

1.3. Основні вимоги до методів і засобів екоаналітичного контролю

1.3.1. Процедури і операції технологічного циклу екоаналітичного контролю забруднення навколишнього середовища

Технологія і засоби контролю забруднення навколишнього середовища невід’ємні один від одного. Сукупність методів (способів), які лежать в основі застосування технічних засобів, і послідовність операцій спостереження (вимірювань) показників навколишнього середовища (НС), в однаковій мірі необхідні для отримання моніторингової інформації про стан НС і наявності в ньому забруднень, їх характер, якісний склад і кількісний вміст в об’єктах середовища.

Знання методології цих процедур вимагає вивчення ряду алгоритмів: пошуку місця відбору, а також зберігання і транспортування проб, підготовки їх для аналізу, власне екоаналітичних вимірювань, обробки і подачі отриманих результатів, а також організації і проведення повторних перевірок за контролюючими показниками.

Взагалі, можна виділити такі **основні технологічні процедури контролю** [17, 18]:

- виявлення підконтрольного об'єкту (уточнення джерела забруднення) за наявними скаргами, документами або у відповідності з отриманою заявкою (наприклад, вихідний колектор стічних вод підприємства, який скидає їх у поверхневі води);

- первинне обстеження об'єкту (рекогносцировка) у формі вибіркового короткострокового спостереження за ним з уточненням показників забруднення (ідентифікація), а також місця розміщення, границь, зовнішніх проявів неблагополуччя і визначенням точок або зон подальшого дослідження/перевірки (наприклад, попередні якісні дослідження і напівякісні вимірювання складу стічних вод „на місці” за найбільш шкідливим або небезпечним забруднюючим речовинам (ЗР) і інтенсивно діючим фізичним факторам (ФФ));

- формування інформаційної моделі підконтрольного об'єкту (наприклад, складання переліку контрольних в стічних і природних водах ЗР і діючих на них ФФ, встановлення граничних значень рівнів їх фіксування або вимірювання із заданою достовірністю і в прив'язці до „місця”, а також планування експерименту з вивчення стану і динаміки контрольного об'єкту (наприклад, складання плану-графіку вимірювань вмісту ЗР в стічних водах „на місцях” або відбору їх проб для наступного лабораторного аналізу);

- довготривалі (систематичні) спостереження за об'єктом контролю (наприклад, безперервне або дискретне вимірювання концентрацій ЗР в стічних водах за спланованими показниками з відбором проб або без нього) і оцінка стану контрольного об'єкту в цілому (співставлення з нормами або раніше проведеними вимірюваннями і можливе категорювання стічних вод за отриманими даними) за період спостережень;

- прогнозування зміни стану об'єкта контролю на основі інформаційної моделі і експериментально отриманих емпіричних даних в залежності від очікуваних змін зовнішніх умов (наприклад, збільшення або зменшення забруднення вод зі зміною потужності виробництва, введення додаткового очищення, заміни технологій виробничих процесів, замкнутого водообігу тощо);

- обробка і подача отриманої інформації в зручній і зрозумілій формі і доведення її до споживача (звіт за результатами обстеження, який подається керівництву підприємства або заказнику, наприклад в контрольну державну службу або в місцеву адміністрацію, або для громадської публікації тощо).

Результати даних процедур дозволяють виконати головні задачі екологічного контролю – оцінити показники стану і цілісності екосистеми, виявити причини зміни показників підконтрольного об'єкту і спрогнозувати наслідки виявлених змін, а головне – намітити і визначити коректуючі заходи, тобто створити підґрунтя для виправлення негативних ситуацій до того, як будуть нанесені ще більші втрати.

В рамках вказаних процедур може здійснюватись декілька технологічних операцій, повторення яких і складає типовий *технологічний цикл екоаналітичного контролю*. Цей цикл зводиться до набору основних операцій і послідовності їх виконання:

- пошук джерела (вибір місця контролю) забруднення або шкідливого впливу;
- його первинна оцінка «на місці» і/або відбір проб;
- підготовка проб до їх транспортування і зберігання та доставка до місця аналізу;
- підготовка проб для аналізу безпосередньо в лабораторії;
- кількісний аналіз проб в лабораторних умовах;
- обробка і подача результатів аналізу з оцінкою показників правильності і достовірності отриманих результатів;
- планування наступного циклу контролю.

