

*Пісня Л.А., канд. техн. наук, доц., НУЦЗУ,
Касьян О.І., канд. техн. наук, доц., НУЦЗУ,
Михальська Л.Л., канд. техн. наук, директор,
Харківський науковий центр військової екології*

ВИБІР КРИТЕРІЮ ОЦІНКИ ТЕХНОГЕННОГО ВПЛИВУ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ НА ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

(представлено д-ром техн. наук Прохачем Е.Ю.)

Викладено результати аналізу та вибору критеріїв оптимізації кількості вимірів та визначено шляхи підвищення достовірності комплексної оцінки техногенного впливу надзвичайних ситуацій на екологічний стан території дослідження

Ключові слова: критерій, багатокритеріальність, екологічна безпека, комплексна оцінка впливу

Постановка проблеми. Актуальність проблематики оцінювання впливу надзвичайних ситуацій (НС) на здоров'я людини та навколишнього середовища закріплена законами та нормативними документами України. При цьому надзвичайні ситуації техногенного впливу на природне середовище є комплексними та багатокритеріальними з наявністю невизначених факторів (чинників) і потребують враховувати думки всіх осіб, що приймають та ухвалюють рішення (ОПР) стосовно забезпечення безпеки життєдіяльності людини та екологічної безпеки навколишнього природного середовища.

Розглянемо декілька ключових понять теорії прийняття рішення в складних ситуаціях [1].

Відмінність між поняттями *показник ефективності* і *критерій ефективності*: показниками називаються самі функції, які в кількісній мірі виражають ступінь відповідності результатів, що досягаються, поставленим цілям, а критеріями – правила зіставлення значень цих функцій з вимогами, що характеризують необхідний чи ж бажаний ступінь досягнення мети [1, 2]. Саме ці міркування будемо далі використовувати в роботі.

Багатокритеріальність екологічних оцінок факторів, що впливають (забруднюють) природне середовище (ФЗ) полягає в тому, що під час оцінки їхнього впливу на довкілля, не вдається

обійтися одним критерієм, і доводиться привертати групу, а іноді декілька груп критеріїв.

Як правило, критерії впливу ФЗ на конкретні елементи навколишнього природного середовища (НПС) суперечливі в тому сенсі, що не існує рішення найкращого для кожного елемента довкілля одночасно.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для вибору критерію застосуємо теорію прийняття рішення для складних ситуацій [1]. При цьому під поняттям “прийняття рішення” будемо розуміти надання експертом чи будь-якою особою, що приймає рішення переваг тому чи іншому виміру, фактору-забруднювачу, об'єкту території, виду заходів.

В формалізованому вигляді сутність процесу оцінювання ефективності заходів забезпечення екологічної безпеки можна визначити, як три вектори інформаційного потоку [2, 5]:

1) Вектор дійсного екологічного стану навколишнього природного середовища $I (x_{\min} < x(t) < x_{\max})$. Параметрами його є змінні величини, що характеризують життєздатність військової природно-техногенної геосистеми.

2) Вектор параметрів (спостереження) вимірюваності екологічного стану навколишнього природного середовища $I_{изм} (x_{изм\min}^{изм} < x^{изм}(\Delta t) < x_{изм\max}^{изм})$. Параметрами його є данні про змінні величин, що характеризують життєздатність природно-техногенної геосистеми, які отримані технічним шляхом.

3) Вектор оцінки ефективності управління параметрами екологічного стану навколишнього природного середовища (результативність заходів забезпечення екологічної безпеки) $\Delta R (\Delta r_{\min} < \Delta r^{изм}(\Delta t) < \Delta r_{\max})$. Параметрами його є кількісні зміни величин життєздатності, що характеризують відхилення визначеного значення показника від попереднього.

Теоретично, в умовах, коли кількість параметрів I відповідає кількості $I_{изм}$, оцінити ефективність заходів забезпечення екологічної безпеки можна, знаючи третій вектор, оскільки за однаковий проміжок часу $\Delta R = I - I_{изм}$. Корируючи значення ΔR , можна змінювати стан НПС.

