

УДК 504.3.054:504.064.2.001.18

Колесник В.Є., докт. техн. наук, професор,
Бучавий Ю.В., канд. біол. наук,
Павличенко А.В., докт. техн. наук, доцент
(ДВНЗ «НГУ»)

**ПРОГНОЗУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ПРОМИСЛОВИХ
ВИКИДІВ В АТМОСФЕРУ З УРАХУВАННЯМ КОНЦЕНТРАЦІЇ
НАСЕЛЕННЯ В ЗОНІ ЇХ ВПЛИВУ**

Колесник В.Е., докт. техн. наук, профессор,
Бучавый Ю.В., канд. биол. наук,
Павличенко А.В., докт. техн. наук, доцент
(ГВУЗ «НГУ»)

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ С УЧЕТОМ
КОНЦЕНТРАЦИИ НАСЕЛЕНИЯ В ЗОНЕ ИХ ВЛИЯНИЯ**

Kolesnyk V.Ye., D.Sc.(Tech), Professor,
Buchavyu Yu.V., Ph.D. (Biol.),
Pavlychenko A.V., D.Sc.(Tech), Associate Professor
(SHEI «NMU»)

**ENVIRONMENTAL DANGER FORECASTING OF INDUSTRIAL
EMISSIONS IN THE ATMOSPHERE WITH THE POPULATION DENSITY
CONSIDERING IN THEIR INFLUENCE ZONE**

Анотація. Запропоновано оригінальний підхід до визначення екологічної небезпеки викидів в атмосферу з промислових джерел із урахуванням концентрації населення в зоні впливу викидів. Новизна підходу полягає в тому, що визначають не максимальні, а осереднені приземні концентрації забруднювачів. На їх основі розраховують безрозмірні показники загальної та підвищеної екологічної небезпеки забруднення атмосферного повітря для населення, що враховують кількість людей, які зазнають негативного впливу викидів. Наведено приклад практичної реалізації запропонованого підходу з моделюванням процесів забруднення атмосферного повітря від двох умовних джерел. Виконано картографування території та підрахунок показників екологічної небезпеки викидів з урахуванням концентрації населення в зоні впливу указаних джерел. Побудова електронних карт виконана у середовищі ESRI ArcGis Desktop 9 з використанням інструментів інтерполяції і зональної статистики.

Ключові слова: промислові викиди в атмосферу, екологічна небезпека забруднення повітря, ризики для населення, концентрація населення, інтерполяція, зональна статистика

Вступ. Для кількісної оцінки забруднень атмосферного повітря у великих містах створюються системи спостережень, тобто організовують дуже витратний для міського бюджету моніторинг навколишнього середовища, який дозволяє визначити пріоритетні фактори забруднення атмосферного повітря окремими промисловими об'єктами та їх екологічну небезпеку [1].

При цьому, не менш складною і важливою задачею є прогнозування екологічного впливу цих об'єктів через забруднення атмосфери на населення з урахуванням його чисельності або щільності проживання, тобто його концентрації на територіях наближених до джерел промислових викидів [2, 3].

Очевидно, що указаний вплив залежатиме від техногенного навантаження на природне середовище, яке створюють зазначені об'єкти [1-4]. Так, відповідно до рекомендацій Всеукраїнської екологічної Ліги [3] величина такого навантаження має дві складові: соціально-економічне освоєння території, що характеризує концентрацію населення, промисловості, сільського господарства, будівництва, транспорту, освоєння земельного фонду і рекреаційні можливості, а також сумарну забрудненість природного середовища, що визначається інтегральним показником радіаційної та хімічної забрудненості атмосферного повітря, природних вод, ґрунтів тощо. Як видно, показник техногенного навантаження залежить від багатьох чинників в тому числі від концентрації населення та забруднення атмосфери, проте не дозволяє оперативно виокремити вплив техногенного забруднення атмосфери саме на місцеве населення. Разом з тим, є цілий ряд математичних моделей оцінювання ризику для здоров'я населення, пов'язаного з хімічними забруднювачами компонентів навколишнього середовища [2, 4-7], що передбачають: існування джерела небезпеки (ризик); наявність цього джерела у небезпечній для здоров'я людини дозі або концентрації; реальність впливу означеної дози шкідливого чинника на людину.

