

- ня біосфери залежно від сфери діяльності людини? Наведіть приклади і дайте пояснення.
3. Наведіть класифікацію антропогенних забруднень за Г. В. Стадницьким та А. І. Радіоновим.
  4. Скласти класифікацію антропогенного забруднення: а) за типом походження; б) за часом взаємодії з довкіллям; в) за дією на людину та інші живі істоти; г) за агрегатним станом, в якому вони можуть перебувати у біосфері.
  5. Як можна класифікувати шкідливі речовини за ознаками їх очищення та використання?
  6. Наведіть приклади різних типів екологічних показників та з'ясуйте їх значення.
  7. Які існують способи визначення норм стану геосистеми?
  8. Вимоги щодо якості різних зон забруднення довкілля.
  9. Що є нормуванням довкілля та які його основні цілі?
  10. Охарактеризуйте показники нормативів якості довкілля.
  11. Як поділяють нормативи екологічної безпеки та яке їх призначення?
  12. Дайте визначення наступним нормативам якості довкілля, а саме: ГДК, ОБРВ, ОДК, ГДЕН, ГДР, ГДВ, ГДС.
  13. Критерії оцінки змін навколишнього природного середовища.
  14. За допомогою довідково-статистичної інформації надайте характеристику певним видам забруднення Вашого міста (району).

*Література* [1; 6; 10; 26; 37; 44; 49; 57; 67; 70; 71; 78; 80; 87]

## **Тема 5. Джерела забруднення атмосфери та її захист від антропогенного впливу**

1. Склад, будова, властивості та функції атмосфери. Джерела її забруднення.
2. Нормування забруднюючих речовин у повітрі та визначення ступеня забрудненості атмосфери. Методи і засоби очищення викидів в атмосферу.
3. Правова охорона атмосферного повітря.

## 5.1. Склад, будова, властивості та функції атмосфери. Джерела її забруднення

Загальна маса атмосфери складає  $5,4 \cdot 10^{15}$  т. Без атмосфери життя на Землі неможливо. Кожну хвилину людина вдихає від 5 до 100 л повітря, а за добу — від 12 до 15 кг, це значно перевищує середньодобову необхідність в їжі та воді. Атмосфера є дуже міцним акустичним середовищем. Вона нівелює перепад добових температур, який міг би скласти приблизно 200 К, що є неприйнятним для виживання всіх земних істот. Без повітря на Землі понувала б тиша, було б неможливе людське мовлення.

**Атмосфера** — зовнішня газова оболонка Землі — механічна суміш газів, водяних парів та твердих (аерозольних) частинок, яка виконує такі функції:

- вміщує кисень, який є необхідним для дихання живих організмів;
- є джерелом вуглекислого газу для фотосинтезу рослин;
- захищає живі організми від космічних випромінювань, а Землю від космічних опадів;
- зберігає тепло Землі та регулює клімат;
- трансформує газоподібні продукти обміну речовин;
- переносить водяні пари по планеті;
- є середовищем існування літаючих форм організмів;
- виступає джерелом хімічної сировини та енергії;
- приймає та трансформує газоподібні та у вигляді пилу відходи.

Рівень антропогенного забруднення атмосферного повітря в Україні дуже високий завдяки тому, що до нього потрапляють викиди окислів азоту, діоксиду сірки та пилу, які дають стаціонарні джерела підприємств паливно-енергетичного комплексу, викиди вуглеводів, легких органічних сполук (підприємства видобувної промисловості), викиди оксиду вуглецю (підприємства обробної промисловості та ін.) (див. рис. 5.1.).

Ще п'ятдесят років тому природа досить успішно ліквідувала різноманітні забруднення, оскільки атмосфера має могутні властивості самоочищення, але нині вона з цим вже не справляється.

Основними забруднювачами повітря в Україні є підприємства чорної металургії, енергетики, вугільної промисловості, хімічної та нафтохімічної промисловості (див. рис. 5.2).

На рис. 5.3 наведено види джерел, що порушують стан повітряного басейну.

