

5. **Веников В. А.** Теория подобия и моделирования (применительно к задачам электроэнергетики): учебник для вузов по спец. «Кибернетика электрических систем» / В. А. Веников, Г. В. Веников. – М.: Высшая школа, 1984. – 439 с.
6. **Pacejka H. B.** Tire and Vehicle Dynamics. – 2nd edition / **H. B. Pacejka.** – SAE International, 2005. – 642 p.
7. **Chadwick J.** Reducing the rolling resistance / **J. Chadwick** // International Mining. – March, 2011. – P. 62–71.
8. Совместимо с Arduino. Поп-бот. Руководство по практическим занятиям. Версия 1.0 стандартная [Електронний ресурс] / Режим доступа : www.TerraElectronica.ru/pdf/INEX/IE-POPBOT_RUS.pdf.
9. **Sistuk V.** The analysis of mining conditions influence to operating time of dump trucks traction drive components [Електронний ресурс] / **A. V. Vesnin, V. O. Sistuk, A. O. Bogachevskiy** // Metallurgical and Mining Industry, 2015.– № 3. – P. 268–271.
10. **Sistuk V.O.** The industrial dust properties as a wear factor of pit trucks electric machines elements [Електронний ресурс] / **A. V. Vesnin, V. O. Sistuk, A. O. Bogachevskiy** // Metallurgical and Mining Industry, 2015.–№ 3. – P. 272–275. Рукопис подано до редакції 21.03.16

УДК 519.876.2

Н. Б. АНДРЕЙШИНА, О.О. ПІДДУБНА кандидати економ. наук, доц.,
КВНЗ «Інститут підприємництва «Стратегія», м. Жовті Води

МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ РЕГІОНАЛЬНОГО ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ

Досліджено сучасний стан системи регіонального екологічного моніторингу в Україні. Впровадження в практичну площину сучасних систем моніторингу стикається як з фінансовими труднощами, так і з слабкою апаратно-технічною базою вимірювальних комплексів. Показано, що в якості основи системи комплексного моніторингу слід використовувати не традиційний інтуїтивний аналіз і експертні методи, а формалізовані алгоритми на основі математичних моделей. Система екологічного моніторингу має представляти собою інтелектуальну інформаційну систему, яка є основою для прийняття еколого-управлінських рішень, спрямованих на покращання якості середовища проживання і на зменшення шкоди, що завдається екосистемі. Розроблена математична модель розрахунку обсягів шкідливих викидів в атмосферу на локальній території промислово-урбанізованого регіону. Запропоновано методику пошуку емпіричної залежності, яка мало ухиляється від контрольних вимірювань, що проводяться на постах забору повітря. Апроксимуюча поверхня має малі градієнти в районі підприємств-забруднювачів, тобто має локальні максимуми або тенденцію до локальних максимумів поблизу підприємств-забруднювачів. Апробація моделі проведена на прикладі міста Кам'янське, яке входить в десятку найбільш забруднених міст України. За даними по карті міста були визначені координати чотирьох постів забору повітря і координати п'яти найбільших підприємств-забруднювачів. Знаючи значення кількості викидів на кожному посту забору шкідливих речовин, для кожної шкідливої речовини, побудовані апроксимуючі поверхні.

Ключові слова: екологічний моніторинг, математичне моделювання, навколишнє середовище, забруднення атмосферного повітря, інформаційна система.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Для більшості регіонів України проблема екології та екологічної безпеки є найбільш гострою, а в деяких містах за численними показниками стан навколишнього середовища визначається як критичний. Забруднення атмосферного повітря промисловими підприємствами досягло дуже великих масштабів, що впливає на несприятливу екологічну обстановку на локальних міських територіях, таких як житлові масиви, освітні заклади, зони відпочинку, об'єкти культурної та історичної спадщини. Погіршення екологічного становища відбувається через зношування устаткування, відсутність очисних споруд, збільшення шкідливих викидів в атмосферу. Необхідний науково обгрунтований підхід до вирішення цієї проблеми, що має знайти відображення в рішенні задач, починаючи з проектування виробництва і прогнозування наслідків його діяльності для навколишнього середовища

Система моніторингу, яка на сьогодні встановлена і діє на промислових територіях в межах міст не забезпечує отримання оперативної інформації про стан забруднення конкретного міського об'єкту, через те, що контроль на таких територіях проводиться безсистемно та епізодично, в наслідок чого фахівці не мають повної інформації щодо характеру та параметрів забруднення атмосферного повітря на локальній території. Тому актуальною задачею є розробка ефективної системи екологічного моніторингу промислово-урбанізованих територій.