Характеризуючи технічні засоби екоаналітичного контролю, перш за все необхідно виділити основні вимоги до аналітичних методів, власне засобів, робіт і результатів. Вимоги до екоаналітичних засобів можна поділити на вимоги безпосередньо до засобів вимірювання (ЗВ), до допоміжного і вимірювального обладнання лабораторій, до засобів метрологічного забезпечення, а також до методики виконання вимірювань. Окрему групу вимог становлять вимоги до якості екоаналітичних послуг, які характеризуються, наприклад, технічною компетентністю персоналу і рівнем оснащення екоаналітичних лабораторій.

Вимоги до методів та методик екоаналітичного контролю висвітлені в багатьох нормативних документах, посібниках та підручниках [11, 14, 17 - 20]. Нижче розглянуто основні екоаналітичні вимоги, що запроваджено діючими нормативними документами.

1.3.2. Вимоги до результатів екоаналітичних робіт

Для забезпечення єдності вимірювань та їх результатів у сферах поширення державного метрологічного контролю і нагляду пред'являються певні вимоги, основними із яких є:

- результати вимірювань повинні бути виражені в установлених одиницях фізичних величин;
- похибка кожного результату повинна бути відома;
- ця похибка не повинна переважати установлених норм похибки.

Різними нормативними документами в окремих випадках пред'являються вимоги відтворення і співставлення результатів.

Суттєвим для того, хто проводить вимірювання, є вимоги мінімізації витрат на проведення вимірювань. Під витратами потрібно розуміти не тільки заробітну плату персоналу і витрати на придбання хімічних реактивів, матеріалів, але і витрати на оцінку технічної компетентності

лабораторії, на метрологічне забезпечення вимірювань, на розробку або придбання методик виконання вимірювань, на перевірку засобів вимірювань тощо.

Суттєвим для того, хто займається вимірюванням є мінімізація затрат на проведення вимірювань.

Важливою вимогою є також забезпечення юридичною силою результатів вимірювань.

Для того, щоб результати екоаналітичних вимірювань задовольняли перераховані вище вимоги, необхідно забезпечити дотримання норм і вимог, що регламентують використання засобів вимірювань, допоміжного і вимірювального обладнання, розробку, атестацію і використання методик виконання вимірювань, процедури підтвердження технічної компетентності лабораторії, яка проводить дослідження.

1.3.3. Вимоги до засобів вимірювань

Різними нормативними документами в області забезпечення єдності вимірювань пред'являються достатньо жорсткі вимоги до засобів вимірювання (ЗВ), що застосовуються при екоаналітичних роботах.

1. Перш за все ЗВ, що застосовуються з метою охорони навколишнього природного середовища, повинні пройти випробування з метою затвердження типу засобів вимірювань. Видається державний сертифікат.

2. При експлуатації ЗВ необхідно дотримуватись встановлену в технічному паспорті ЗВ область застосування.

3. Нормативними документами встановлено нижній поріг виявлення ЗВ в об'єктах навколишнього природного середовища - звичайно він складає від 0,1 ГДК (для ґрунту) до 0,8 ГДК (для атмосферного повітря). При виборі ЗВ цей фактор також потрібно враховувати.

4. Особливу увагу слід приділити дотриманню в процесі вимірювань встановлених нормативними документами норм похибки вимірювань.

5. Для ЗВ універсального призначення (спектрофотометри, полярографи, хроматографи та інші) велике значення має забезпеченість ЗВ атестованими методиками виконання вимірювань (МВВ).

6. Для зручності зберігання і обробки результатів вимірювань прилад повинен бути забезпечений виходом, що дозволяє здійснювати його інтерфейс з комп'ютером.

7. Важливим є низька вартість експлуатації приладу.

8. Прилади, що призначені для масових аналізів, не повинні вимагати дуже високої кваліфікації виконавця.

9. Для імпортованих приладів суттєвим є вимога наявності технічної документації на українській чи російській мові.

10. Ремонт приладу не повинен бути дуже дорогим.

1.3.4. Вимоги до допоміжного обладнання

До допоміжного обладнання відносять пристрої і пристосування, що не застосовуються безпосередньо для отримання аналітичного сигналу, але використовуються в процесі відбору проб і підготовки їх для аналізу (вентиляційне обладнання, трансформатори, лабораторні центрифуги, ротаційні випарники, фільтрувальні установки тощо).

