**Лекція 10.**

**Тема «Моніторинг атмосферного повітря»**

10.1. Організація спостережень за атмосферним повітрям

10.2. Пости спостережень. Програми і терміни спостережень

10.3. Автоматизовані системи спостережень і контролю

за атмосферним повітрям

10.4. Методи оцінювання забруднення атмосферного повітря,

прилади і способи відбору проб

10.5. Екологічне нормування якості атмосферного повітря

**Організація спостережень за атмосферним повітрям**

Людська діяльність неминуче призводить до змін атмосфери. З метою обмеження шкідливих викидів у атмосферне повітря необхідно здійснювати постійний моніторинг його стану.

Моніторинг атмосфери – це спостереження за станом повітря і попередження критичних ситуацій, що негативно впливають на здоров’я людей та стан інших живих організмів.

Моніторинг атмосфери здійснюється у відповідності з ЗУ “Про охорону атмосферного повітря”. Він передбачає спостереження за забруднюючими речовинами, шкідливими фізичними впливами та оцінку змін природного середовища в результаті біологічного забруднення.

Моніторинг атмосфери включає такі етапи:

– визначення мети та об’єктів спостереження;

– спостереження за джерелами забруднення;

– встановлення основних видів забруднення і забруднюючих речовин;

– вивчення впливу забруднення атмосфери на живі організми;

– прогноз змін середовища в результаті забруднення атмосферного повітря;

– розробка заходів і прийняття управлінських рішень, які направленні на збереження повітря.

Під час моніторингу атмосфери ведуться спостереження за такими речовинами: оксид вуглецю, діоксид вуглецю, оксиди азоту, оксиди сірки, аміак, озон, вуглеводні, завислі речовини. Визначається вологість і температура повітря, рівень шкідливих фізичних впливів.

Організація спостережень передбачає контроль за поширенням шкідливих домішок як в самій атмосфері, так і між елементами системи “атмосфера – гідросфера – літосфера – біосфера”. Для цієї діяльності необхідні:

– відомості про наявні та перспективні джерела забруднення атмосфери (з урахуванням розвитку економічних районів);

– характеристика забруднюючих речовин (токсичність, здатність вступати в хімічні реакції з іншими речовинами, здатність до самоочищення);

– гідрометеорологічні дані;

– результати попередніх спостережень за забрудненням атмосфери (експедиційні дослідження);

– дані про рівні забруднення навколишнього природного середовища в сусідніх країнах;

– відомості про транскордонне перенесення шкідливих речовин.

Збір цієї інформації виконує спеціальна служба спостережень, яку формують система спостережень і система контролю.

Система спостережень забезпечує спостереження за якістю атмосферного повітря в містах, населених пунктах і на територіях, розміщених поза зоною впливу конкретних джерел забруднення. Спостереження здійснюють служби Держкомітету гідрометеорології, які надають дані про метеорологічні умови і концентрацію шкідливих речовин. Міністерство охорони здоров’я проводить вибіркові спостереження за рівнем забруднення в місцях проживання населення. Науковий комітет НАН України організовує авіаційно-космічні спостереження за станом озонового шару і глобальним забрудненням атмосфери. Практикуються екологічні спостереження за окремими підприємствами.

Система контролю здійснює спостереження і контроль за джерелами забруднення, викидами шкідливих речовин в атмосферу. З цією метою Міністерство охорони навколишнього природного середовища організовує спостереження за джерелами промислових викидів в атмосферу та дотриманням ними норм гранично допустимих викидів, контролює реалізацію заходів з охорони атмосферного повітря, дотримання відповідних вимог при розміщенні, проектуванні, будівництві та введенні в експлуатацію нових підприємств.

При організації спостережень за станом повітря приводять попередні дослідження, які передбачають обстеження території за допомогою пересувних лабораторій, що здійснюють відбір та аналіз проб з метою вивчення розміщення діючих джерел забруднення.