Аналіз досліджень і публікацій. Проблемами моніторингу стану навколишнього середовища, дослідженням факторів впливу на екологічну ситуацію займалися такі зарубіжні та віт-

чизняні вчені як І. Герасимов, Б. Данилишин, М. Згуровський, А. Качинський, В. Майстренко, Л. Мельник, Л. Хенс, І. Сотник, В. Тарасова, та інші. Розробці математичного забезпечення систем моніторингу екологічної безпеки присвячені роботи українських вчених Д. Смелянкової, Т. Козулі, Ю. Скоба, О. Попова, Н. Шаронової А. Яцишина тощо. Слід також вказати праці зарубіжних авторів, зокрема, ті, в яких аналізуються вимоги до програмного забезпечення для подальшого створення систем моніторингу навколишнього середовища [1-2].

Наукові роботи зазначених вчених служать базою для подальших досліджень в сфері моніторингу навколишнього середовища. Однак, незважаючи на високий науковий рівень таких публікацій, деякі питання розробки математичного забезпечення системи екологічного моніторингу промислово-урбанізованих територій залишаються недостатньо опрацьованими і вимагають поглибленого вивчення.

Постановка завдання. З огляду на вищезазначене, особливий інтерес набуває задача розробки математичного забезпечення системи екологічного моніторингу для аналізу та прогнозування наслідків забруднення атмосферного повітря локальної міської території.

Викладення матеріалу та результати. На протязі всього свого існування людство спостерігало за станом навколишнього середовища, але лише останні 100 років спостереження за деякими параметрами ведуться постійно. В середині ХХ століття зі зростанням обсягів антропогенного впливу на природу стало очевидною неможливість безконтрольного забруднення навколишнього середовища, і з'явилися перші пропозиції щодо створення глобальної системи моніторингу навколишнього середовища.

Термін моніторинг з'явився незадовго до конференції ООН по навколишньому середовищу, що проходила в Стокгольмі в 1972 р Перші пропозиції були сформульовані експертами Наукового комітету з проблем навколишнього середовища (SCOPE) в 1971 році. Моніторинг навколишнього середовища означає систему неперервних спостережень, вимірювань і оцінку стану навколишнього середовища відповідно до задалегідь підготовленої науково обґрунтованою програми [3].

Система моніторингу включає підсистеми галузевого і регіонального характеру та елементи цих підсистем. Вона охоплює як окремі об'єкти і райони (локальний моніторинг), так і країну в цілому (національний моніторинг), і входить в систему глобального моніторингу. Великий обсяг даних спостережень за станом атмосферного повітря, необхідність їх широкого використання в природоохоронній діяльності організацій як муніципального, так регіонального і загальнодержавного масштабу потребують створення комп'ютерних інформаційних систем для проведення автоматизованої обробки результатів спостереження за станом забруднення атмосферного повітря. Сучасна система моніторингу атмосферного повітря має представляти собою інтелектуальну інформаційну систему, яка є основою для прийняття еколого-управлінських рішень, спрямованих на покращання якості середовища проживання і на зменшення шкоди, що завдається екосистеми [4]. Ефективність системи екологічного моніторингу визначається здатністю системи збирати, систематизувати, аналізувати екологічну інформацію, ідентифікувати і прогнозувати екологічну ситуацію в реальному часі, а це не можливо без якісного математичного забезпечення системи.