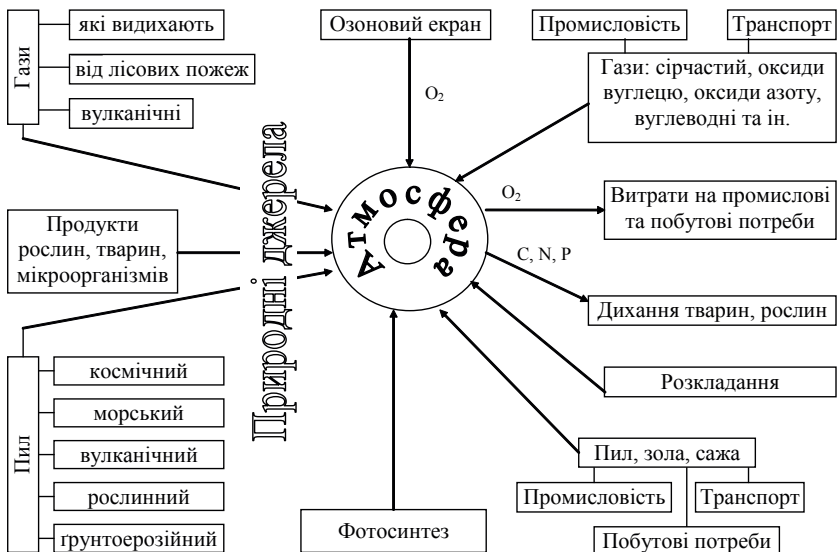


Рис. 5.1. Схема забруднення атмосфери та кругообігу речовин в атмосфері



Рис. 5.2. Відсоткове забруднення промисловими підприємствами атмосферного повітря



Рис. 5.3. Види джерел, що порушують природний стан атмосферного повітря

## 5.2. Нормування забруднюючих речовин у повітрі та визначення ступеня забрудненості атмосфери. Методи і засоби очищення викидів в атмосферу

На рис. 5.4 наведено стандарти охорони атмосферного повітря. Для кожної забруднюючої повітря речовини в Україні та країнах колишнього СРСР встановлюються три нормативи ГДК:

- ГДК робочої зони (ГДК<sub>р.з</sub>);
- ГДК максимально разова (ГДК<sub>м.р</sub>);
- ГДК середньодобова (ГДК<sub>сд</sub>).

ГДК<sub>р.з</sub> — кількість шкідливої речовини, яка при щоденній роботі протягом 8 годин за весь трудовий стаж не повинна викликати відхи-



Рис. 5.4. Види стандартів щодо охорони атмосферного повітря

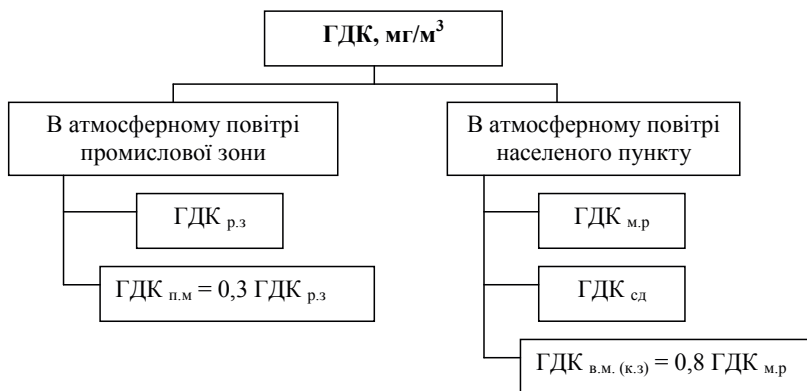
лень у стані здоров'я в поточному і віддаленому періодах життя працівника і його потомства. Робочою зоною вважається зона (простір) на робочому місці висотою до 2 метрів над рівнем підлоги. Цей норматив встановлюється експериментальним шляхом на тваринах чи людях і вимірюється в  $\text{мг}/\text{м}^3$ .