Після з’ясування наявного та перспективного рівнів забруднення атмосферного повітря оцінюють зміни концентрацій домішок у просторі й часі, розробляють схему розміщення стаціонарних постів спостереження на території міста та програми їх роботи.

Моніторинг забруднення атмосферного повітря також передбачає контролювання транскордонного перенесення глобальних потоків домішок на великі відстані від місця викиду.

Інформацію, отриману в результаті моніторингу забруднення повітря, за ступенем оперативності поділяють на такі види:

– екстрена інформація (містить відомості про різкі зміни рівнів забруднення атмосферного повітря і негайно передається в контролюючі та господарські організації);

– оперативна інформація (містить узагальнені результати спостережень за місяць);

– режимна інформація (містить дані про середній та найбільший рівні забруднення повітря протягом тривалого часу, як правило за рік, використовується при плануванні заходів, оцінюванні збитків, завданих народному господарству внаслідок забруднення атмосферного повітря).

Для забезпечення ефективності заходів з охорони повітря інфор-мація повинна бути повною і достовірною. Повноту інформації забезпечують достатня кількість контрольованих інгредієнтів, тривалий термін спостережень, раціональне розміщення мережі. Достовірність інформації досягається неухильним дотриманням нормативних вимог.

Спостереження та оцінювання забруднення атмосферного повітря в містах України здійснюють за даними спостережень, які проводять у 54 містах на 166 стаціонарних постах та на 2 станціях транскордонного переносу.

**Пости спостережень. Програми і терміни спостережень**

Діюча в Україні мережа спостережень за забрудненням атмосферного повітря охоплює пости ручного відбору проб повітря й автоматизовані системи спостережень та контролю оточуючого середовища (АСКОС). Проби для аналізу з постів ручного відбору передають в хімічні лабораторії.

Пост спостережень може надавати інформацію про загальний стан повітряного басейну (якщо він знаходиться поза зоною впливу окремих джерел викидів) і контролювати джерела викидів (якщо він перебуває в зоні впливу джерел викидів). При їх розміщенні пріоритетними є житлові райони з найбільшою щільністю населення, де можливе перевищення встановлених порогових значень гігієнічних показників (ГДК). Робота постів спостережень повинна відповідати таким умовам:

– обов’язковість відображення загального стану повітряного басейну і контроль за джерелами викиду;

– необхідність здійснення спостережень за всіма домішками, концентрації яких перевищують ГДК;

– обов’язковість визначення пилу, діоксиду сірки, оксиду вуглецю та оксидів азоту.

Пости спостережень за забрудненнями можуть бути стаціонарними, маршрутними та пересувними (підфакельними).

Стаціонарний пост спостереження призначений для регулярного відбору проб повітря з метою подальшого лабораторного аналізу, безперервного реєстрування вмісту забруднюючих речовин автоматичними газоаналізаторами. Мережа стаціонарних постів обладнана приміщеннями типу “ПОСТ”. Найпоширенішими є лабораторії типу “ПОСТ-2”.

Лабораторію “ПОСТ-2” використовують для стаціонарних спостережень за рівнем забруднення атмосферного повітря, а також для з’ясування метеорологічних характеристик. Вона забезпечує автоматичне вимірювання і фіксацію на діаграмній стрічці концентрацій оксиду вуглецю і діоксиду сірки; автоматичний відбір 33 проб повітря для визначення 5 газоподібних домішок, сажі і пилу; ручний відбір 5 проб повітря для встановлення вмісту газоподібних домішок, сажі і пилу; автоматичне вимірювання і реєстрацію напрямку та швидкості вітру, температури, вологості атмосферного повітря; контроль за температурою, вологістю і тиском атмосферного повітря за допомогою переносних приладів.

Комплект технічних засобів лабораторії “ПОСТ-2” містить:

– прилади автоматичного контролю концентрацій забруднюючих речовин (газоаналізатори);

– групу приладів для автоматичного і ручного відбору проб повітря на вміст газоподібних домішок, сажі і пилу (електроаспіратори, автоматичний повітровідбирач “Компонент”);

– групу приладів для автоматичного і ручного контролю метео-параметрів (анеморумбограф, датчики температури і вологості).