Державною гідрометеорологічною службою України здійснюються спостереження за забрудненням атмосферного повітря у 53 містах на 162 стаціонарних, двох маршрутних постах спостережень та двох станціях транскордонного переносу. Програма обов'язкового моніторингу якості атмосферного повітря включає сім забруднюючих речовин, таких як: пил, двоокис азоту, двоокис сірки, оксид вуглецю, формальдегід, свинець та бенз-а-пірен. Державна екологічна інспекція здійснює вибірковий відбір проб на джерелах викидів і вимірює понад 65 параметрів стану навколишнього середовища. Санітарно-епідеміологічна служба здійснює спостереження за якістю атмосферного повітря у житловій та рекреаційній зонах, зокрема поблизу основних доріг, санітарно-захисних зон та житлових будинків, на території шкіл, дошкільних установ та медичних закладів в містах та в робочій зоні [5].

Впровадження в практичну площину сучасних систем моніторингу в Україні стикається як з фінансовими труднощами, так і з слабкою апаратно-технічною базою вимірювальних комплексів. Приладово-технічне оснащення державної системи екологічного моніторингу можна охарактеризувати як таке, що морально і фізично застаріле, не забезпечує вимірювання всього спектру показників, не передбачає автоматизованого збору, аналізу і зберігання інформації та опе-

ративного надання її основним споживачам.

Відсутні й сучасні системи отримання інформації з геостационарних та полярно-орбітальних супутникових метеорологічних систем [6].

Для отримання оперативної інформації про стан об'єктів, що піддаються впливу техногенних джерел забруднення доцільно використовувати не тільки наземну мережу постів контролю, а і мобільні пересувні екологічні лабораторії, переносні прилади-аналізатори, а також прилади дистанційного зондування.

Систему екологічного моніторингу можна розділити на два блоки: перший блок – отримання та збереження інформації, другий блок – обробка, аналіз та представлення інформації у вигляді кінцевого продукту. Через те що ці блоки мають різну структуру, математичне забезпечення, технічну та технологічну базу їх робота здійснюється незалежно один від одного, але система екологічного моніторингу потребує їх взаємодії та одночасного розвитку.

Одним з головних питань розробки другого блоку моніторингової системи є вибір математичних моделей обробки та аналізу інформації та методів прийняття рішень на основі обробленої інформації, що становлять основу його функціонування.

Одним зі способів розв'язання задачі визначення кількості шкідливих викидів в кожній точці даного регіону є побудова інтерполяційної поверхні. Значення функції на цій поверхні буде відповідати кількості викидів конкретної забруднюючої речовини в даній точці території досліджуваного регіону.

Такі задачі традиційно вирішуються статистичними методами: розраховуються коефіцієнти регресії, і досліджується довірчий інтервал. Як правило, з цією метою вибирається вид емпіричної залежності, коефіцієнти якої знаходилися за допомогою тієї чи іншої модифікації методу найменших квадратів.

Припустимо, що відомі координати постів, де проводиться забір повітря. Обробляючи дані в лабораторії, отримують значення викидів шкідливих речовин в атмосферу. Назвемо ці дані значеннями екологічних параметрів в певній точці області.

За цими даними можна побудувати поверхню - залежність кількості викидів P від положення точки (x,y) . Тобто, якщо в точці (x,y) вимірювана величина (наприклад, пил, двоокис сірки, двоокис азоту) дорівнює

$$f(x_i, y_i) = f_i,$$

де (x_i, y_i) - координати постів забору повітря, то P вибирається з умови мінімізації величини:

$$\sum [f_i - P(x_i, y_i)]^2.$$

Пости забору повітря, як правило, стоять за межами підприємств, і в той же час найбільша кількість викидів припадає саме на територію заводів. Математично це призводить до того, що емпірична залежність повинна мати локальні максимуми або тенденцію до локальних максимумів поблизу підприємств.

У точці локального максимуму градієнт поверхні дорівнює нулю або близький до нуля.

У зв'язку з цим можна запропонувати методику пошуку емпіричної залежності, значення якої не тільки мало ухиляються від контрольних вимірювань f_i , а й мають малі градієнти в районі підприємств-забруднювачів.