$\text{ГДК}_{\text{м.р}}$  — концентрація шкідливої речовини, яка при вдиханні не повинна викликати рефлекторних реакцій в організмі людини — відчуття запаху, зміну біоелектричної активності головного мозку, світової чутливості очей тощо. Одиниця виміру —  $\text{мг}/\text{м}^3$ .

$\text{ГДК}_{\text{сд}}$  — застосовується в тому випадку, коли люди постійно проживають у забрудненому середовищі. Ця концентрація не по-

винна чинити на людину прямого або непрямого шкідливого впливу — резорбтивного (загальнотоксичного), канцерогенного (що викликає ракові та інші пухлини), мутагенного (спадкових змін) та інших при невизначено довгому вдиханні (роки). Вимірюється також у  $\text{мг}/\text{м}^3$ .

В умовах промислового майданчика застосовують ГДК промислового майданчика ( $\text{ГДК}_{\text{п.м}}$ ). Для великих міст з населенням понад 200 тис. і курортних зон використовують для визначення нормативу якості повітря  $\text{ГДК}_{\text{в.м (к.з)}}$  (рис. 5.5).



**Рис. 5.5. Класифікація гранично-допустимих концентрацій для атмосферного повітря**

Усі шкідливі речовини поділяються на 4 класи небезпечності (див. табл. 5.1):

- I — надзвичайно небезпечні;
- II — високонебезпечні;
- III — помірно небезпечні;
- IV — малонебезпечні.

Атмосферне повітря відповідає стандартам (нормативам) якості, якщо виконується вимога:

$$C_i \leq \text{ГДК}_i, \quad (5.1)$$

де  $C_i$  — концентрація шкідливої речовини,  $\text{мг}/\text{м}^3$ ,  $\text{ГДК}_i$  — її гранично допустима концентрація.

Таблиця 5.1

**Класи шкідливих речовин, які знаходяться в атмосфері,  
за ступенем небезпеки**

Клас	Характеристика	ГДК, мг/м <sup>3</sup>	ЛД <sub>50</sub> , мг/м <sup>3</sup>	Приклади
I	Надзвичайно небезпечні	< 0,1	< 500	Hg, Pb, Be, Cd
II	Високонебезпечні	0,1÷1,0	500÷5·10 <sup>3</sup>	NO <sub>x</sub> , H <sub>2</sub> S, Mn, Cl <sub>2</sub>
III	Помірно небезпечні	1,1÷10,0	5001÷5·10 <sup>4</sup>	SO <sub>2</sub> , ацетон
IV	Малонебезпечні	> 10	> 5·10 <sup>4</sup>	NH <sub>3</sub> , CO, бензин, скипідар

Деяким речовинам притаманний ефект сумарності: якщо вони одночасно присутні в повітрі, то посилюється їх спільна дія. Тому їх сумарна концентрація не повинна перевищувати одиниці:

$$\frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \frac{C_3}{ГДК_3} + \dots + \frac{C_n}{ГДК_n} \leq 1, \quad (5.2)$$

де  $C_1, C_2, \dots, C_n$  — фактичні концентрації речовин в атмосферному повітрі;  $ГДК_1, ГДК_2, \dots, ГДК_n$  — гранично допустимі концентрації цих речовин.

Формула 5.2 застосовується для оцінки якості атмосферного повітря у випадку присутності в ньому кількох речовин, які мають здатність до сумарної дії, або для речовин, яким притаманний ефект потенціювання.

*Потенціювання* — взаємне посилення впливу двох або більшої кількості агентів навколишнього середовища, при якому сумарний ефект їх взаємного впливу перевищує суму ефектів, що виникають при ізольованій дії кожного з цих агентів.

Ефект сумарності мають, наприклад: SO<sub>2</sub>+NO<sub>2</sub>; CO<sub>2</sub>+NO<sub>2</sub>; CH<sub>2</sub>O+C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>; ацетон + фенол; аерозолі; V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>+MnO<sub>x</sub>; CO+SO<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>S та ін.

Ефект потенціювання мають такі речовини: бутилакрилат та метилметакрилат з коефіцієнтом 0,8; фтористий водень та фтор, солі з коефіцієнтом 0,8.