Лабораторію “ПОСТ-2” обслуговує оператор. Лабораторія може працювати в безперервному режимі або з перервами. За одне обслуговування забезпечується одночасний відбір 38 проб (33 при автоматичному відборі, 5 при ручному). “ПОСТ-2” контролює 7 метеопараметрів. Середній термін служби – 10 років.

Стаціонарні пости поділяють на опорні (призначені для виявлення довготривалих змін вмісту основних або найбільш поширених забруднюючих речовин) та неопорні (призначені для спостережень за спеціальними шкідливими речовинами, що характерні для контрольованої місцевості).

Кількість стаціонарних постів визначають залежно від чисельності населення (табл. 20.1), рельєфу місцевості, особливостей промисловості, змін концентрацій забруднюючих речовин.

Таблиця 20.1 – Визначення кількості стаціонарних постів

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Чисельність населення, тис. осіб | < 50 | 50–100 | 100–200 | 200–500 | 500–1000 | 1000–2000 | > 2000 |
| Кількість постів, шт. | 1 | 2 | 3 | 3–5 | 5–10 | 10–15 | 15–20 |

Стаціонарні пости спостережень можуть встановлюватись у житловій, промисловій, змішаній зонах та біля автомагістралей.

Маршрутний пост спостереження. Він призначений для регулярного відбору проб повітря у фіксованих точках місцевості за допомогою спеціально обладнаної автолабораторії. Маршрут щомісячно змінюється з таким розрахунком, щоб відбір проб повітря у кожному пункті проводився в різний час доби. Розміщення маршрутних постів повинно бути таким, щоб виявляти максимальні концентрації забруднюючих речовин, які формуються джерелом викиду. Визначаючи місця відбору проб, приймають до уваги висоту джерела викиду та максимально можливу зону забруднення атмосферного повітря.

Підфакельний (пересувний) пост спостереження. Його використовують для відбору проб під димовим факелом з метою виявлення зони його впливу. Ці місця обирають з урахуванням закономірностей поширення забруднюючих речовин в атмосфері. Проби відбирають за переважаючим напрямком вітру на відстанях: 0,2; 0,5; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 15; 20 км від джерела забруднення. Допоміжні точки встановлюють у зоні формування максимальної концентрації, на межі санітарної захисної зони (СЗЗ), на відстані 200 м від СЗЗ. У зоні максимального забруднення відбирають не менше 60 проб повітря, а в інших зонах – до 25 проб на висоті 1,5 м від поверхні землі протягом 20–30 хв.

Залежно від виду постів спостережень та їх завдань визначають програми і терміни спостережень. На стаціонарних постах спостереження за забрудненням атмосферного повітря та метеорологічними параметрами проводять за повною, неповною, скороченою програмами спостережень.

За повною програмою спостереження проводять щоденно, крім вихідних, о 1-, 7-, 13- та 19-й годині за місцевим часом або інколи використовують зміщений графік. Спостереження за цією програмою передбачають вимірювання вмісту в повітрі пилу, діоксиду сірки, оксиду вуглецю та оксидів азоту, а також тих речовин, концентрації яких перевищують ГДК.

За неповною програмою спостереження проводять щоденно, крім вихідних, о 7-, 13- та 19-й годині.

Спостереження за скороченою програмою проводять у місцях, де середньомісячні концентрації речовин менші, ніж 1/20 максимально разових ГДК.

Усі програми спостережень обов’язково охоплюють спостереження за метеопараметрами.

Діюча мережа спостережень за станом атмосферного повітря, сформована зі стаціонарних, маршрутних та підфакельних постів, дає змогу контролювати забруднення повітря в населених пунктах, виявляти вплив джерел забруднення на певні території та визначати викиди від стаціонарних джерел забруднення.

