводять на метеостанції розташованій за містом.

При визначенні вмісту в повітрі озону (результатів фотохімічного □ерстворення відпрацьованих газів) одночасно на метеостанції проводяться спостереження за інтенсивністю прямої і сумарної сонячної радіації, що впливає на утворення фотохімічного смогу.

Висновки

1. Проведення моніторингу викидів автотранспорту може проводитися як самостійно, так і в складі комплексного моніторингу атмосфери,

2. Моніторинг викидів автотранспорту має ряд специфічних особливостей, що дозволяє виділити його в окрему галузь моніторингу і проводити у вигляді комплексних досліджень, що включають не тільки газохімічний контроль, але й аналіз таких забруднень як шумові, електромагнітні, вібраційні, ерозійні (аеродинамічні).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Положення про державний моніторинг навколишнього природного середовища. Затверджено постановою Кабміну України від 23 вересня 1993 р. № 785.
2. Порядок здійснення державного моніторингу вод. Затверджено постановою Кабміну України від 20 липня 1996 р. № 815 (Зібрання постанов Уряду України).
3. Мониторинг фонового загрязнения природной среды. Под редакцией Израэля Ю.Н. – Л.: Гидрометеиздат, 1982.
4. Долина Л.Ф. Мониторинг окружающей среды и инженерные методы охраны биосферы. Часть 1. – Днепропетровск: «Континент L», 2002 – 208 с.
5. Джигирей В.С. Екологія та охорона природного середовища: Навч. посіб. – К.: „Знання”, КОО, 2000. – 203 с.
6. Корсак К.В., Плахотнік О.В. Основи екології: навч. посіб. – 3-тє вид., перероб. і доп. – К.: МАУП, 2002. – 296 с.
7. Майстренко В.Н., Хамитов Р.З., Будников Г.К. Эколого-аналитический мониторинг супертоксикантов. – М.: Химия, 1996.
8. Кармазинов Ф.В., Лившиц М.Б., Ковалевский В.Е. Мониторинг и управление канализационной системой Санкт-Петербурга // Водоснабжение и санитарная техника. – № 10, 1999.
9. Родзиллер И.Д. Прогноз качества воды водоемов-приемников сточных вод. – М.: Стройиздат, 1984.
10. Никаноров Н.М., Жулидов А.В. Биомониторинг металлов в пресноводных экосистемах. – Л.: Гидрометеиздат, 1991.
11. Склад і зміст матеріалів оцінки впливу запроєктованої господарської діяльності на стан оточуючого середовища при проектуванні та будівництві підприємств, будівель, споруд. Основні положення проектування. ДБН Н 2.2-1-95, Київ, 1996, 15 с.

Навчальне видання

Конспект лекцій з курсу „Моніторинг навколишнього середовища”
(для студентів 3 – 4 курсів денної і заочної форм навчання спеціальностей
6.092601 „Водопостачання та водовідведення”, 6.092108 „Теплогазопостачання
та вентиляція”)

Укладачі: Дегтерева Людмила Іванівна,
Мельман Вікторія Олександрівна

Редактор: Аляб'єв М.З.

План 2004, поз. 88

Підп. до друку 27.04.04	Формат 60×84 1/16 Папір офісний
Друк на ризографі	Обл.- вид. арк. 4,3
Замовл. № _____	Тираж 100 прим. Ціна договірна.

61002, Харків, ХНАМГ, вул. Революції, 12.

Сектор оперативної поліграфії ІОЦ ХНАМГ
61002, Харків, ХНАМГ, вул. Революції, 12