

ВИЗНАЧЕННЯ ІНТЕГРАЛЬНОГО КРИТЕРІЮ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВ

Проведено критичний аналіз методів сумачії токсикантів з урахуванням ступеня можливих негативних наслідків від присутності конкретного забруднювача в атмосфері. Пропонується застосування інтегрального критерію екологічної безпеки з урахування токсичності окремих поллютантів.

Проведен анализ методов суммации токсикантов с учетом степени возможных негативных последствий от присутствия конкретного загрязнителя в атмосфере. Предлагается применение интегрального критерия экологической безопасности с учетом токсичности отдельных поллютантов.

The paper analyzes methods of summation of the toxicants, with account of the level of possible negative effects from presence of specific pollutants in the atmosphere. The authors propose using an integral criterion of environmental safety with account of toxicity of specific pollutants.

Наукова література та різноманітні нормативні документи містять велику кількість окремих критеріїв безпеки, в тому числі й екологічної безпеки. При цьому часто неможливо судити, по якому з цих критеріїв можна винести остаточне судження про безпеку того чи іншого об'єкта [1].

Для екосфери та її частин – біомів, регіонів, ландшафтів, а саме більш чи менш крупних територіальних природних комплексів, включаючи й адміністративні утворення, основним критерієм екологічної безпеки може служити рівень еколого-економічного, або природно-виробничого паритету, а саме, ступеня відповідності загального техногенного навантаження на територію її екологічній техноємності – граничній стійкості по відношенню до техногенних впливів.

Природно, що по мірі накопичення практики прогнозування та планування діяльності з охорони повітря та особливо при реалізації планових та прогнозних моделей, що відображають велику кількість аспектів заходів з розвитку виробництва та охорони повітряного басейну та висувають суворі вимоги до об'єму та структури вихідної інформації, повинна удосконалюватися і статистична звітність.

Державна статистика з охорони атмосферного повітря сформувалась в середині 70-х років та охоплює рівні звітності від окремих підприємств до народного господарства в цілому. Типову форму звіту з охорони атмосферного повітря № 2-тп (повітря) було розроблено і затверджено ще в 1977 р. [2].

Звісно, за весь цей час були деякі зміни в цій формі, але вона залишається недосконалою. Адже всі небезпечні речовини сумуються без

урахування ступеня можливих негативних наслідків від присутності конкретного забруднювача в атмосфері. Таким чином для того щоб об'єктивно оцінити ступінь негативного впливу конкретного підприємства на довкілля, необхідно при сумачії враховувати токсичність забруднювачів. Наприклад, нам необхідно порівняти викиди двох підприємств. Користуючись формою 2-тп (повітря) це зробити неможливо, тому що одне підприємство викидає, скажімо, 10 т/рік оксиду вуглецю, а інше 1 т/рік бенз(а)пірену. Не можна порівнювати підприємства, що викидають речовини першого чи другого класу небезпеки, з тими, що викидають переважно таку ж кількість речовин четвертого або третього класів [3]. Окрім цього, для об'єктивної порівняльної оцінки ступеня негативного впливу підприємства необхідно враховувати його масштаб.

Методи сумачії токсикантів

Розглянемо деякі методи сумачії та оцінки ступеню впливу промислових об'єктів на довкілля.

В [4] сума зведених мас викидів забруднюючих речовин ($M_{\text{пр}}$) розраховується за формулою:

$$M_{\text{пр}} = \sum_{j=1}^n M_{\text{пр},j}, \quad (1)$$

де $M_{\text{пр},j}$ – зведена маса викидів конкретної i -тої забруднюючої речовини з переліку речовин, наведеного в [4] від усіх стаціонарних джерел в цілому по підприємству, за умови:

$$M_{\text{пр},j} = K_j \cdot M_j \geq 50,$$

де M_j – маса викидів цієї забруднюючої речовини від стаціонарних джерел в цілому по підприємству, т/рік; K_j – коефіцієнт зведення для цієї забруднюючої речовини, який враховує ступінь небезпеки цієї речовини.

Зведену масу викидів з урахуванням показника відносної агресивності A_i (умовн. т/рік) визначають за формулою [5]

$$M = \sum_{i=1}^N A_i m_i, \quad (2)$$

де m_i – маса викиду домішки i -го виду, т/рік; A_i – показник відносної агресивності речовини, умовн. т/рік; N – загальна кількість домішок у викидах з джерела.