**Автоматизовані системи спостережень і контролю за атмосферним повітрям**

Автоматизовані системи спостереження і контролю атмосферного повітря (АСКНС-АГ) або (АНКОС-АГ) призначені для постійного контролю за змінними у часі та просторі характеристиками забруднення і метеорологічними параметрами повітряного басейну.

Завдання автоматизованої системи спостереження і контролю атмосферного повітря:

– автоматичне спостереження і реєстрація концентрацій забруднюючих речовин;

– аналіз отриманої інформації для визначення фактичного стану забруднення повітря;

– прогноз рівня забруднення;

– здійснення екстремальних заходів для зменшення забруднення атмосфери;

– створення рекомендацій для покращення стану атмосферного повітря і природного середовища в цілому;

– уточнення і перевірка розрахункових даних.

Стаціонарні АСКОС обладнані пристроями для безперервного відбирання та аналізування проб повітря в заданому режимі й передавання інформації каналами зв’язку в центр управління.

Методи, що використовують у АСКЗП поділяють на електрохімічні, амперметричні, фотоколориметричні і біосенсорні.

Залежно від характеру та об’єму робіт їх поділяють на такі типи:

– промислові системи. Вони контролюють викиди промислових підприємств, ступінь забруднення промислових майданчиків і прилеглих до них територій. Оснащені датчиками для фіксування характерних інгредієнтів викидів підприємств, а також метеодатчиками, які розміщують з урахуванням шкідливості викидів, рози вітрів, особливостей розміщення житлових масивів. Зазвичай, такі системи функціонують у структурі підприємств;

– міські системи. Їх призначено для контролювання рівня забруднення повітря міста викидами підприємств, транспорту, для вимірювання метеопараметрів. Завдяки їх функціонуванню встановлюють розмір забруднення територій з урахуванням пори року і кліматичних факторів; параметри; частку кожного джерела забруднення; прогнозують небезпечність ситуації.

Системи формуються з двох рівнів. На першому рівні здійснюють вимірювання концентрацій забруднюючих речовин і деяких метеопараметрів, перетворення виміряних значень фізичних величин, реєстрацію цих значень на машинних носіях, формування повідомлень і збереження інформації.

На другий рівень інформація надходить від пересувних постів, стаціонарних газоаналітичних лабораторій. На цьому рівні обробляють результати, прогнозують небезпечні ситуації, отримують необхідні результати і передають споживачам.

Міська система автоматичного спостереження і центр оброблення даних забезпечують систематичне вимірювання заданих параметрів, автоматичний збір інформації з автоматизованих станцій, збирання інформації від неавтоматизованих ланок спостереження, оперативне оцінювання ситуації, короткостроковий прогноз. У міську систему включені промислові автоматизовані підсистеми;

– регіональні системи. Переважно вони не мають своїх контрольно-вимірювальних станцій, а отримують інформацію з міських і промислових систем. Призначені для статистичної обробки і аналізу даних про забруднення навколишнього природного середовища на значних територіях, на базі яких проводять дослідження та прогнозування, розробляють науково обґрунтовані рекомендації щодо його охорони;

– загальнодержавні системи. Вони отримують відомості про забруднення та стан атмосферного повітря від регіональних систем, супутників Землі та космічних орбітальних станцій;

– глобальні системи, їх використовують для досліджень атмосферних змін на основі міжнародних спостережень.

Автоматизовані системи спостереження і контролювання атмосферного повітря різних типів обов’язково оснащені автоматичними системами відбору проб та приладами автоматичного визначення забруднюючих речовин (газоаналізаторами).

На стаціонарних пунктах спостереження за забрудненням атмосферного повітря (ПСЗ) найчастіше використовують газоаналізатори (прилади для визначення якісного та кількісного складу газової суміші), які дають змогу в автоматичному режимі визначати і записувати на діаграмну стрічку концентрації певних речовин протягом доби. Найчастіше використовують газоаналізатори різних типів для визначення діоксиду сірки, оксиду вуглецю, оксидів азоту, вуглеводнів і озону.