В аспекті поставленої задачі інтерес представляють моделі оцінювання колективних ризиків життєдіяльності людей, які у загальному випадку визначають як добуток індивідуального ризику загибелі чи втрати здоров'я людиною внаслідок дії уражуючого чинника і загальної чисельності населення, що мешкає у межах певної території [3, 4-7]. Проте, хоч модель і враховує чисельність населення на певній території, але вона потребує визначення індивідуального ризику, що залежить від ряду параметрів, серед яких: ймовірність прояву на території уражуючих впливів певного чинника (наприклад хімічної речовини); фізична уразливість території; часова уразливість населення, що визначається ймовірністю опинитись на цій території під час прояву уражуючих впливів чинника, а також просторова вразливість населення зони ураження. Причому указана ймовірність прояву впливу є найбільш критичною величиною оцінки, оскільки може змінюватися у межах декількох порядків, отже її важко визначити достатньо достовірно.

Враховуючи викладене авторами пропонується новий підхід до визначення екологічної небезпеки викидів в атмосферу з промислових джерел, орієнтований на урахування концентрації населення в зоні впливу викидів.

Метою роботи є визначення екологічної небезпеки викидів в атмосферу забруднюючих речовин з промислових джерел з урахуванням концентрації населення, що мешкає в зоні впливу викидів, на основі доступних даних про викиди підприємств та кількість людей, що концентрується на певній території, а також з використанням розрахункових даних про осереднені приземні

концентрації забруднювачів, що викидаються.

Основна частина. Ступінь забруднення атмосферного повітря визначають за допомогою стандартизованих методик, а також певних математичних моделей розсіювання в приземному шарі повітря речовин, що викидаються в атмосферу з різних джерел. Так, відповідно до діючого нормативного документу РД 52.04.186-89 «Настанова з контролю забруднення атмосфери» для визначення класу небезпеки підприємства використовують обсяги викидів його забруднювачів з форми 2 звітності ТП «Повітря», з урахуванням ступеню небезпеки певного забруднювача. Коефіцієнт небезпеки кожної речовини визначається за формулою:

$$KH_i = \left(\frac{M_i}{ГДК_i} \right)^{A_i}, \quad (1)$$

де M_i – маса певної речовини в одиниці об'єму, тобто її фактична приземна концентрація, а $ГДК_i$ – гранично допустима концентрація цієї речовини, мг/м³; A_i – ступінь небезпеки певної речовини, що дорівнює 1,7; 1,3; 1; 0,9 відповідно для речовин I, II, III, IV класів небезпеки.

Загальний коефіцієнт небезпеки підприємства визначається за формулою:

$$КНП = \sum_{i=1}^n KH_i. \quad (2)$$

Далі за табл. 1 визначається клас небезпеки підприємства та відповідний розмір нормативної санітарно-захисної зони (СЗЗ).

Таблиця 1 – Визначення класів небезпеки підприємства та нормативної СЗЗ

Коефіцієнт небезпеки підприємства	Клас небезпеки підприємства	Розмір нормативної СЗЗ, м
$КНП > 10^6$	1	1000
$10^4 < КНП \leq 10^6$	2	500
$10^3 < КНП \leq 10^4$	3	300
$КНП < 10^3$	4	100

Визначення рівня небезпечного екологічного впливу підприємства зазвичай базується на розрахунку забруднення атмосферного повітря залежно від обсягів його викидів, за якими розраховують приземні концентрації забруднювачів. При цього приземні концентрації вже на межі СЗЗ підприємства не повинні перевищувати ГДК, встановлені для території житлової забудови. Указані приземні концентрації визначають за стандартизованою методикою ОНД-86 [8], причому лише для несприятливих метеорологічних умов, тобто визначають максимально можливі значення цих концентрацій, за якими і визначаються класи небезпеки підприємств та розраховуються значення гранично допустимих викидів (ГДВ) для кожного джерела.

