

1.1.3. Нормування вмісту речовин у повітрі

Відповідно до ст. 4, 5 Закону України "Про охорону атмосферного повітря" від 16.10.1992 р. [12] стандартизація і нормування в галузі охорони атмосферного повітря проводяться з метою встановлення комплексу обов'язкових норм, правил, вимог до охорони атмосферного повітря від забруднення та забезпечення екологічної безпеки.

В галузі охорони атмосферного повітря встановлюються такі нормативи:

- нормативи гранично допустимих викидів забруднюючих речовин стаціонарних джерел;
- технологічні нормативи допустимого викиду забруднюючих речовин;
- нормативи екологічної безпеки атмосферного повітря;
- нормативи гранично допустимого впливу фізичних та біологічних факторів стаціонарних джерел;
- нормативи вмісту забруднюючих речовин у відпрацьованих газах та впливу фізичних факторів пересувних джерел.

За *ступенем токсичності* забруднювачі повітря поділяються на 4 класи. Визначають токсичність речовин за їхньою дією при потраплянні в легені, в шлунок та на шкіру. За цими показниками визначають ГДК речовин (табл. 1.9).

Таблиця 1.9

Класифікація небезпеки речовин у повітрі за ступенем дії на організм

Доза/клас	1	2	3	4
ГДК виробничої зони (мг/м ³)	<0,1	0,1-1	1,1-10	>10
Смертельна концентрація в повітрі (г/м ³)	<0,5	0,5-5,0	5-50	>50
Смертельна доза на шкірі (г/г)	<0,1	0,1-0,5	0,5-2,5	>2,5
Смертельна доза при потраплянні у шлунок (г/г)	<0,015	0,015-0,15	0,151-5,0	>5,0

Нормативи стосуються повітря, у якому перебувають всі жителі, а крім того є окремі нормативи для працюючих на виробництві. *Допустимі концентрації на виробництві завжди є більшими за ГДК у повітрі населених пунктів.*

Згідно нормативів вміст токсичних речовин у повітрі повинен бути меншим за ГДК, при цьому враховують і фоновий вміст у повітрі:

$$\text{ГДК} > \text{C(приземна)} + \text{C(фонова)}.$$

Нормативом для населення є середньодобова гранично допустима концентрація (ГДК_{с.д.}) – вміст речовин, який не чинить шкідливої дії на живі організми та людину при вдиханні повітря протягом тривалого часу.

Для речовин, що викликають **рефлекторну реакцію** (кашель, чхання, ін.) нормативом є **максимально разова гранично допустима концентрація (ГДК_{м.р.})** – концентрація речовини у повітрі, при якій вдихання повітря протягом 30 хв. не викликає рефлекторних реакцій.

Нормативом для **працюючих на виробництві** є **гранично допустима концентрація робочої зони (ГДК_{р.з.})** – така концентрація речовини у повітрі, яка не викликає шкідливої дії при вдиханні повітря протягом 3 год. в день або 41 год. на тиждень.

Нормативи вмісту токсичних речовин на виробництві переважно завжди більші, ніж для населення, причому встановлені для окремих специфічних виробництв. Також за ефектом разової дії, який спричиняє рефлекторні реакції (кашель, чхання), нормативи більші. Порівняння величин ГДК приведено у табл. 1.10.

Таблиця 1.10

Величини ГДК речовин у повітрі, мг/м³ для різних категорій людей

Речовина	ГДК _{с.д.} (середньодобова)	ГДК _{м.р.} (максимально разова)	ГДК _{р.з.} (робочої зони)
HCOH	0,003	0,035	0,5
HCl	0,015	0,05	5
NO ₂	0,04	0,085	2
SO ₂	0,05	0,5	10
NH ₃	0,004	0,2	20
C ₆ H ₆	0,1	1,5	5
CO	1	3	20

У випадку **викиду пилу** в повітря користуються низкою показників.

Пилове навантаження (P_n) – це маса пилу, який випав на одиницю площі твердої поверхні (кг/км²). **Загальне навантаження забруднювача на довкілля, обумовлене випаданням його у складі пилу, обчислюють таким чином:**

$$P_{\text{заг}} = P_n \cdot C \quad (1.7)$$

Інтенсивність навантаження забруднювача у докільці вираховують відносно його фонового пилового навантаження ($P_{п.ф.}$), і воно залежить як від кількості, внесеної пилом, так і від природного фонового вмісту:

$$K_p = \frac{P_{заг}}{P_{\phi}} = \frac{P_{заг}}{P_{п.ф.} \cdot C_{\phi}} = \frac{P_n \cdot C}{P_{п.ф.} \cdot C_{\phi}} \quad (1.8)$$

Для поліелементного забруднення вираховують **сумарний показник пилового навантаження**:

$$Z_n = \sum_{i=1}^n K_p - (n - 1) \quad (1.9)$$

Максимально допустимий викид в атмосферу за одиницю часу (ГДВ), г/с, т/рік, при якому вміст речовини в атмосферному повітрі не перевищує фонового:

$$ГДВ = ГДК \cdot K_{розв.} \quad (1.10)$$

а з урахуванням фонового вмісту

$$ГДВ = (ГДК - C_{фону}) \cdot K_{розв.} \quad (1.11)$$

де $K_{розв.}$ ($м^3/с$) – коефіцієнт розбавлення – об'єм чистого повітря, який за 1 с розбавляє викид у повітрі до рівня ГДК.