Для зіставлення рівня забрудненості повітря окремих міст (територій) використовується комплексний показник забруднення — ін-

декс забруднення атмосфери (ІЗА), що показує у скільки разів сумарний рівень забрудненості атмосфери кількома речовинами перевищує ГДК двоокису сірки:

$$\text{ІЗА} = \mathbf{e} \left( \frac{C_c \cdot p_i}{\text{ГДКсд}i} \right)^{K_i}, \quad (5.3)$$

де  $K_i$  — коефіцієнт приведення шкідливих речовин до зіставного вигляду за класами небезпеки.

Показники  $K_i$  мають різні значення для кожного класу:

I клас — 1,7; II клас — 1,3; III клас — 1,0; IV клас — 0,85.

Для речовин, що не мають ГДК, розрахунковим шляхом встановлюються тимчасові нормативи ТДК, ОБРВ. Причому для робочої зони — строком на 2 роки, для повітря населених місць — на 3 роки.

Існують ГДК максимальні разові і середньодобові для зелених насаджень, але вони більш жорсткі, ніж для людини, а в окремих випадках беруться такими, як для людей.

Встановлені в Україні рівні ГДК для атмосферного повітря є більш жорсткими порівняно з аналогічними показниками в зарубіжних країнах. Розрахунок забруднення атмосфери викидами промислових підприємств виконується згідно з Методикою розрахунку концентрації в атмосферному повітрі шкідливих речовин, що містяться у викидах підприємств (ОНД-86) або за Збірником методик розрахунку викидів в атмосферу забруднюючих речовин.

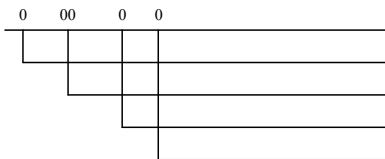
Викиди у повітря класифікують таким чином (див. рис. 5.6):

- за агрегатним станом: I (газоподібні — А), II (рідкі — К), III (тверді — Т), IV (змішані);
- за хімічним складом:  $\text{SO}_2$  (01),  $\text{CO}$  (02),  $\text{N}_x\text{O}_y$  (03), F та його сполуки (04),  $\text{Cl}$  (07),  $\text{NH}_3$  (10), кислоти (20), луги (21), сажа (23), Me та їх сполуки (24), пил (25), інші (26).
- за концентрацією;
- за величиною маси викидів поділяються на шість груп (т/доб):
 

<b>1</b> — маса менше 0,01 включно;	<b>4</b> — 1–10;
<b>2</b> — 0,01–0,1;	<b>5</b> — 10–100;
<b>3</b> — 0,1–1,0;	<b>6</b> — понад 100.
- за розміром часток (мк) на 5 класів:

1-й менше 0,5; 2-й — 0,5–3; 3-й — 3–10; 4-й — 10–15; 5-й понад 50.