**Методи оцінювання забруднення атмосферного повітря, прилади і способи відбору проб**

Аналіз забруднення повітряного середовища є чи не найскладнішим завданням аналітичної хімії, оскільки повітря є рухомою системою, склад якої постійно змінюється, a одна проба може одночасно містити десятки, сотні органічних і неорганічних сполук. Крім того, концентрація токсичних речовин в атмосфері може бути мізерно малою (10–4 –10–7 % і нижче).

Для оцінювання забруднення повітря використовують лабораторні (характеризуються високою точністю і є незамінними для поглиблених досліджень); експресні (передбачають використання універсальних газоаналізаторів); автоматичні (забезпечують безперервний контроль забруднення атмосферного повітря) методи.

Лабораторні дослідження проводять з використанням хроматографічних, мас-спектрального, спектрального, електрохімічного методів аналізу забруднення атмосферного повітря.

Широкий спектр методів оцінювання забруднень атмосфери є запорукою того, що можна з високою точністю з’ясувати якісні та кількісні характеристики речовин і сумішей, наявних у повітрі.

Методи відбору проб атмосферного повітря для набора-торного аналізу. Одним з основних елементів аналізу якості атмосфер-ного повітря є відбір проб. Важливість його зумовлюється тим, що за неправильного відбору проб результати аналізу втрачають сенс. Проби повітря відбирають аспіраційним способом і способом заповнення посудин обмеженого об’єму. Для дослідження газоподібних домішок придатні обидва способи, а для дослідження аерозольних домішок і пилу – лише аспіраційний.

Аспіраційний спосіб відбору проб повітря. У результаті пропускання повітря через поглинальний прилад відбувається концентрування аналізованої речовини в поглинальному середовищі. Для визначення концентрації речовини витрата повітря повинна становити десятки і сотні літрів за хвилину. Проби поділяють на разові (період відбору 20–30 хв) та середньодобові (не менше чотирьох проб через однакові проміжки часу протягом доби о 1-, 7-, 13- та 19-й годині). Найкращим способом отримання середньодобових значень є безперервний відбір проб повітря протягом 24 годин.

Важливим елементом системи аспіраційного пробовідбору є поглинальні пристрої, призначені для вбирання газоподібних речовин, аерозолів і пилу.

Відбір проб повітря способом заповнення посудин обмеженого об’єму. Використання способу зумовлено значною агресивністю хімічних речовин, які вловлюють з повітря поглинальні пристрої. Звичайні скляні ємності найчастіше використовують при відборі проб повітря для визначення оксиду вуглецю та інших газових домішок. Скляний посуд заповнюють аналізованим повітрям шляхом продування через посудину його 10-разового об’єму, після чого посудину закривають; за допомогою вакуумного заповнення (з герметично закритих посудин повітря відкачується, їх відкривають у місці відбору проби і потім знов закривають); способом заміщення попередньо залитої в посудину інертної рідини повітрям (після виливання рідини посудину закривають).

Охарактеризовані методи відбору проб дають змогу відібрати повітря для лабораторного аналізу за різноманітних умов. Вибір конкретного методу залежить від мети дослідження і якісного складу проби повітря. Правильний відбір проби впливає на достовірність лабораторних визначень концентрації забруднюючої речовини в повітрі.

У зв’язку з тим, що метеорологічні чинники зумовлюють перенесення і розсіювання шкідливих речовин в атмосферному повітрі, відбір проб повітря повинен супроводжуватися спостереженнями за димовими факелами джерел викидів і визначення таких метеорологічних параметрів, як швидкість і напрям вітру, температура і вологість повітря, атмосферні явища, стан погоди і підстилаючої поверхні. Результати спостережень записують у робочий журнал спостерігача, а оброблені результати – у книгу запису спостережень за забрудненням атмосферного повітря і метеорологічними елементами (КЗА-1).