Визначені таким шляхом класи небезпеки підприємств і відповідні значення

ГДВ певною мірою характеризують екологічну небезпеку промислових джерел викидів. Проте, вони не дозволяють оцінити екологічну небезпеку впливу таких джерел на населення, зокрема, залежно від кількості людей, які мешкають на прилеглих до підприємств територіях та знаходяться під впливом його викидів. Очевидно, що, чим більше людей живе на певних територіях з певним забрудненням повітря, тим більше людей ризикує здоров'ям, тим більше екологічна небезпека викидів. Саме тому і виникає необхідність у застосуванні додаткових показників, за якими можна було б опосередковано визначати небезпеку промислового підприємства за критерієм концентрації населення, що мешкає поблизу нього. Інакше кажучи, є необхідність визначення екологічної небезпеки проживання людей на територіях, прилеглих до джерел екологічно небезпечних промислових викидів в атмосфері.

Відповідно до підходу, що пропонується, на першому етапі будемо розраховувати не максимальні, а осереднені за тривалий період приземні концентрації, які утворюються внаслідок викидів забруднювачів атмосфери з промислових джерел, за методикою [9], що враховує метеорологічні умови за певний період (швидкість і напрямок вітру з коефіцієнтом турбулентної дифузії), з подальшим визначенням ризику для здоров'я населення відповідно до методичних рекомендацій [10], що за умов інгаляційного надходження, коли немає необхідності розраховувати дозу впливу, розрахунок коефіцієнта небезпеки можна здійснювати за формулою:

$$HQ_i = C_i / RfC \quad (3)$$

де HQ_i – коефіцієнт небезпеки впливу i -ої речовини; C_i – рівень фактичного впливу i -ої речовини, мг/м^3 ; RfC – безпечний (референтний) рівень впливу, мг/м^3 .

При цьому характеристику ризику розвитку неканцерогенних ефектів за умов комбінованого впливу хімічних речовин проводять на основі розрахунку індексу небезпеки як:

$$HI = \sum HQ_i \quad (4)$$

де HQ_i – коефіцієнти небезпеки окремих речовин.

Зазначена методика не надає рекомендацій або роз'яснень щодо визначення індексів небезпеки або неканцерогенних ризиків на популяційному рівні, тобто з урахуванням чисельності населення, що підпадає під вплив забрудненої атмосфери, але очевидно, що рівень небезпеки може сильно варіюватися на території міста, як і щільність населення у житлових забудовах, зокрема, що знаходяться поблизу джерел викидів. Вважається, що ймовірність розвитку шкідливих ефектів зростає пропорційно збільшенню HQ , тому за критеріями нормування якості атмосферного повітря на територіях житлової забудови індекси та коефіцієнти небезпеки повинні бути менше одиниці. Варто також відмітити, що навіть коли розрахункові значення для окремого джерела забруднення не перевищують граничних величин, їх також доцільно враховувати

як показники певного внеску промислового джерела в загальне забруднення атмосфери та у відповідні ризики для населення.

Таким чином, із загальної небезпеки викидів окремого джерела забруднення, або групи джерел (окремого підприємства або сукупності підприємств) ризик для населення, яке мешкає в зоні впливу забруднення повітря (Integral Rate), можна визначити за формулою:

$$IR_p = \sum_{i=1}^n HI_i \cdot N_i \quad (5)$$

де HI_i – індекс небезпеки в дослідженій області (районі, сельбищній зоні); N_i – чисельність населення у дослідженій області; n – кількість обраних областей (районів) на певній території (території міста).

Варто відмітити, що кількість досліджуваних областей залежить від розмірів площадок, на які розбивається карта території міста. Для територій, де населення піддається дії небезпечних приземних концентрацій від дослідженого джерела забруднення доцільно застосовувати показник підвищеної небезпеки (Danger Rate), що розраховується за формулою:

$$DR_p = \sum_{i=1}^n HI_i \cdot N_i \quad (6)$$

де HI_i – індекс небезпеки, що не відповідає нормам, тобто перевищує референтні рівні; N_i – чисельність населення на дослідженій ділянці з підвищеним індексом небезпеки; n – кількість ділянок на дослідженій території, де індекс небезпеки не відповідає нормам.