На карті території досліджуваного регіону введемо систему координат та визначимо координати точок $M_i(x_i, y_i)$ - постів забору повітря, і координати точок $N_k(u_k, v_k)$ - підприємств-забруднювачів. Значення викидів в точках M_i позначимо

$$f(M_i) = f_i.$$

Параметри залежності $P(x,y)$ вибираємо виходячи з умови мінімізації функціоналу

$$L = \sum_{i=1}^n [f_i - P(M_i)]^2 + \sum_{i=1}^n \alpha_i \left[\left(\frac{\partial P}{\partial x} \Big|_{N_k} \right)^2 + \left(\frac{\partial P}{\partial y} \Big|_{N_k} \right)^2 \right]. \quad (1)$$

де α_i - коефіцієнти, які показують ступінь екологічної чистоти підприємства за викидом конкретної забруднюючої речовини.

При збільшенні α_i більше значення надається тому факту, що максимальна концентрація викидів припадає на територію підприємств.

Якщо є інформація, що за даною речовиною конкретне підприємство робить більше вики-

дів, ніж інші, можна варіювати величиною α_i .

Проілюструємо розв'язок задачі, коли $P(x,y)$ береться у вигляді квадратичної залежності

$$P(x,y) = a_0 + a_1x + a_2y + a_{11}x^2 + a_{12}xy + a_{22}y^2. \quad (2)$$

В цьому випадку задача мінімізації функціонала (1) є завданням мінімізації квадратичного функціоналу за параметрами $a_0, a_1, a_2, a_{11}, a_{12}, a_{22}$.

Припустимо, що коефіцієнти α_i рівні між собою.

Так як функціонал цілі є додатньо визначеною квадратичною формою, то необхідна умова мінімуму є і достатньою.

Тобто, всі частинні похідні функціоналу за $a_0, a_1, a_2, a_{11}, a_{12}, a_{22}$, повинні обернутися на нуль. Отже, отримаємо систему шести рівнянь з шістьма невідомими.

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n P(M_i) = \sum_{i=1}^n f_i ; \\ \sum_{i=1}^n x_i P(M_i) + \alpha \sum_{k=1}^m [a_1 + 2(a_{11}u_k + a_{12}v_k)] = \sum_{i=1}^n x_k f_i ; \\ \sum_{i=1}^n y_i P(M_i) + \alpha \sum_{k=1}^m [a_2 + 2(a_{22}v_k + a_{12}u_k)] = \sum_{i=1}^n y_k f_i ; \\ \sum_{i=1}^n x_i^2 P(M_i) + 2\alpha \sum_{k=1}^m [a_1 + 2u_k(a_{11}u_k + a_{12}v_k)] = \sum_{i=1}^n x_k^2 f_i ; \\ \sum_{i=1}^n x_i y_i P(M_i) + \alpha \left[\sum_{k=1}^m [a_1 + 2v_k(a_{11}u_k + a_{12}v_k)] + \sum_{k=1}^m [a_2 + 2u_k(a_{22}v_k + a_{12}u_k)] \right] = \sum_{i=1}^n x_k y_i f_i ; \\ \sum_{i=1}^n y_i^2 P(M_i) + 2\alpha \sum_{k=1}^m [a_2 + 2v_k(a_{22}v_k + a_{12}u_k)] = \sum_{i=1}^n y_k^2 f_i . \end{cases}$$

Якщо ввести заміну,

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n x_i = X; \quad \sum_{i=1}^n y_i = Y; \quad \sum_{i=1}^n x_i y_i = XY; \quad \sum_{k=1}^m u_k = U; \quad \sum_{k=1}^m v_k = V; \quad \sum_{k=1}^m u_k v_k = UV; \quad \sum_{i=1}^n f_i = F; \quad \sum_{i=1}^n x_i^2 f_i = FX; \\ \sum_{k=1}^m f_k x_k = FX; \quad \sum_{k=1}^m f_k y_k = FY; \quad \sum_{k=1}^m f_k x_k y_k = FXY; \quad \sum_{k=1}^m f_k x_k^2 = FX^2; \quad \sum_{k=1}^m f_k y_k^2 = FY^2, \end{aligned}$$