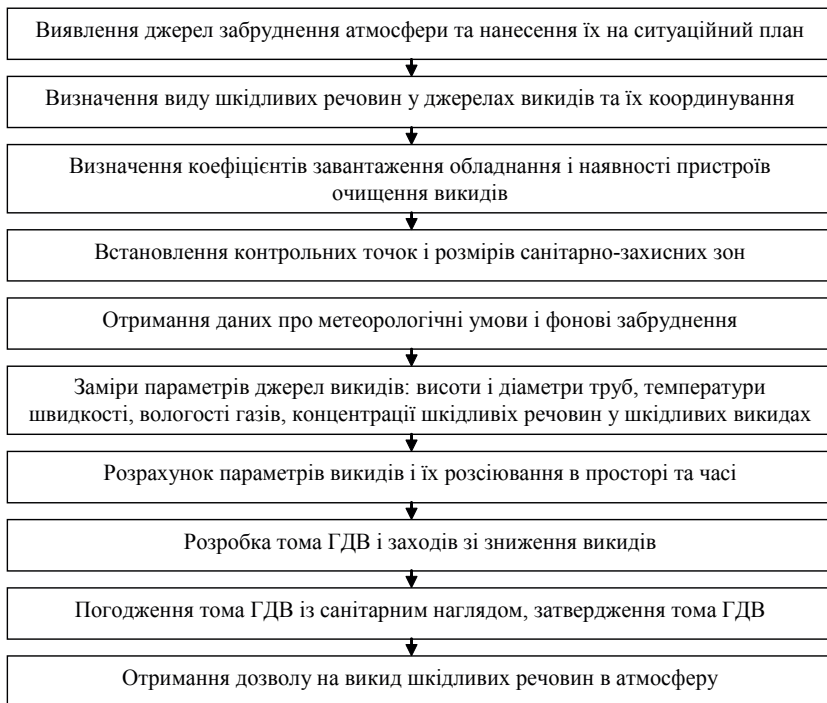




- Цифровий (1—4)
- Буквений індекс агрегатного стану (А, К, Т)
- Цифровий індекс хімічного складу 01...26
- Цифровий індекс розміру часток 1...5
- Цифровий індекс маси викиду 1...6

*Рис. 5.6. Схема структури побудови умовного позначення викидів*

Існує певний алгоритм виявлення джерел забруднення та нанесення їх на ситуаційний план (рис. 5.7), за яким проводять спостереження й певні виміри, результати яких потім враховуються для складання екологічного паспорта підприємства, встановлення розмірів санітарно-захисної зони (СЗЗ) навколо підприємства-забруднювача (табл. 5.2), визначення тимчасових і постійних заходів щодо захисту

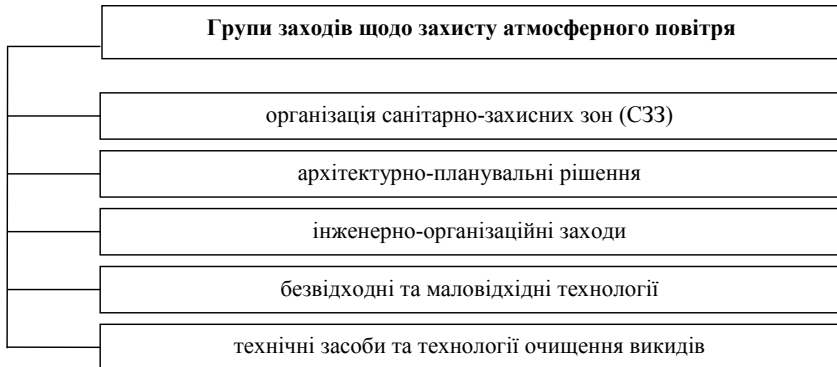


*Рис. 5.7. Послідовність інвентаризації викидів в атмосферу*

**Нормативні розміри СЗЗ залежності від класу небезпеки підприємства**

<b>Клас небезпеки підприємства</b>	<b>Розмір СЗЗ, м</b>
I А	3000
I Б	1000
II	500
III	300
IV	100
V	50

всіх складових біосфери (атмосферного повітря, водоймищ, земельних ресурсів тощо); створення інформаційної бази для моніторингу довкілля на промисловому майданчику, в санітарно захисній зоні, а також інформаційної бази для проведення екологічної експертизи, екологічного аудиту; розробки інноваційних планів щодо раціонального використання умов і ресурсів довкілля, де розташовано підприємство (рис. 5.8–5.10).



*Рис. 5.8. Групи заходів щодо захисту атмосферного повітря*



Рис. 5.9. Заходи щодо охорони атмосферного повітря



Рис. 5.10. Засоби і методи очищення викидів в атмосферу

Ступінь очищення ( $K_{\text{оч}}$ ) викидів від шкідливих речовин розраховується за такою формулою:

$$K_{\text{оч}} = M_{\text{в}} / M_{\text{заг}} , \quad (5.4)$$

де  $M_{\text{в}}$  – маса шкідливих речовин, які вловлюються в очисному пристрої;  $M_{\text{заг}}$  – загальна маса шкідливих речовин у викидах.