Чисельність населення, що проживає на території міста з підвищеним індексом небезпеки, обумовленим викидами досліджуваного джерела забруднення, може бути визначена за формулою:

$$P = \sum_{i=1}^n N_i \quad (7)$$

Отже, запропоновані показники загальної та підвищеної небезпеки забруднення атмосферного повітря викидами промислових підприємств для здоров'я населення залежать від значень середніх приземних концентрацій і кількості людей, які зазнають негативного впливу від забруднення повітря екологічно небезпечними викидами. Тому є достатньо показовими з екологічної точки зору та характеризуються безрозмірними величинами, тобто можуть бути подані у нормованій кількісно-якісній шкалі.

Як приклад практичної реалізації запропонованого підходу проведемо моделювання процесів забруднення атмосферного повітря від двох умовних джерел, з подальшим визначенням інтегральних показників небезпеки для населення. Представимо місто з діаметром території 20 км та рівномірно розподіленим населенням в 1 млн. чоловік, на здоров'я яких негативно

впливають викиди 2-х точкових джерел забруднення атмосферного повітря з різними параметрами, що розташовані у центрі міста. Характеристики джерел та дані для моделювання наведені в табл. 2.

Таблиця 2 – Вихідні дані для визначення приземних концентрацій, обумовлених двома точковими джерелами забруднення атмосфери, та показників їх небезпеки для населення

Параметр	Джерело 1	Джерело 2
Висота джерела, м	100	15
Діаметр устя, м	4	1
Швидкість виходу газоповітряної суміші, м/с	6	2
Інтенсивність викиду CO, г/с	50	10
Інтенсивність викиду SO ₂ , г/с	500	100
Інтенсивність викиду NO ₂ , г/с	300	60
Перегрів газоповітряної суміші відносно довкілля, °C	80	24
Референтна концентрація CO, мг/м ³	3	
Референтна концентрація SO ₂ , мг/м ³	0,05	
Референтна концентрація NO ₂ , мг/м ³	0,06	
Референтна концентрація NO, мг/м ³	0,04	
Коефіцієнт трансформації азоту (з NO ₂ до NO)	0,6	
Коефіцієнт рельєфу навколо джерела	1	
Середня температура довкілля, °C	8	
Площа міста, м ²	1224603200	
Чисельність населення, чол.	1000000	
Щільність населення, чол./м ²	0,00082	
Довжина та ширина мінімальної розрахункової області, м	20x20	
Площа розрахункової області, м ²	400	
Середня чисельність населення, що припадає на розрахункову область, чол.	0,327	
Кількість розрахункових областей на всій площі міста	3061508	

Відповідно до наведених в табл. 2 характеристик, джерело 1 є високим з гарячим викидом забруднювачів, характерним для потужних ТЕС або підприємств металургійної промисловості. Джерело 2 – середньої висоти з холодним викидом інтенсивністю в 5 разів менше, ніж у джерела 1.

Розрахунок осереднених приземних концентрацій забруднювачів проводився за методиками [8-10]. Розподіл напрямків вітру вважався рівномірним, а розподіл швидкостей вітру та характеристик стратифікації атмосфери – відповідно до їх середньорічних значень у м. Дніпро [11].

Картографування території та розрахунок показників небезпеки виконувався у середовищі ESRI ArcGis Desktop 9 з використанням інструментів інтерполяції і зональної статистики [12].

Результати моделювання та розподіл індексів небезпеки відповідно до приземних концентрацій наведені на рис. 1, 2 та в табл. 3.