то система буде мати вид

$$\begin{cases} a_0 n + a_1 X + a_2 Y + a_{11} X^2 + 2a_{12} XY + a_{22} Y^2 = F ; \\ a_0 X + a_1 X^2 + a_2 XY^2 + a_{11} X^3 + 2a_{12} X^2 Y + a_{22} XY^2 + \alpha(a_1 m + 2(a_{11} U + a_{12} V)) = FX ; \\ a_0 Y + a_1 XY + a_2 Y^2 + a_{11} X^2 Y + 2a_{12} XY^2 + a_{22} Y^3 + \alpha(a_2 m + 2(a_{22} V + a_{12} U)) = FY ; \\ a_0 X^2 + a_1 X^3 + a_2 YX^2 + a_{11} X^4 + 2a_{12} X^3 Y + a_{22} X^2 Y^2 + 2\alpha U(a_1 + 2(a_{11} U + a_{12} V)) = FX^2 ; \\ a_0 XY + a_1 X^2 Y + a_2 Y^2 X + a_{11} X^3 Y + 2a_{12} X^2 Y^2 + a_{22} XY^3 + \\ + \alpha[V(a_1 + 2(a_{11} U + a_{12} V)) + U(a_2 + 2(a_{22} V + a_{12} U))] = FXY ; \\ a_0 Y^2 + a_1 XY^2 + a_2 Y^3 + a_{11} X^2 Y^2 + 2a_{12} XY^3 + a_{22} Y^4 + 2\alpha V(a_2 + 2(a_{22} V + a_{12} U)) = FY^2 . \end{cases}$$

Розв'язуючи цю систему, знаходимо коефіцієнти $a_0, a_1, a_2, a_{11}, a_{12}$, підставивши які в (2) отримаємо функцію $P(x,y)$, за допомогою якої можна обчислити рівень забруднення в будь-якій точці регіону.

Зокрема, $P(x,y)$ можна використовувати і для обчислення обсягу забруднення на конкретній території (школа, житловий район). Для цього достатньо обчислити

$$\frac{1}{\text{mes}D} \iint_D P(x,y) dx dy,$$

де D - конкретна територія, $\text{mes}D$ - площа цієї території.

За цією методикою були оброблені дані по місту Кам'янське (Дніпродзержинськ) [7]. Кам'янське - місто з дуже складною екологічною обстановкою. Не раз були пропозиції присвоїти йому статус міста екологічного лиха, які так і не були втілені в життя.

За даними управління статистики у місті Кам'янське загальна кількість суб'єктів господарської діяльності, що здійснюють викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря, складає 45 підприємств. За узагальненими даними в 2015 р. у атмосферне повітря від стаціонарних джерел надійшло близько 101 тис. т забруднюючих речовин [8].

У порівнянні з обсягами викидів, що надходили у 2011 р. (125 тис. т) цей показник зменшився практично на 24 тис. т (19 %).

Серед стаціонарних джерел головними забруднювачами атмосферного повітря є ПАТ «Дніпровський металургійний комбінат», ПАТ «ЄВРАЗ БАГЛІЙКОКС», ПАТ «ЄВРАЗ Кам'янський КХЗ», Кам'янська ТЕЦ та ПАТ «ДНПРОАЗОТ». Найвищий відсоток забруднення атмосферного повітря у м. Кам'янське припадає на ПАТ «Дніпровський металургійний комбінат» [8].