Значення A_i визначають за формулою

$$A_i = a_i \alpha_i \delta_i, \quad (3)$$

де a_i – показник відносної небезпеки присутності домішки в повітрі, яким дихає людина; α_i – поправка на вірогідність накопичення домішок забруднюючих речовин в компонентах довкілля та в харчових ланцюгах, а також попадання домішки в організм людини неінгаляційним шляхом; δ_i – поправка, що враховує дію забруднюючих речовин на різноманітні реципієнти (крім людини).

У деяких випадках у формулу (3) вводяться поправки λ_i – вірогідність вторинного забросу домішок в атмосферу та β_i – вірогідність утворення для легких вуглеводнів вторинного забруднення, більш небезпечного ніж первинне.

Показник a_i та поправки $\alpha_i, \delta_i, \lambda_i, \beta_i$ безрозмірні.

Значення a_i знаходять за формулою

$$a_i = \left(\frac{ГДК_{\text{сСО}} ГДК_{\text{р.зСО}}}{ГДК_{\text{ci}} ГДК_{\text{р.зи}}} \right)^{\frac{1}{2}} = \left(\frac{60 \text{ мг}^2/\text{м}^6}{ГДК_{\text{ci}} ГДК_{\text{р.зи}}} \right)^{\frac{1}{2}}, \quad (4)$$

де $ГДК_{\text{сСО}}$ – ГДК оксиду вуглецю в атмосферному повітрі населених пунктів середньодобова, та робочої зони $ГДК_{\text{р.зСО}}$ – дорівнюють відповідно 3 та 20 мг/м³; $ГДК_{\text{ci}}$ та $ГДК_{\text{р.зи}}$ – те саме для i -ї домішки.

Комплексний індекс забруднення атмосфери (ІЗА) розраховують як суму нормованих за $ГДК_{\text{сд}}$ та зведених до концентрації діоксиду сірки середнього вмісту різноманітних речовин:

$$Y_n = \sum_{i=1}^n Y_i = \sum_{i=1}^n \left(\frac{q_{\text{сер}i}}{ГДК_{\text{сд}i}} \right)^{c_i} \quad (5)$$

де Y_i – одиничний індекс забруднення для i -ї речовини; $q_{\text{сер}i}$ – середня концентрація i -ї речовини; $ГДК_{\text{сд}i}$ – ГДК середньодобова для i -ї речовини; c_i – безрозмірна константа зведення ступеня шкідливості i -ї речовини до шкідливості діоксиду сірки, що залежить від класу небезпеки забруднюючої речовини.

Для співвіднесення даних про забрудненість кількома речовинами атмосфери різних міст або районів міста ІЗА повинні бути розраховані для однакової кількості (n) домішок.

Зведений викид M (г/с) всіх речовин для кожного джерела до одного з них (для речовин з ефектом сумачії)[6]

$$M = M_1 + M_2 \frac{ГДК_1}{ГДК_2} + \dots + M_n \frac{ГДК_1}{ГДК_n}. \quad (6)$$

Умовна маса викидів з урахуванням токсичності (по діоксиду сірки) за [7] розраховують за формулою

$$M_{\text{умовн}} = M/K,$$

де

$$K = \frac{ГДК_{\text{сд}}^{\text{реч}}}{ГДК_{\text{сд}}^{\text{SO}_2}}.$$

Критерій пріоритетності домішок, або критерій небезпеки речовини ($КНР$) за [8] розраховують за формулою, куди вводиться безрозмірна константа d_i , яка дозволяє співвідносити ступінь шкідливості i -ї речовини зі шкідливістю сірчистого газу та залежить від класу небезпеки:

$$КНР = \left(\sum_{i=1}^j \frac{M_i}{ГДК_i} \right)^{d_i}, \quad (7)$$

де j – кількість підприємств, що викидають i -ту речовину; M_i – маса викиду i -ї речовини, т/рік; $ГДК$ – середньодобова гранично допустима концентрація i -ї речовини, мг/м³; d_i – безрозмірна константа, яка дозволяє співвідносити ступінь шкідливості i -ї речовини з шкідливістю сірчистого газу. Визначається по табл. 1.

Таблиця 1

Значення d_i для речовин різних класів небезпеки

Константа	Клас небезпеки			
	1	2	3	4
d_i	1,7	1,3	1,0	0,9

Категорію небезпеки речовини визначають за граничними умовами згідно з табл. 2.