При відсутності обов'язкових вимог нормативних документів до допоміжного обладнання в якості бажаних характеристик можна вказати довговічність, надійність у роботі, невелике водо- і енергоспоживання, легкість монтажу, відсутність побічних ефектів при роботі (сильний шум, вібрація, електроперешкоди тощо), компактність, безпечність для персоналу.

1.3.5. Вимоги до випробувального обладнання

До випробувального обладнання слід відносити прилади, пристрої або засоби, що відтворюють будь-які зовнішні впливи на досліджуваний зразок або пробу, якщо величини цих впливів визначені в методиках виконання вимірювань або проведення випробувань із вказівкою похибки вимірювання таких впливів. Прикладом зовнішніх впливів, що відтворюються за допомогою випробувального обладнання, може служити нагрівання зразку (реакційної суміші) при певній температурі і вологості, опромінення ультрафіолетовим опроміненням певної довжини хвилі тощо.

До числа обов'язкових вимог до випробувального обладнання відносяться:

- наявність затвердженої методики атестації кожної одиниці випробувального обладнання;
- своєчасне проведення атестації і оформлення її результатів у вигляді акту;
- наявність у складі випробувального обладнання засобів вимірювань, що дозволяє здійснювати контроль параметрів зовнішніх впливів під час випробувань.

1.3.6. Вимоги до засобів метрологічного забезпечення

До засобів метрологічного забезпечення екоаналітичного контролю відносяться: стандартні зразки (СЗ) складу або властивості речовини, еталони порівняння, перевірочні газові суміші, різні генератори тощо.

До цих засобів застосовуються ті самі вимоги, що і до засобів вимірювання. Засоби, в яких не витриманий термін придатності, не припустимо використовувати. Кожний екземпляр СЗ повинен мати відповідну етикетку. Без засобів метрологічного забезпечення отримання достовірних даних екоаналітичного контролю неможливе.

1.3.7. Вимоги до методик виконання вимірювань

Методик виконання вимірювань існує досить багато, але значну вагу мають ті, які рекомендовані відповідальними державними установами і мають статус державних або міжнародних стандартів [21, 22]. В Україні ще діють деякі стандарти СРСР, хоча проводиться велика робота зі створення власних державних стандартів.

Головною умовою запровадження тих чи інших методик вимірювання повинна бути обов'язкова державна реєстрація всіх атестованих методик у сфері державного метрологічного контролю і надзору, в тому числі в області охорони навколишнього середовища.

1.3.8. Вимоги до засобів пробовідбору

Особливі вимоги до засобів пробовідбору пов'язані із необхідністю забезпечення репрезентативності і відтворюваності при відборі проб НС, а також із можливістю втрати частини інформації при транспортуванні і зберіганні проб.

Діючими нормативними документами встановлені різні вимоги до засобів пробовідбору. Так, електроаспіратори, які застосовують для відбору проб атмосферного повітря і промислових викидів в атмосферу, повинні забезпечувати:

- можливість безперервної роботи на протязі 20 хвилин;
- підтримка стабільної витрати при роботі;
- відбір проб одночасно через декілька каналів;
- визначення об'ємної витрати з похибкою не більше 5 % для атмосферного повітря і 10 % для промислових викидів в атмосферу.

Існують також вимоги до пристроїв відбору проб ґрунту, поверхневих, морських і стічних вод, донних відкладів, атмосферних опадів тощо.

1.3.9. Вимоги до технічної компетентності екоаналітичних лабораторій

Офіційне визнання технічної компетентності лабораторій необхідне для надання юридичного статусу результатам екоаналітичних вимірювань. В ряді випадків це є необхідним, наприклад, для отримання ліцензії на виконання екоаналітичних вимірювань і моніторингу, для вирішення питань арбітражу тощо.

Робота з підтвердження технічної компетентності лабораторій проводиться як спеціальними органами з акредитації, так і територіальними органами Держстандарту України, відомчими метрологічними службами.