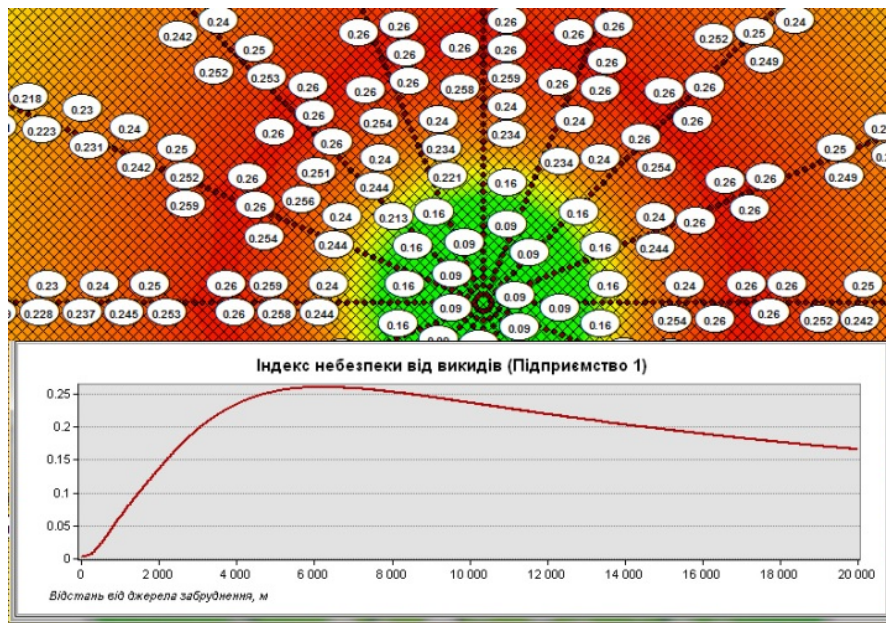


Рисунок 1–Розподіл індексів небезпеки за приземними концентраціями від викидів джерела 1

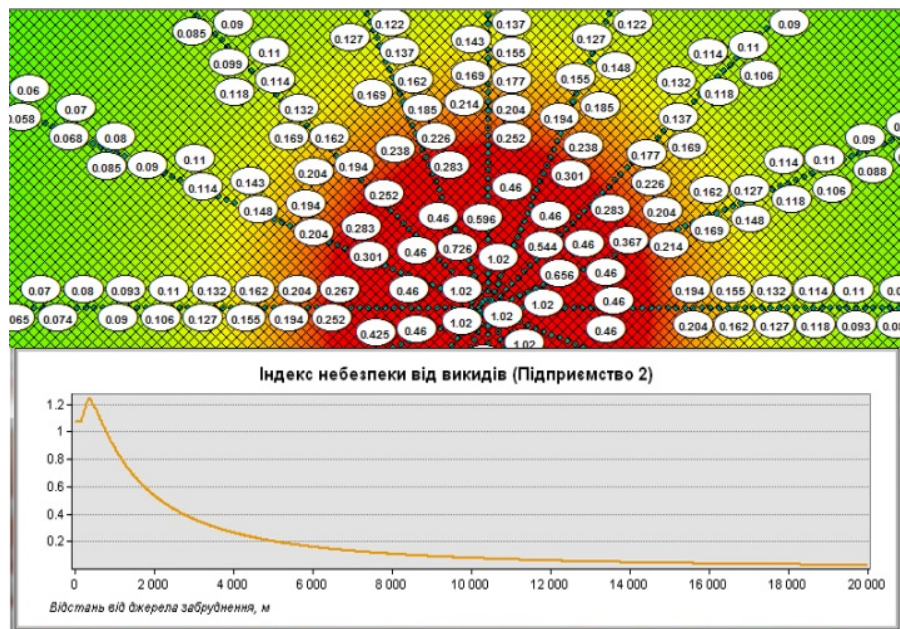


Рисунок 2 – Розподіл індексів небезпеки, обумовлених приземними концентраціями від викидів джерела 2

Як видно з рис. 1, у центрі міста біля джерела 1 спостерігаються вкрай низькі значення індексів небезпеки, розраховані за осередненими приземними концентраціями забруднювачів.