**Екологічне нормування якості атмосферного повітря**

З метою обмеження і контролювання антропогенних впливів на навколишнє середовище запроваджують екологічне нормування – комплекс заходів для встановлення граничних меж, в яких можуть коливатися параметри показників, що характеризують стан природного середовища. Екологічному нормуванню підлягають усі небезпечні речовини. До них належать речовини, що надходять до навколишнього середовища як продукти чи супутні утворення людської діяльності і становлять пряму чи опосередковану загрозу суспільству або довкіллю загалом, знешкодження яких у поточний момент часу може бути здійс-нено тільки завдяки значним техніко-економічним та організаційним витратам.

Кількісну оцінку вмісту речовин в атмосфері позначають поняттям “концентрація”. Це кількість речовини, яка міститься в одиниці об’єму повітря, за нормальних умов.

Якість атмосферного повітря – сукупність властивостей повітря, яка визначає ступінь впливу фізичних, хімічних і біологічних факторів на людей, рослинний та тваринний світ, а також на матеріали, конструкції та довкілля загалом.

Основним критерієм якості середовища є гранично допустима концентрація (ГДК) забруднюючої речовини.

Гранично допустима концентрація (ГДК) – це кількість забруднюючої речовини в природному середовищі, віднесена до маси чи об’єму його конкретного компонента, яка при постійному контакті чи при тимчасовій дії практично не впливає на здоров’я людини і не викликає негативних змін у нащадків.

Отже, основним критерієм встановлення нормативів ГДК для оцінювання якості атмосферного повітря є обсяг і особливості дії наявних у повітрі забруднюючих речовин на організм людини. Для визначення якості атмосферного повітря послуговуються двома ГДК – максимально разовою (ГДКМ.Р) і середньодобовою (ГДКС.Д).

Максимально разова гранично допустима концентрація (ГДКМ.Р) – основна характеристика небезпечності шкідливої речовини, яка встановлюється для попередження рефлекторних реакцій у людини (відчуття запаху, світлової чутливості, біоелектричної активності головного мозку) при короткотривалому впливіатмосферних домішок. Їх застосовують, оцінюючи умови праці в забруднених приміщеннях.

Середньодобова гранично допустима концентрація (ГДКС.Д) – характеристика небезпечності шкідливої речовини, встановлена для попередження загальнотоксичного, канцерогенного, мутагенного та інших впливів речовин на організм людини.

Речовини, які оцінюють за цим нормативом, здатні тимчасово або постійно накопичуватися в організмі людини.

ГДКМ.Р встановлюють для промислових підприємств, а ГДКС.Д – для зон житлової забудови. Різниця між цими показниками зумовлена тим, що на підприємствах до роботи допускають, як правило, здорових людей, які пройшли медичний огляд і стійкіші до дії на організм шкідливих речовин. Отже, ГДКМ.Р більші, ніж ГДКС.Д.

Також виділяють гранично допустиму концентрацію робочої зони (ГДКР.З).

Гранично допустима концентрація робочої зони (ГДКР.З) – це концентрація шкідливої речовини, яка при щоденному впливі протягом 8 год (40 год на тиждень) не впливає на здоров’я.

При умові присутності у повітрі декількох речовин їх сумарна концентрація не повинна перевищувати одиницю.

Різні види ГДК лежать в основі принципу роздільного нормування забруднень у повітрі. На основі ГДК інженерні служби розраховують розміри гранично допустимих викидів (ГДВ) речовин в атмосферу.

Гранично допустимий викид (ГДВ) – це максимальна кількість викидів за одиницю часу, яка не призводить до перевищення їх ГДК на межі санітарно захисної зони. Встановлюється в метрах кубічних за годину (м3/год). При визначені ГДВ враховують кількість джерел викидів, їх висоту розташування, стан атмосфери, фонові концентрації речовин, викиди від інших джерел. Нормативи ГДВ встановлюють на 10 років. Для речовин, ГДВ яких не встановлені, використовують нормативи тимчасово узгоджених викидів (ТУВ).