Таблиця 2

Граничні умови для розділення забруднюючих речовин на категорії небезпеки

Категорія небезпеки речовини	Значення КНР
1	КНР \geq 104
2	103 \leq КНР $<$ 104
3	КНР $<$ 103

Із проведеного аналізу методів сумачії забруднювачів слід зазначити, що при всіх позитивних рисах основним недоліком цих методів є відсутність комплексного підходу при урахуванні всіх чинників. Ми вважаємо найбільш вдалим визначення зведеної маси викидів з урахуванням показника відносної агресивності як такий, що дозволяє враховувати багато факторів впливу токсиканта.

Критерії екологічної безпеки

Для визначення категорії небезпеки підприємства (КНП) пропонується формула [8]

$$КНП = \sum_i^n \left(\frac{M_i}{ГДК_i} \right)^{d_i}, \quad (8)$$

де M_i – маса викиду i -ї забруднюючої речовини, т/рік; $ГДК_i$ – середньодобова ГДК i -ї речовини, мг/м³; n – кількість забруднюючих речовин, що викидаються підприємством; d_i – визначається з табл. 1.

За величиною $КНП$ підприємства розділяють на чотири категорії небезпеки (табл. 3).

Таблиця 3

Граничні умови для визначення категорії небезпеки підприємства залежно від КНП

Категорія небезпеки підприємства	Значення КНП
I	КНП $>$ 106
II	106 $>$ КНП $>$ 104
III	104 $>$ КНП $>$ 103
IV	КНП $<$ 103

Підприємство розглядається як джерело (генератор) забруднюючої речовини, а саме, як фактор, що виводить систему із рівноваги [9]. Потік маси забруднювача (в умовах виробни-

цтва кількість викидів M , т/рік) та потік дифузії для i -ї речовини $J_{повн}$ утворюють систему «людина – виробництво – атмосфера». Розв'язавши рівняння цієї системи та прив'язавши результат до прийнятих в промисловій екології показників ГДК, отримуємо критерій якості атмосфери $K_{атм}$:

$$K_{атм} = \sum_1^n \left(\frac{M}{ГДК_i} \right)^{\alpha_i} / \sum_1^n \left(\frac{J_{повн}}{ГДК_i} \right)^{\alpha_i} = \frac{КНП}{КНТ}. \quad (9)$$

Оцінка «резервів» стійкості екологічних систем по відношенню до антропогенних впливів є однією з актуальніших задач екологічних досліджень[9]. Важлива форма такої стійкості – асиміляційна здатність біосфери по відношенню до викидів речовини і енергії, що надходять в навколишнє середовище в результаті господарчої діяльності. Економічна оцінка асиміляційного потенціалу (F) атмосфери і гідросфери як елемента національного багатства

$$F = \left[\sum_{i=1}^m ГДВ_i (C_i + Y_i) 0,5 - \sum_{i=1}^m (\phi B_i - ГДВ_i) Y_i \right] E_{нп}^{-1}, \quad i=1, m, \quad (10)$$

де $ГДВ_i$ – середньодобова величина гранично допустимого викиду i -го забруднювача для даної території (об'єкта); ϕB_i – фактичне значення середньодобового викиду; C_i – середні затрати на вловлювання i -го викиду; Y_i – середня шкода, заподіяна одиницею i -го викиду на даній території (об'єкті); $E_{нп}$ – норма дисконтування; m – кількість інгредієнтів забруднення, що враховуються.

В [1] запропоновано такий критерій екологічної безпеки та пов'язані з ним поняття:

$$U \leq T_e, \quad (11)$$

де U – природоємність виробництва території, а саме сукупність обсягів господарського вилучення та ураження місцевих відновлюваних ресурсів; T_e – екологічна техноємність території (ЕТТ) – узагальнена характеристика території, що кількісно дорівнює максимальному техногенному навантаженню, яке може витримати та переносити протягом тривалого часу сукупність всіх реципієнтів та екологічних систем території без порушення їх структурних та функціональних властивостей.

Критерій (11) означає, що сукупне техногенне навантаження не повинно перевищувати самовідновлювального потенціалу природних систем

території. Критерій полягає в основі екологічної регламентації господарської діяльності.

Величини U та T_e визначаються багатьма факторами. Обидві величини можуть бути виражені масою речовини, стандартизованою за небезпекою (токсичністю), а також мати енергетичне або грошове вираження.