За даними по карті міста були визначені координати чотирьох постів забору повітря і координати п'яти найбільших підприємств-забруднювачів. Знаючи значення кількості викидів на кожному посту забору шкідливих речовин, для кожної шкідливої речовини, отримуємо функції виду

для пилу:

$$P(x, y) = 0,2521 - 0,0312x + 0,0911y + 0,0003x^2 + 0,00016xy - 0,0019y^2,$$

для двоокису сірки:

$$P(x, y) = -2,12 \cdot 10^{-3} - 7,27 \cdot 10^{-4}x + 3,75 \cdot 10^{-3}y + 1,83 \cdot 10^{-5}x^2 - 3,23 \cdot 10^{-5}xy - 4,79 \cdot 10^{-5}y^2$$

для двоокису азоту:

$$P(x, y) = -4,81 \cdot 10^{-2} + 1,58 \cdot 10^{-3}x + 2,2 \cdot 10^{-2}y - 1,08 \cdot 10^{-4}x^2 + 3 \cdot 10^{-4}xy - 6,84 \cdot 10^{-4}y^2$$

для формальдегіду:

$$P(x, y) = 3,9 \cdot 10^{-2} + 3,36 \cdot 10^{-3}x - 1,62 \cdot 10^{-3}y - 4,75 \cdot 10^{-4}x^2 - 1,18 \cdot 10^{-4}xy + 1,32 \cdot 10^{-4}y^2$$

для сірководню:

$$P(x, y) = 7,61 \cdot 10^{-4} + 3,54 \cdot 10^{-4}x + 7,35 \cdot 10^{-4}y - 2,34 \cdot 10^{-7}x^2 - 1,49 \cdot 10^{-5}xy - 2,13 \cdot 10^{-6}y^2$$

Функції $P(x, y)$ розраховані при $\alpha = 0.01$. При наявності додаткової інформації про обсяг викидів щодо конкретної забруднюючої речовини підприємством-забруднювачем коефіцієнти α можна визначити методом експертних оцінок.

Форма моделі обрана квадратичної, але можна брати кубічну форму або форму четвертого ступеня. При цьому принцип розгляду не зміниться. У разі кубічної форми отримаємо десять рівнянь з десятима невідомими, у формі четвертого ступеня - п'ятнадцять рівнянь з п'ятнадцятьма невідомими.

Слід зазначити, що у м. Кам'янське в 2016 р. розпочато створення системи комплексного екологічного моніторингу, яка надасть можливість здійснювати вимірювання в автоматичному неперервному режимі хімічних речовин (оксид вуглецю, двоокис азоту, двоокис сірки), вміст яких в атмосферному повітрі визначає його якісний стан та проводити вимірювання гамма-випромінювання.

Реалізація системи комплексного екологічного моніторингу може бути виконана за допомогою мови програмування Java [9-10].

Висновки та напрямки подальших досліджень. Проведений аналіз сучасного стану систем регіонального екологічного моніторингу показав, що впровадження в практичну площину систем моніторингу в Україні стикається як з фінансовими труднощами, так і з слабкою апаратно-технічною базою вимірювальних комплексів. Застаріле як фізично, так і морально приладово-технічне оснащення державної системи екологічного моніторингу не забезпечує вимірювання всього спектру показників, не передбачає автоматизованого збору, аналізу і зберігання інформації та оперативного надання її основним споживачам та потребує принципового удосконалення.

Розроблена математична модель розрахунку обсягів шкідливих викидів в атмосферу на локальній території промислово-урбанізованого регіону. Запропонована методика пошуку емпіричної залежності, яка не тільки мало ухиляється від контрольних вимірювань, що проводяться на постах забору повітря, а й має малі градієнти в районі підприємств-забруднювачів, тобто має локальні максимуми або тенденцію до локальних максимумів поблизу підприємств-забруднювачів.

Проведена апробація математичної моделі для міста Кам'янське, яке входить в десятку найбільш забруднених міст України. Побудовані функції розповсюдження шкідливих речовин по території міста.