$K_{\text{оч}}$  — визначається за кожною забруднюючою речовиною.  $K_{\text{оч}}$  поділяється на проектний та фактичний, а за рівнем — на максимальний та експлуатаційний.

Коефіцієнт забезпеченості технологічних процесів газоочищенням ( $K_{3.0}$  — застосовується для оцінки забезпеченості підприємств очищенням в часі), розраховується за формулою:

$$K_{3.0} = T_{\Gamma} / T_{\text{т.о}} , \quad (5.5)$$

де  $T_{\Gamma}$  — час роботи газоочисних установок;  $T_{\text{т.о}}$  — час роботи технологічного обладнання.

Основними методами очищення викидів від газоподібних речовин за характером фізико-хімічних процесів є:

- промивання викидів розчинниками, що не сполучаються із забруднювачами (метод абсорбції);
- промивання викидів розчинами, що вступають в хімічну сполуку із забруднювачами (метод хемосорбції);
- поглинання газоподібних забруднювачів твердими активними речовинами (метод адсорбції);
- поглинання та використання каталізаторів;
- термічна обробка викидів;
- осаджування в електричних та магнітних полях;
- виморожування.

### **5.3. Права охорона атмосферного повітря**

Правові основи охорони атмосферного повітря передбачені в екологічному законодавстві України, зокрема в Законі України “Про внесення змін до Закону України “Про охорону атмосферного повітря” від 21.06.2001 р. № 2556-III.

У Законі зазначено, що атмосферне повітря є одним з основних життєво важливих елементів навколишнього природного середовища, а також ставляться завдання щодо збереження, поліпшення та відтворення стану атмосферного повітря, відвернення і зниження шкідливого хімічного, фізичного, біологічного та іншого впливів на атмосферне повітря, забезпечення раціонального використання його для виробничих потреб, а також зміцнення правопорядку і законності у цій сфері.

Підприємства, установи і організації, діяльність яких пов’язана із викидами шкідливих речовин в атмосферне повітря зобов’язані:

- здійснювати організаційно-господарські, технічні та інші заходи щодо виконання умов і вимог, які передбачені у дозволі на викиди забруднюючих речовин та інші шкідливі впливи;

- вживати заходів щодо зменшення обсягів викидів і зниження шкідливого впливу фізичних, хімічних та біологічних факторів;
- забезпечувати безперебійну ефективну роботу та підтримання у справному стані споруд, устаткування і апаратури для очищення викидів та зменшення рівнів іншого шкідливого впливу;
- здійснювати контроль за обсягом та складом забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферне повітря, і рівнями іншого шкідливого впливу та вести їх постійний облік;
- мати заздалегідь розроблені спеціальні заходи щодо охорони атмосферного повітря на випадок аварійних ситуацій і несприятливих метеорологічних умов та вживати заходів для ліквідації причин і наслідків забруднення атмосферного повітря.

Виконання заходів щодо охорони атмосферного повітря не повинно призводити до забруднення ґрунтів, вод та інших природних об'єктів.

Будівництво та введення в експлуатацію нових та реконструйованих підприємств і об'єктів, які не відповідають вимогам охорони атмосферного повітря, забороняється.

*Законом передбачено:*

- розробку і виконання комплексу заходів щодо зниження токсичних викидів, знешкодження шкідливих речовин та зменшення шкідливого фізичного впливу при проектуванні, виробництві, експлуатації та ремонті автомобілів, літаків, суден, інших пересувних засобів і установок;
- переведення транспортних засобів на менш токсичні види енергії і палива;
- раціональне планування і забудова населених пунктів з дотриманням необхідної відстані для автомобільних шляхів;
- виведення автотранспортних підприємств, автозаправних станцій, вантажного автомобільного транспорту з густонаселених житлових кварталів за межі міста;
- обмеження в'їзду автотранспортних засобів і установок у селищні зони, місця відпочинку і туризму;
- поліпшення утримання в належному стані автомобільних шляхів та вуличних покриттів;
- впровадження в містах автоматизованих систем регулювання дорожнього руху;

- вдосконалення технологій транспортування і зберігання палива, забезпечення постійного контролю за його якістю на нафтопереробних заводах та автозаправних станціях;
- вдосконалення роботи контрольно-регулювальних та діагностичних пунктів по перевірці вмісту шкідливих речовин у відпрацьованих газах автотранспортних та інших пересувних засобах.