Оскільки джерело 1 характеризується значною висотою та температурою викидів, це сприяє істотному підйому газоповітряної суміші та переносу її на велику відстань навколо джерела. Найбільші значення індексів небезпеки спостерігаються на відстані 4000-8000 м від такого джерела та знижується в міру віддалення від нього. Найбільші значення приземних концентрацій від джерела 2 спостерігаються на відстані 400-550 м. Хоча обсяги викидів від джерела 2 в 5 разів менші, ніж від джерела 1, інтегральний показник загальної

небезпеки від нього менше тільки в 2,5 рази (табл. 3), оскільки переважна більшість забруднювачів поширюється саме на території міста.

Таблиця 3 – Результати розрахунку показників небезпеки для здоров'я населення від двох джерел забруднення атмосфери та їх сукупної дії

Параметр	Джерело 1	Джерело 2	Разом
HQ_1 від викидів CO	0÷0,000275	0,00003÷0,0013	0,0002÷0,001
HQ_2 від викидів SO ₂	0,000135÷0,165	0,018÷0,793	0,123÷0,8
HQ_3 від викидів NO ₂	0,000018÷0,021	0,0023÷0,103	0,02÷0,104
HQ_4 від викидів NO	0,000061÷0,074	0,008÷0,357	0,05÷0,36
Сумарний індекс викидів - HI	0,0002÷0,26	0,028÷1,254	0,194÷1,26
Середньозважені значення індексу небезпеки міста (отримана засобами просторового аналізу ГІС за величиною HI)	0,2	0,08	0,29
Сумарні значення індексів небезпеки міста	627463,18	246370,6	873833,7
Інтегральний показник загальної екологічної небезпеки викиду	204952,3	80473,6	285743,6
Інтегральний показник підвищеної екологічної небезпеки викиду	0	12628,2	16482,2
Частка населення, яка мешкає на території з підвищеним індексом небезпеки, %	0	1,7	1,9

Примітка: значок ÷ використаний для позначення діапазону можливих значень певного показника, що зустрічається на електронній карті території впливу, побудованій за результатами розсіювання досліджуваних забруднюючих речовин.

Висновки. Запропоновано оригінальний підхід до визначення екологічної небезпеки викидів в атмосферу з промислових джерел із урахуванням концентрації населення в зоні впливу викидів. Новизна підходу полягає в тому, що визначають не максимальні, а осереднені приземні концентрації забруднювачів. На їх основі визначають інтегральні показники загальної та підвищеної екологічної небезпеки промислових викидів в атмосферу з урахуванням концентрації населення в зоні їх впливу. Їх доцільно використовувати як додаток до існуючих методик визначення екологічних ризиків. За їх допомогою можна оцінити вплив джерела або підприємства на навколишнє середовище та здоров'я населення, що мешкає на прилеглих територіях, залежно від його чисельності, тобто залежно від концентрації населення в зоні впливу викидів. На основі цих показників доцільно також проводити порівняння та ранжування підприємств або їх окремих джерел викидів в атмосферу за критеріями небезпечного екологічного впливу на населення, що перебуває в зоні впливу певних підприємств чи джерел викидів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених міст (від забруднення хімічними та біологічними речовинами). Введено МОЗ України 9.07.97. Наказ № 201. [Електронний