ГДВ встановлюють з *урахуванням клімату*, тому в різних районах країни він може відрізнятись. Він залежить від *умов осідання забруднення з повітря на землю; висоти труби, через яку відбувся викид; об'єму викиду за 1 сек; температури повітря*. Величину ГДВ враховують при проведенні заходів з очищення території від викидів у атмосферу.

Тимчасові нормативи. Може бути така ситуація, що в одному районі на групі підприємств неможливо досягти нормативів з ГДВ. Тоді керівництво за узгодженістю з урядом встановлює *тимчасово погоджені викиди (ТПВ)*.

Тимчасово погоджені викиди (ТПВ) - *гранична кількість забруднювачів, встановлена для підприємств на відповідний термін, протягом якого будуть впроваджені заходи з охорони повітря для досягнення величини викидів на рівні ГДВ.*

Величини ГДВ та ТПВ встановлюють окремо для кожного джерела забруднення. При цьому береться до уваги повне навантаження технологічного процесу на підприємстві та повноцінну роботу на ньому газоочисного обладнання. Для населення вважається, що:

$$\frac{C}{ГДК_{м.р.}} \leq 1 \quad (1.12)$$

Якщо для речовин, які проявляють певну рефлекторну реакцію, встановлена лише ГДК_{с.д.}, то поки не встановлена величина ГДК можлива умова:

$$\frac{0,1 \cdot C}{ГДК_{с.д.}} \leq 1 \quad (1.13)$$

Якщо взагалі відсутні нормативи р ГДК, то для визначення величини викиду використовують встановлені Міністерством охорони здоров'я *орієнтовно безпечні рівні впливу* (ОБРВ).

Середньодобова ГДК повинна опиратись на токсичну дію речовин, так щоб речовини у повітрі не викликали шкідливої дії. Вона повинна бути обов'язково меншою за максимально разову. Фактично для більшості речовин величини ГДК_{с.д.} співпадають з ГДК_{м.р.}

Сумарні показники забруднення повітря. Часто в повітрі важко диференціювати вміст кожного конкретного забруднювача. У цьому випадку використовують дві основні величини:

1) *відносну концентрацію, яку використовують і у випадку забруднення вод:*

$$q = \frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ГДК_n} \quad (1.14)$$

2) *приведену концентрацію* (до концентрації однієї з речовин, наприклад С₁):

$$\sum \bar{C} = C_1 + C_2 \frac{ГДК_1}{ГДК_2} + C_3 \frac{ГДК_1}{ГДК_3} + \dots + C_n \frac{ГДК_1}{ГДК_n} \quad (1.15)$$

Сумарну концентрацію забруднювачів вираховують, якщо вони мають *однонаправлену дію*. Якщо декілька забруднювачів у повітрі мають комбіновану дію, то критерієм для визначення ГДВ є те, щоб сумарна приведена концентрація (*q*) була меншою за коефіцієнт комбінованої шкідливої дії, К_{к.д.}, величину якого беруть з довідника: $q \leq K_{к.д.}$

1.1.4. Нормування вмісту речовин у продуктах харчування

Здоров'я людини значною мірою залежить від якості харчових продуктів та сировини, з якої їх виготовляють. На даний час небезпеку в харчових продуктах становлять трансгенні продукти рослинного

походження. Такі рослини стійкі до хвороб, шкідників, приморозків, тощо, однак їхня дія на людський організм ще не з'ясована остаточно. Іншою небезпекою є залишки пестицидів у рослинній сировині, оскільки зараз хімічні речовини для захисту рослин використовують дуже широко. Небезпечний залишок антибіотиків у продуктах тваринного походження, які застосовують для захисту тварин і птиці від захворювань. Нез'ясованим є механізм дії на людський організм м'ясних продуктів з домішками гормональних препаратів, які додають для інтенсифікації росту худоби. Небезпечними є й інші токсичні хімічні речовини, такі, як промислові викиди, що забруднили ґрунти, води та повітря. Серед них на першому місці є сполуки важких металів, особливо Плюмбуму, Кадмію, Арсену.