1.4. Класифікація і основні характеристики екоаналітичних засобів

На цей час існує кілька класифікацій засобів вимірювань, в основу яких, в залежності від мети досліджень, покладені різні принципи для класифікації. Так, засоби екоаналітичних вимірювань можна розділити на групи:

- *автоматичні і неавтоматичні («ручні»)* – в залежності від ступеня їх автоматизації, тобто здатності засобів виконувати всі або окремі операції екоаналітичного циклу (пробовідбір, пробопідготовка, власне вимірювання тощо) без участі людини;

- *мобільні і стаціонарні* – в залежності від можливості переміщення ЗВ до джерела забруднення (розрізняють «ті, що переносяться» – однією людиною, причому постійно, «ті, що переносяться» – однією або кількома людьми для епізодичного вимірювання і «ті, що перевозяться» – за допомогою будь-яких транспортних засобів);

- *аналізатори і сигналізатори* – в залежності від форми аналітичного ефекту, що видається («аналізатор» – у вигляді кількісної характеристики вмісту речовини або іншого показника НС, а «сигналізатор» – у вигляді любого сигналу, що свідчить про перевищення допустимого рівня фіксованого параметра);

- *універсальні ЗВ* – вимірюють вміст практично любых речовин різних класів (наприклад, хроматограф або спектрофотометр), *групові* – аналізують ряд схожих за властивостями речовин одного класу або групи (наприклад, атомно-адсорбційний аналізатор важких металів або багатоцільовий аналізатор вихлопних газів автотранспорту) і *цільові* – специфічні до конкретних речовин (наприклад, аналізатор СО, аналізатор Нg тощо);

- за аналізованим середовищем: *газоаналізатор* – для газів атмосфери, *аква-аналізатори* – для аналізу вод, аналізатори сипучих тіл (грунту, пилу та інші) тощо;

- *аналогові і цифрові* – за способом реєстрації результатів тощо.

Часто класифікують екоаналітичні засоби за *методами отримання інформації*:

- *хімічні* (реактиви і обладнання стаціонарних хімічних лабораторій, так звана «мокра хімія»). Це обладнання достатньо повно висвітлено в інших виданнях, тому в даному підручнику не розглядається;

- *фізико-хімічні*: оптичні (спектрофотометри, фотоелектроколориметри), електрохімічні (йоніметри, кондуктометри, полярографи), хроматографічні (рідинні і газові хроматографи та різні хроматографічні колонки);

- *фізичні*: радіометри і дозиметри, електромагнітометри, мас-спектрографи, шумоміри.

Є класифікація екоаналітичних засобів за *методами вимірювань*, які складають основу (принцип) дії ЗВ. Досить часто назва методу дає ім'я і засобу вимірювання («хроматограф», «спектрофотометр», «хромато-мас-спектрометр», «кондуктометр», «нефелометр», «полярограф» тощо).

Беручи до уваги всі вищевказані мотиви класифікацій і при подальшій деталізації засобів вимірювання за особливостями досліджуваних середовищ формується найбільш широко застосовна на даний час на практиці *„прагматична“* класифікація засобів вимірювань. Поділ засобів вимірювань на групи і підгрупи в ній здійснюється за досліджуваним середовищем, його особливостями, а далі за методами, класами і видами досліджуваних речовин тощо.

Питання для самоконтролю

1. Які держави, органи уповноважені запроваджувати стандарти якості довкілля?
2. Які нормативи характеризують стан довкілля, та які викиди забруднювачів у довкілля?
3. Які величини характеризують верхню та нижню межу токсичності речовин?
4. Що таке порогова та підпорогова доза забруднювача?
5. Опишіть основні стадії впливу токсичних речовин на живі організми.
6. Що таке кумуляція, які відомі механізми кумуляції токсичних речовин живими організмами?
7. Що таке період напіввиведення речовин з організму?
8. Якими параметрами оцінюють стан забруднення ґрунтів?
9. Що таке інтенсивність забруднення ґрунтів та що таке час подвоєння забруднювачів у ґрунтах?
10. Як вираховують поліелементне забруднення ґрунтів?
11. Як визначають величину гранично допустимої концентрації забруднювача у воді та як цю величину можна обчислити?
12. Якими нормативами визначають стан повітря у населених пунктах та на виробництві? Як співвідносяться між собою ці нормативи?
13. Якими показниками характеризують забруднення повітря декількома речовинами?
14. Перечисліть, якими основними показниками користуються для оцінки якості харчових продуктів.
15. Якими показниками користуються для визначення рівня забруднення продуктів важкими металами, піратами, пестицидами, харчовими добавками?
16. В чому суть комплексного характеру сучасних екологічних досліджень ?
17. Назвіть основні технологічні процедури екоаналітичного контролю. Наведіть приклади.
18. Назвіть у правильній послідовності основні операції технологічного циклу екоаналітичного контролю. Розкрийте їх зміст.