ресурс]. - Режим доступу: URL: <http://kisloroda.net.ua/articles/view/65.html>

2. Cooper, C.D. Air Pollution Control: A Design Approach / C.D. Cooper, F.C. Alley // Long Grove (IL): Waveland press. – 2011. – XVI. – 839 p.
3. Барановський, В.А. Україна. Техногенна небезпека, масштаб 1:3000000 / В.А. Барановський, П.Г. Шищенко, О.Ю. Дмитрук. – Київ, 2004. – 35 с.
4. Лисиченко, Г.В. Природний, техногенний та екологічний ризики: аналіз, оцінка, управління / Г.В. Лисиченко, Ю.Л. Забулонов, Г.А. Хміль. – К.: Наукова думка, 2008. – 544 с.
5. Бунько, Т.В. Разработка методов математического моделирования эмиссии шахтного метана / Т.В. Бунько, А.В. Боровский, И.Е. Кокоулин, А.Б. Бокий // Геотехнічна механіка: міжвід. зб. наук. праць / ІгТМ ім. М.С. Полякова НАН України. – Дніпропетровськ, 2013. – Вип. 109. – С. 172-181.
6. Kolesnik, V.Ye. Determination of dynamic parameters of dust emission from a coal mine fang / V.Ye. Kolesnik, A.V. Pavlichenko, Yu.V. Buchavyu // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. 2016. – №2. – pp. 81–87.
7. Kolluru, R.V. Health Risk Assessment: Principles and Practices / R.V. Kolluru // Risk Assessment and Management Handbook. For Environmental, Health and Safety Professionals. – New York, 1996. – P. 123-151.
8. Методика расчета концентрации в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86. Госкомгидромет. – Л.: Гидромет, 1987. – 94 с.
9. Методика расчета осредненных за длительный период концентраций выбрасываемых в атмосферу вредных веществ (Дополнение к ОНД-86). - Санкт-Петербург: ГГО им. Воейкова, 2005. – 38 с.
10. Методичні рекомендації «Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря». Затверджено Наказ МОЗ 13.04.2007 № 184.
11. Погода в 243 країнах світу. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://rp5.ru>
12. ArcGis for Desktop. [Електронний ресурс]- Режим доступу: <http://www.esri-cis.ru/products/arcgis-for-desktop/detail/key-features>

REFERENCES

1. Gosudarstvennye sanitarnye pravila okhrany atmosfernogo vozdukha naseleennykh mest (ot zagryazneniya khimicheskimi i biologicheskimi veshchestvami) [State sanitary rules of air protection in populated areas (from contamination by the chemical and biological matters)] (1997), Introduced by Ministry Protection of Health of Ukraine 09.09.97, Order no. 201.
2. Cooper, C.D. and Alley, F.C. (2011), *Air Pollution Control: A Design Approach*, Long Grove (IL): Waveland press, XVI, 839 p.
3. Baranovskyi, V.A., Shyshchenko, P.H. and Dmytruk, O.Yu. (2004), *Ukraina. Tekhnohenna nebezpeka*, [Ukraine. Technogenic danger] scale 1:3000000., Kyiv, UA.
4. Lysychenko, G.V., Zabulonov, Yu.L. and Khmil, H.A. (2008). *Pryrodnyj, tehnogennyj ta ekologichnyj ryzyky: analiz, ocinka, upravlinnja* [Natural, man-made and environmental risks: analysis, evaluation, management], Naukova dumka, Kyiv, UA.
5. Bunko, T.V., Borovsky, A.V., Kokoulin, I.Ye. and Boki, A.B. (2013), “Development of methods of mathematical design of emission of mine methane”, *Geo-Technical Mechanics*, no. 109, pp. 172-181.
6. Kolesnik V.Ye., Pavlichenko A.V. and Buchavy Yu.V. (2016), «Determination of dynamic parameters of dust emission from a coal mine fang», *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, no. 2, pp. 81–87.
7. Kolluru, R.V. (1996), «Health Risk Assessment: Principles and Practices», *Risk Assessment and Management Handbook. For Environmental, Health, and Safety Professionals*, New York, pp. 123-151.
8. Goskomgidromed (1987), *OND-86: Metodika rascheta kontsentratsyi v atmosfernom vozduke vrednykh veshchestv, sodержashchikhsya v vybrosakh predpriyatij* [OND-86: Method of calculation of the pollutants concentration in air affected by emissions of industrial enterprises]. Gidromet, Leningrad, SU.
9. *Metodika rascheta osrednennykh za dlitelnyj period koncentracij vybrasyvaemykh v atmosferu vrednykh veshchestv* [The method of calculating the concentrations of pollutants emitted to the atmosphere averaged over a long period of time] Dopolnenie k OND-86, GGO im Voejkova, Sankt-Peterburg, RU.
10. *Metodychni rekomendatsii “Otsinka ryzyku dlia zdorovia naseleennia vid zabrudnennia atmosfernoho povitria* [Guidelines “Assessment of risk to health from air pollution”] [Electronic resource]. Introduced by Ministry Protection of Health of Ukraine 13.04.07, Order no. 184.
11. *Pohoda v 243 krainakh svitu* [Weather in 243 countries of the world] [Electronic resource]. – Available at: <http://rp5.ru>