Методологія нормування сторонніх речовин або *ксенобіотиків* у доквіллі та в харчових продуктах відрізняється, тому що допустима доза ксенобіотика повинна бути віднесена до усіх разом спожитих продуктів за день. Отже, важливо встановити, яка саме кількість ксенобіотика потрапила в організм людини протягом певного часу. Нормативи встановлюють експериментально, як і для попередньо розглянутих об'єктів доквілля, вивчивши дію речовин на дослідних тваринах. Аналогічно беруть до уваги три показники: токсикологічний, загально-гігієнічний та органолептичний. Визначають, який рівень допустимого вмісту забруднювача у кормах не впливає на стан тварини.

При встановленні нормативу для людини враховують коефіцієнт запасу (в межах 0,1–0,005). Це означає, що визначений для тварини вміст забруднювача повинен бути для людини у 10–500 разів меншим.

У продуктах харчування та в сировині для цілої низки речовин встановлені *гранично допустимі концентрації*. Гранично допустиму концентрацію, як норматив, використовують переважно для нормування вмісту *важких металів*. Її обчислюють у мг/кг в твердому продукті та у мг/дм³ в рідкому. Відповідно до міжнародних вимог, які висуває Об'єднана Комісія FAO/WHO Кодекс Аліментаріус, найважливішими в гігієнічному контролі харчових продуктів є 8 мікроелементів – Hg, Cd, Pb, As, Zn, Cu, Sn, Fe. Величини ГДК для найбільш токсичних елементів приведені в табл. 1.11.

Таблиця 1.11

Гігієнічні нормативи вмісту найбільш токсичних хімічних елементів в основних харчових продуктах, мг/кг

Елемент	Рибні	М'ясні	Молочні	Хліб	Овочі	Фрукти
Cd	0,1	0,05	0,01	0,022	0,03	0,03
As	0,1	0,5	0,05	0,2	0,2	0,2
Hg	0,5	0,03	0,005	0,01	0,02	0,01
Pb	1	0,5	0,05	0,2	0,5	0,4

Для контролю за станом рослин на забрудненій території використовують таке поняття, як критична концентрацій важких металів у сухій рослині (табл. 1.12).

Таблиця 1.12

**Критична концентрація важких металів у рослинах, мг/кг
(у перерахунку на суху рослину)**

Елемент	Hg	Co	Cu	Cr	Pb	Cd	Ni	Ti	Zn
Вміст у рослинах (узагальнені дані)	0,5-1	10-20	5-10	1-2	10-20	15-20	20-30	20-30	150-200

У випадку нормування вмісту *антибіотиків, пестицидів* часто вживають норматив *гранично допустимий вміст* (ГДВ), для *харчових добавок* (барвників, підсолоджувачів, розпушувачів) – *гранично допустимі межі* (ГДМ).

Як визначено і узгоджено на сесії Генеральної Асамблеї ООН, є такі допустимі норми деяких елементів у *харчових продуктах* (мг/кг):

Cu-5 (зерно), 10 (овочі); Ni-0,5; Zn-2,5 (хліб, крупи), 10 (овочі).

Серед згаданих елементів найнебезпечнішим є Ni, бо встановлено, що при дозі 50 мг/кг у ґрунті він накопичується в усіх харчових продуктах. У той же час перевищення норм у ґрунті Cu призводить до перевищення його вмісту лише в зерні вівса, а норм Zn – у картоплі.

Максимально допустимий рівень (МДР) – *найбільший допустимий вміст забруднювача у продуктах рослинного та тваринного походження*, використовують для характеристики вмісту *нітратів та пестицидів*. Міністерством охорони здоров'я встановлені МДР для нітратів у продукції та сировині.

При визначенні ступеня забруднення продуктів харчування використовують також інші показники.

Оскільки певний допустимий залишок забруднювачів у продуктах завжди залишається, то його теж слід врахувати. Переважно це стосується *пестицидів*, тоді говорять про *фактичну забрудненість* продуктів.

Фонові допустимі залишки (ФДЗ) - *допустима залишкова кількість стійких пестицидів, які неминуче наявні у продуктах харчування внаслідок використання та міграції їх у природних умовах*.

1.2. Загальні положення про моніторинг забруднень навколишнього середовища

Турботу про стан навколишнього середовища стимулювала започаткована в 1972 році міжнародна програма UNEP (United Nation Environment Protection – Охорона навколишнього середовища ООН), яка передбачає глобальний моніторинг навколишнього середовища.

Термін «моніторинг» походить від лат. «монітор» – запобіжний. В наш час він отримав розповсюдження та визнання. Під моніторингом навколишнього середовища розуміється система спостережень, контролю, прогнозу та управління екологічними процесами. Моніторинг довкілля мусить виявляти критичні та екстремальні ситуації, чинники антропогенного впливу на довкілля, проводити оцінку та прогноз стану об'єктів спостереження, здійснювати управління процесами взаємовпливу об'єктів гідросфери, літосфери, атмосфери, біосфери та техносфери.