Ступінь напруженості екологічної обстановки на території оцінюється кратністю перевищення ЕТТ:

$$K_e = U / T_e \quad (12)$$

Залежно від природи факторів небезпеки існують різні градації K_e . Звичайно при $K_e \leq 0,3$ обстановка вважається благополучною, при $K_e \approx 1$ або $1 < K_e < 2$ критичною, при $K_e > 10$ – надзвичайно небезпечною.

Для окремої території екологічна техноємність T_e об'єктивно дорівнює гранично допустимому техногенному навантаженню (ГДТН).

Якщо трьом компонентам середовища: повітря, воді та землі – приписати відповідно індекси 1, 2 та 3, то ЕТТ може бути приблизно розрахована за формулою:

$$T_e = \sum_{i=1}^3 E_i \cdot X_i \cdot \tau_i \quad (i=1,2,3), \quad (13)$$

де T_e – оцінка ЕТТ, виражена в одиницях масового техногенного навантаження, умовн.т/рік; E_i – оцінка екологічної ємності i -го середовища, т/рік; X_i – коефіцієнт варіації для коливань вмісту основної субстанції в середовищі; τ_i – коефіцієнт переводу маси в умовні тони (коефіцієнт умовної небезпеки домішок), умовн.т/т.

Виникає необхідність розробки критерію екологічної безпеки та отримання на його основі загальної оцінки стану об'єкта, визначення небезпечності підприємства та порівняння його роботи з іншими підприємствами галузі. Одним із таких критеріїв може бути відношення зведеної загальної маси викиду до економічного показника, який відображає масштаб чи оборот даного підприємства:

$$B_{\text{пит}} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{\tau i} \cdot M_i}{R}, \quad (14)$$

де $B_{\text{пит}}$ – питома вага всіх викидів підприємства за рік, умовних тонн на одиницю продукції; $K_{\tau i}$ – коефіцієнт токсичності i -го забруднювача, присутнього у викидах підприємства; M_i – загальна

маса викидів i -го забруднювача від усіх джерел по підприємству, т/рік; R – виробничий річний оборот підприємства в грошовому вираженні.

Таким чином, ми можемо об'єктивно оцінити ступінь негативного впливу підприємства на довкілля, враховуючи при цьому не тільки токсичність забруднювачів, а й масштаб підприємства.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Акимова Т. А. Экология: Учебник для вузов / Т. А. Акимова, В. В. Хаскин. – М.: ЮНИТИ, 1998. – 455 с.
2. Гусев А. А. Проблемы совершенствования управления качеством воздушного бассейна. В кн.: Экономические проблемы природопользования. – М.: Наука, 1985.
3. Онищенко Ю. В. Вибір раціональних прийомів оцінки впливу підприємств на довкілля / Ю. В. Онищенко, В. М. Плахотник, А. Х. Драбкіна // Проблеми природокористування, сталого розвитку та техногенної безпеки регіонів: Матеріали II міжнародної науково-практичної конференції. – Д., 2003. – С. 71–72.
4. Порядок определения налоговой базы при выбросах в атмосферу загрязняющих веществ. Ст. 5, Глава 31 Экологический налог (проект) / Министерство экономического развития и торговли России // <http://www.ecoline.ru/mc/ecotax/draft.php>
5. Быстров А. С. Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды / А. С. Быстров, В. В. Варанкин, М. А. Виленский и др. – М.: Экономика, 1986. – 96 с.
6. Мазур И. И. Инженерная экология. Общий курс. В 2 т.; Т. 2. Справочное пособие / И. И. Мазур, О. И. Молдаванов, В. Н. Шишов; Под ред. И. И. Мазура. – М.: Высш. шк., 1996. – 655 с.
7. Безуглая Э. Ю. Чем дышит промышленный город. – Л.: Гидрометеиздат, 1991.
8. Рекомендации по делению предприятий на категории опасности в зависимости от массы и видового состава выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ. Тема НИР Госкомгидромета 5.29.02, проблема ГКНТ 0.85.04.03.02 Н.Н.1 / Ответств. исполнитель Т. С. Селегой. – Новосибирск: ЗапСибРВЦ, 1987. – 18 с.
9. Старокожева Е. А. Оценка качества атмосферы территориально-производственных комплексов / Е. А. Старокожева, Л. Б. Борисова // Экология и промышленность. России, № 1. – 2001. – С. 23–25.
10. Гофман К. Г. Природопользование и макроэкономические показатели развития народного хозяйства. В кн.: Экономические проблемы природопользования. – М.: Наука, 1985, – С. 3–9.

Надійшла до редколегії 23.11.2004.