12. ArcGis for Desktop. [Electronic resource]. – Available at: <http://www.esri-cis.ru/products/arcgis-for-desktop/detail/key-features>

Про авторів

Колесник Валерій Євгенійович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища, Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет» (ДВНЗ «НГУ»), Дніпро, Україна, kolesnikve@yahoo.com

Бучавий Юрій Володимирович, кандидат біологічних наук, асистент кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища, Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», (ДВНЗ «НГУ»), Дніпро, Україна, yurique@3g.ua.

Павличенко Артем Володимирович, доктор технічних наук, доцент, завідувач кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища, Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет» (ДВНЗ «НГУ»), Дніпро, Україна, pavlychenkoa@nmu.org.ua.

About the authors

Kolesnyk Valerii Yevhenovych, Doctor of Technical Science (D.Sc.), Professor, Professor of Department of Ecology and Technologies of Environmental Protection, State Higher Educational Institution «National Mining University» (SHEI «NMU»), Dnipro, Ukraine, kolesnikve@yahoo.com.

Buchavyu Yuriy Volodymyrovych, Candidate of Biological Sciences, Assistant Lecturer of the Department of Ecology and Technologies of Environmental Protection, State Higher Educational Institution «National Mining University» (SHEI «NMU»), Dnipro, Ukraine, yurique@3g.ua.

Pavlychenko Artem Volodymyrovych, Doctor of Technical Science (D.Sc.), Associate Professor, Head of the Department of Ecology and Technologies of Environmental Protection, State Higher Educational Institution “National Mining University” (SHEI “NMU”), Dnipro, Ukraine, pavlychenkoa@nmu.org.ua.

Аннотация. Предложен оригинальный подход к определению экологической опасности выбросов в атмосферу от промышленных источников с учетом концентрации населения в зоне влияния выбросов. Новизна подхода заключается в том, что определяют не максимальные, а усредненные приземные концентрации загрязнителей. На их основе рассчитывают безразмерные показатели общей и повышенной экологической опасности загрязнения атмосферного воздуха для населения, учитывающие количество людей, которые испытывают негативное влияние выбросов. Приведен пример практической реализации предложенного подхода с моделированием процессов загрязнения атмосферного воздуха от двух условных источников. Выполнено картографирование территории и подсчет показателей экологической опасности выбросов с учетом концентрации населения в зоне влияния указанных источников. Построение электронных карт выполнено в среде ESRI ArcGis Desktop 9 с использованием инструментов интерполяции и зональной статистики.

Ключевые слова: промышленные выбросы в атмосферу, экологическая опасность загрязнения воздуха, риски для населения, концентрация населения, интерполяция, зональная статистика

Annotation. The original approach to determination of environmental hazard of atmospheric emissions from industrial sources is proposed as taking into account the population density in the emissions influence area. The novelty of this approach is that it determines not maximum pollutants surface concentrations but the averaged ones. They are the base for non-dimensional determination of indicators of general and higher atmospheric air pollution considering the number of people being under the negative influence of emissions. The modeling of atmospheric air pollution processes from two inductive sources is carried out to demonstrate the specifics of practical realization of the proposed approach. The territory mapping, as well as indicators of environmental hazard calculation caused by emissions was carried out considering the population density in the influence zone of these sources. The electronic maps are performed in the ESRI ArcGIS Desktop 9 environment using interpolation and zonal statistics tools.

Key words: industrial emissions, air pollution environmental hazard, population risk, population density, interpolation, zonal statistics

Статья поступила в редакцию 30.08.2017

Рекомендовано к печати д-ром техн. наук Т.В. Бунько