Суть моніторингу довкілля зводиться до наступних функцій:

- контролю за станом об'єктів екосистеми;
- контролю за джерелами порушення екологічної рівноваги;
- моделювання та прогноз екологічного стану екосистеми;
- керування екологічними процесами.

Системи моніторингу можуть поділятися за різними ознаками:

- просторового охоплення;
- об'єкту спостереження (абіотична компонента: атмосферне повітря, води суші і морів, ґрунт, геологічне середовище; біотична компонента: рослинний і тваринний світ, жива природа на охоронюваних природних територіях, людина; фізичні фактори впливу: іонізуюче випромінювання, електромагнітне випромінювання, теплове випромінювання, шуми, вібрація);

- методам (пряме інструментальне вимірювання, дистанційна зйомка, непряма індикація, опитування, щоденникові спостереження);
- ступенем відносини ефекту і процесу, за якими ведуться спостереження;
- типом впливу (геофізичне, біологічне, медико-географічне, соціально-економічне, суспільне);
- цілями (визначення сучасного стану середовища, дослідження явищ, оцінка та градування моделей довкілля, короткостроковий прогноз, довгострокові висновки, оптимізація та підвищення економічної ефективності досліджень і прогнозів, контроль за впливом на середу і т.д.) [11, 14].

Відповідно до «Положення про державну систему моніторингу довкілля» [15] державна система моніторингу довкілля України є складовою частиною національної інформаційної інфраструктури, сумісної з аналогічними системами інших країн, яка направлена на збирання,

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

В Україні стан довкілля контролюється кількома відомствами і міністерствами, які є суб'єктами державної системи моніторингу довкілля: Мінприроди, Мінагрополітики, Мінрегіон, Держводагентство, Держлісагентство, Держгеонадра, Держнгеокадастр, Державна служба України з надзвичайних ситуацій (ДСНС), Державне агентство України з управління зоною відчуження (ДАЗВ України), державне та ін.

Зокрема, Мінприроди здійснює моніторинг ґрунтів на природоохоронних територіях; державного екологічного картування території України для оцінки його стану та його змін під впливом господарської діяльності; наземних; видів рослинного і тваринного світу, що перебувають під загрозою зникнення, та видів, що перебувають під особливою охороною.

ДСНС здійснює спостереження на пунктах державної системи гідрометеорологічних спостережень) за станом атмосферного повітря та опадів; снігового покриву; ґрунтів різного призначення; радіаційної обстановки; повеней, паводків, снігових лавин, селів.

Держводагентство здійснює моніторинг якості вод водогосподарських систем міжгалузевого та сільськогосподарського водопостачання; водних об'єктів за радіологічними показниками на територіях, що зазнали радіоактивного забруднення; на транскордонних ділянках водотоків, визначених відповідно до міждержавних угод про співробітництво на транскордонних водних об'єктах; зрошуваних та осушуваних земель; підтоплення сільських, селищних населених пунктів, прибережних зон водосховищ [15].

Суб'єкти системи моніторингу забезпечують вдосконалення підпорядкованих їм мереж спостережень за станом довкілля, уніфікацію методик спостережень і лабораторних аналізів, приладів і систем контролю та створення банків даних для їх багатоцільового колективного використання.

Державна система моніторингу довкілля, складовими частинами якої є відомчі системи моніторингу довкілля, функціонує на трьох рівнях:

- загальнодержавний (національний) рівень;
- регіональний рівень;
- локальний рівень.

Між суб'єктами системи моніторингу довкілля на державному рівні можуть укладатися угоди про спільну діяльність під час здійснення моніторингу довкілля.

Первинні дані, одержані в результаті спостережень (в межах компетенції кожного із суб'єктів системи моніторингу довкілля), використовуються ними для подальшої обробки з метою отримання таких результатів:

- узагальнених за певний проміжок часу або на певній просторовій одиниці даних;
- узагальнених за множиною параметрів комплексних показників;
- оцінок стану довкілля;
- прогнозів стану довкілля і його змін;
- науково обґрунтованих рекомендацій, необхідних для прийняття рішень [16].

Кожне відомство несе відповідальність за достовірність первинних даних.

Оперативне управління інформацією, одержаною на всіх рівнях функціонування системи моніторингу здійснюють Мінприроди, Держводагентство, Держгеонадра, ДСНС.

Підприємства, установи та організації, діяльність яких призводить або може призвести до погіршення стану довкілля, також зобов'язані здійснювати екологічний контроль за виробничими процесами та станом промислових зон, збирати, зберігати та безоплатно надавати узагальнену інформацію для її комплексного оброблення [15].