Виробництво та експлуатація транспортних пересувних засобів і установок, в яких вміст забруднюючих речовин у відпрацьованих газах перевищує нормативи, заборонено.

Особлива увага приділяється підприємствам агропромислового комплексу. Вони повинні дотримуватися правил транспортування, зберігання і використання засобів захисту рослин, стимуляторів росту, міңдобрив та інших препаратів і не допускати забруднення атмосферного повітря.

Особи, які винні у порушенні прав громадян на екологічний стан атмосферного повітря, у перевищенні лімітів та нормативів гранично допустимих викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря, у перевищенні нормативів гранично допустимих фізичних впливів на атмосферне повітря викидів забруднюючих речовин в атмосферу без дозволу спеціально уповноважених державних органів, у здійсненні незаконної діяльності, що негативно впливає на погоду і клімат, проектуванні і будівництві об'єктів з порушенням вимог щодо охорони і використання атмосферного повітря, у відмові від надання своєчасної повної і достовірної інформації про стан атмосферного повітря та інших правопорушеннях несуть кримінальну, адміністративну та іншу відповідальність відповідно до чинного законодавства.

### **Висновки**

1. Атмосфера — це життєво необхідний елемент навколишнього природного середовища, який виконує біологічні, виробничі, транспортні й захисні функції.

2. Однією з особливостей атмосфери є її здатність до самоочищення, однак ця можливість обмежена. Тому при розробці нормативів ГДК та ГДВ це необхідно враховувати.

3. Атмосфера — це одне з необхідних джерел життя на Землі, тому правова охорона якості атмосферного повітря є важливим завданням людства.

## Термінологія

Атмосфера; ГДК<sub>м.р</sub>; ГДК<sub>с.д</sub>; ГДК<sub>р.з</sub>; ефект сумарності; потенціювання; ІЗА; класи шкідливих речовин; інвентаризація викидів; ступінь очищення викидів; коефіцієнт забезпеченості технологічних процесів газоочищення.

### Запитання і завдання для самоконтролю

1. Охарактеризуйте функції атмосфери, пояснюючи їх значення.
2. Зазначте види джерел, що порушують природний стан атмосферного повітря.
3. Наведіть приклади видів стандартів з охорони атмосферного повітря.
4. Як класифікують ГДК для атмосферного повітря і чому?
5. Охарактеризуйте класи шкідливих речовин, які знаходяться в атмосфері, за ступенем небезпеки.
6. За яких умов атмосферне повітря буде відповідати стандартам (вимогам) щодо його якості?
7. Дайте визначення наступним поняттям: “потенціювання”; “ефект сумарності”, “ефект потенціювання”, “індекс забруднення атмосфери”.
8. Наведіть схему структури побудови умовного позначення викидів в атмосферне повітря.
9. Скластифікуйте викиди в атмосферне повітря.
10. Наведіть алгоритм виявлення джерел забруднення та його призначення й роль.
11. Назвіть групи заходів щодо захисту атмосферного повітря.
12. Наведіть приклади характеру забруднення, що виникає внаслідок дії певного підприємства (класу небезпеки підприємства) та розміру санітарно захисної зони, що буде відповідати певному класу небезпеки підприємства-забруднювача.
13. У чому полягає сутність технологічних, планувальних, санітарно-технічних та законодавчих заходів охорони й збереження атмосферного повітря?
14. Охарактеризуйте різні методи очищення викидів в атмосферу.
15. Як можна розрахувати ступінь очищення викидів від шкідливих речовин?
16. Які методи очищення викидів від газоподібних речовин застосовують на сучасних підприємствах? Наведіть приклади і зазначте ступінь очищення.