

ДИНАМІЧНІ ІНТЕРВАЛЬНІ МОДЕЛІ ЗБИТКІВ ВНАСЛІДОК ЗАБРУДНЕННЯ АВТОТРАНСПОРТОМ

Дивак М.П., д. т. н., Кушнір О.К., аспірант

Тернопільський національний економічний університет

В умовах сучасної економічної кризи існує низка екологічних проблем, до яких належать ті, які пов'язані з погіршенням стану (якості) середовища проживання людей, спричиненого діяльністю самого людського суспільства.

Особливо складна екологічна ситуація склалася у великих містах та промислово розвинутих регіонах України, де існують високі концентрації шкідливих речовин у повітрі. Значну частку забруднення атмосферного повітря складають викиди шкідливих речовин з відпрацьованими газами автотранспорту.

Оцінку екобезпеки автотранспорту здійснюють на основі розрахунків викидів відпрацьованих газів для різних марок рухомого складу автомобілів і з урахуванням індивідуальних викидів кожного автомобіля на різних трасах. Зрозуміло, що така оцінка не є досить ефективною і не враховує багато факторів. Крім того, не завжди існуючі методики спираються на реальні показники. Хоча в кожному регіоні існують санітарно-епідеміологічні станції (СЕС), які проводять постійний контроль миттєвих значень шкідливих викидів, включаючи і викиди автотранспорту. Однак, лабораторне обладнання характеризується значними вимірвальними похибками (до 50%). За таких умов випадковою складовою похибок вимірювань можна знехтувати і враховувати при побудові моделей граничні амплітуди похибок вимірювань, тобто перейти до інтервальних моделей представлення вимірних концентрацій шкідливих речовин та інтервальних моделей для прогнозування збитків [3,4].

Тому побудова інтервальних моделей динаміки збитків, нанесених довіллю автотранспортом є досить актуальною.

Динаміку збитків описують різницевиими рівняннями:

$$\bar{x}_{k+1} = G \cdot \bar{x}_k + Q \cdot \bar{u}_k, \quad k = 0, \dots, N-1, \quad (1)$$

де k - номер часової дискрети; \bar{x}_k, \bar{x}_{k+1} - вектори (розмірністю $n \times 1$), задають розмір збитків (динаміку) в k -й та $k+1$ -й дискретний момент часу, відповідно; $\bar{u}_k = \langle u_{1k}, u_{2k}, \dots, u_{pk} \rangle$ - вектор (розмірністю $p \times 1$), компоненти якого задають інтенсивності транспортних потоків, погодні умови, силу та напрям вітру, а також інші фактори впливу на розмір збитків в k -й дискретний момент часу;

$$G = \begin{pmatrix} g_{11} & \dots & g_{1i} & \dots & g_{1n} \\ g_{21} & \dots & g_{2i} & \dots & g_{2n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ g_{n1} & \dots & g_{ni} & \dots & g_{nn} \end{pmatrix}, \quad Q = \begin{pmatrix} q_{11} & \dots & q_{1i} & \dots & q_{1p} \\ q_{12} & \dots & q_{2i} & \dots & q_{2p} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ q_{n1} & \dots & q_{ni} & \dots & q_{np} \end{pmatrix}$$

– матриці параметрів моделі, елементи яких необхідно ідентифікувати.

Алгебричні рівняння, що описують залежність між збитками та їх причиною - миттєвими концентраціями шкідливих викидів, запишемо у такому вигляді:

$$\bar{y}_{k+1} = C \cdot \bar{x}_{k+1} + \bar{e}_{k+1}, \quad k = 0, \dots, N-1, \quad (2)$$

де \bar{y}_{k+1} - вектор (розмірністю $m \times 1$) вимірних значень концентрацій шкідливих речовин;

C - матриця розмірністю $(m \times n)$, яка задає взаємозв'язок між концентраціями виявлених миттєвих значень шкідливих речовин і збитками різних видів; $\bar{e}_{k+1} = \langle e_{1k+1}, e_{2k+1}, \dots, e_{mk+1} \rangle$ - вектор обмежених за амплітудою похибок, який враховує похибки вимірювань концентрацій шкідливих викидів, похибки приведення миттєвих значень концентрацій до отриманих за період дискрети та ін. Вважають, що граничні межі цих похибок є відомими, тобто

$$|e_{1k+1}| = |e_{2k+1}| = \dots = |e_{mk+1}| = |e_{k+1}| \leq \Delta_{k+1}, \quad \Delta_{k+1} > 0 \quad \forall k = 0, \dots, N-1.$$

Динаміку збитків описують допусковими коридорами:

$$[\hat{x}_{k+1}] = [\hat{x}_{k+1}^-, \hat{x}_{k+1}^+] \subseteq [\bar{z}_{k+1}] = [\bar{z}_{k+1}^-, \bar{z}_{k+1}^+], \quad k = 0, \dots, N-1,$$

де $[\hat{x}_{k+1}] = \hat{G} \cdot [\hat{x}_k] + \hat{Q} \cdot \vec{u}_k$, \hat{G} та \hat{Q} – матриці оцінок параметрів моделі (1), $[\vec{z}_{k+1}^-; \vec{z}_{k+1}^+]$ – вектор допусків оцінок збитків, отриманий на основі перерахунку миттєвих концентрацій шкідливих викидів.

Для отримання оцінок параметрів моделі (1) спочатку необхідно встановити взаємозв'язок між миттєвими значеннями концентрацій шкідливих викидів автотранспорту та збитками.

В доповіді наведено результати ідентифікації інтервальної лінійної динамічної моделі збитків. При цьому із застосуванням методів аналізу інтервальних даних отримано такі наукові та практичні результати:

- для розв'язування задачі ідентифікації інтервальних моделей лінійних динамічних систем, що утворюють допусків коридори, шляхом введення додаткових обмежень на параметри лінійної динамічної моделі адаптовано методи розв'язування задач лінійного програмування, що дозволило суттєво спростити методи ідентифікації вказаних систем;

- запропоновано методику інтервального оцінювання динаміки збитків нанесених середовищу внаслідок забруднення приземистого шару атмосфери автотранспортом, яка на відміну від існуючих базується на встановленні миттєвих виміряних концентрацій шкідливих викидів, що дозволило підвищити точність оцінки збитків та прогнозувати їх динаміку.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=402-2003-%EF>.
2. Bartkova L., Dyvak M. Modeling of expenses caused by enterprises economic activity influens on social-ecological environment by means of computer system// Proc. of the second IEEE international workshop on "Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications". Lviv, 2003. - P. 257-260.
3. Дивак М., Стахів П., Каліщук І. Удосконалений метод допустимого оцінювання параметрів інтервальних динамічних моделей //Відбір та обробка інформації.- 2007. – Вип 26 (102) - С.27-35.
4. Кунцевич В., Лычак М. Получение гарантированных оценок в задачах параметрической идентификации // Автоматика. – 1982. – №4. – С.49–59.