Список литературы

1. Алистер Коберн / Современные методы описания функциональных требований к системам / А. Кольберн. – М.: Издательство Лори, 2002. – 263 с.
2. Леффингуелл Д. Принципы работы с требованиями к программному обеспечению / Леффингуелл Д, Уидриг Д. – М.: ИД "Вильямс", 2002. – 323 с.
3. Munn R. Global environmental monitoring system (GESM). Action plan for phase I. SCOPE, rep. 3, Toronto, 1973. 130 p.
4. Козуля Т. В., Шаронова Н. В. Моделирование структуры и идентификация корпоративной экологической системы (КЭС) // Проблемы информационных технологий. – 2007. – № 1. – С. 178–185.
5. Хвесик М. Екологічна криза в Україні: соціально-економічні наслідки та шляхи їх подолання / М. Хвесик, А. Степаненко // Економіка України – 2014. – № 1 (626). – С. 74–86.
6. Офіційний сайт Міністерства екології та природних ресурсів України [Електронний ресурс]: Екологічний моніторинг довкілля – Режим доступу: – <http://www.menr.gov.ua/monitoring>
7. Офіційний сайт Кам'янської міської ради [Електронний ресурс]: Дані лабораторії спостережень за забрудненням атмосферного повітря – Режим доступу: – <http://dndz.gov.ua/gromadi/ekologiya>.
8. Головне управління статистики у Дніпропетровській області. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://www.dnprstat.gov.ua>.
9. Лонг Ф., Мохиндра Д., Сикорд Р., Сазерленд Д., Свобода Д. Руководство для программиста на Java: 75 рекомендаций по написанию надежных и защищенных программ. Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2014. – 256 с.
10. Хорстман, С., Корнелл Г. Java 2. Библиотека профессионала. Основы. Пер. с англ. под ред. В.В. Вейтмана. – М.: Вильямс, 2007. – 896 с.

Рукопис подано до редакції 20.03.16

УДК 658.3: 622.8

И.П. ПОДОЙНИЦЫН, аспирант, Криворожский национальный университет

АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Выполнен анализ современных организационно-технических мероприятий воздействия на экологическую безопасность горнодобывающих регионов с открытым способом разработки месторождений и определены дальнейшие пути их совершенствования.

Экологическая ситуация в г.Кривом Роге образовалась под воздействием длительной интенсивной деятельности предприятий горнодобывающей, металлургической, машиностроительной, химической промышленности, предприятий теплоэнергетики и производства стройматериалов. В Криворожском бассейне расположено 8 из 11 предприятий Украины по добыче и переработке железорудного сырья. Всего на территории города расположено 109 промышленных предприятий, являющихся источниками загрязнения окружающей среды. Валовые выбросы 13 крупнейших предприятий-загрязнителей атмосферного воздуха горнометаллургического комплекса (ПАО "Ингулецкий горно-обогатительный комбинат", ОАО "Арселор Миттал Кривой Рог", ЗАО "Криворожский завод горного оборудования", ОАО "Сухая Балка", ОАО "Южный горно-обогатительный комбинат", ОАО "Центральный горно-обогатительный комбинат", ОАО "Северный горно-обогатительный комбинат", ОАО "Хайдельберг Цемент Украина", ГП "Криворожтеплоцентрали", ПАО "Криворожский железорудный комбинат", ОАО "Мариупольский металлургический комбинат им. Ильича", ГОК "Укрмеханобр "КП" Криворожтеплосеть") составляют 99,7% общих выбросов от стационарных источников выбросов по городу. В целом, несмотря на то, что в последние годы наблюдается тенденция к уменьшению антропогенного давления на окружающую среду, уровень техногенной нагрузки остается высоким, а экологическая ситуация - неудовлетворительной. Исходя из специфики технологии добычи железорудного сырья, связанной с применением массовых взрывов в карьерах горно-обогатительных комбинатов, особое место в перечне факторов техногенного воздействия занимают выбросы загрязняющих веществ при использовании взрывчатых веществ. Большая концентрация в г. Кривом Роге предприятий различных отраслей производства, а также постоянное увеличение количества транспортных средств определили необходимость проведения мониторинговых наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха города и распространением загрязняющих веществ на его территории.

По оперативным данным предприятий ГКМ города выбросы загрязняющих веществ в воздух 2015 г. составили 315,4 тыс.т, что на 3,6 % меньше, чем в 2014 г.

Ключевые слова: гидрообеспыливание пылегазовыделение, хвостохранилища, открытые горные работы, техногенное воздействие.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Открытые горные работы создают техногенную нагрузку на составляющие части окружающей среды: литосферу, атмо-