Проблема полягає в тому, що перший вектор є об'єктивним, але завжди є не повністю визначеним і характеризується великою кількістю параметрів, постійно перебуває в динаміці, елементи вектора взаємозалежні в силу екологічних законів. Визначення першого вектора можливе лише експертно-аналітичним шляхом.

Другий вектор залежить від наявних ресурсів та тактико-технічних характеристик засобів вимірювання, кваліфікації дослідників. Кількість параметрів, що характеризують екологічний стан НПС, визначають експертно-аналітичним шляхом, базуючись на значеннях першого вектора.

Найбажанішим способом отримання достовірної інформації про екологічний стан НПС завжди залишаються натурні польові та лабораторні виміри, але всі вони потребують значного часу для досліджень, досконалого матеріально-технічного забезпечення, кваліфікованих кадрів для проведення робіт.

В роботах [4, 5] був визначений критерій оптимальності щодо об'єму необхідної інформації - співвідношення її кількості та цінності, в тому числі й інформації про екологічний стан (рис. 1).

В таблиці 1 запропоновані шляхи підвищення ефективності прийняття рішень експертами з урахуванням цінності (λ) інформації та її кількості (I).

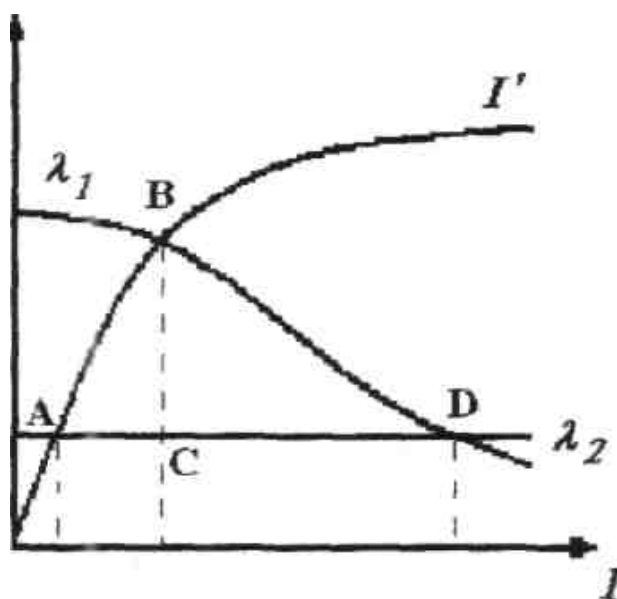


Рис. 1 – Характер залежності між цінністю (λ) інформації та її кількістю (I) [2, 5]

Таким чином, інформативним буде будь-який вектор вимірів, що належить області ABD, який дозволяє прийняти рішення щодо зміни екологічного стану НПС.

Таблиця 1 – Шляхи підвищення ефективності прийняття рішень

№ з/п	Характеристика співвідношення кількості та корисності інформації	Шлях використання для підвищення ефективності прийняття рішення
1.	Область ABC, характеризується наявністю необхідної та достатньої інформації для прийняття рішень ефективного рішення експертом чи ОПР.	Точка А, визначає спроможність прийняти перше ефективне рішення. Дана точка може слугувати критерієм для відбору найвищого рівня компетентності експерта.
2.	Лінія AD визначає кількість достатньої інформації для прийняття рішень.	Дана лінія може слугувати критерієм граничної компетентності експерта.
3.	Точка В відповідає оптимальному співвідношенню кількості отриманої інформації з її цінністю для прийняття рішення.	Кількість необхідної інформації та час на прийняття ефективного рішення залежить від вибору "Доцільних даних" та їхньої ієрархічності, і визначається компетентністю експерта.
4.	Область (BCD), в якій збільшення кількості інформації призводить до зменшення її якості, характеризується зменшенням якості інформативності: зростає час на прийняття рішення; інформація переважає у вигляді нечітких даних, переходить до розряду надлишкової; зростає термін часу прийняття управлінського рішення.	Необхідне обов'язкове упорядкування виду та часу надходження інформації, що дозволить зменшити час обробки експертом інформації.
5.	Точка D є критичною точкою, коли кількість отриманої інформації є гранично допустимою для прийняття управлінського рішення - область негативної інформації	Визначення даної точки може слугувати критерієм кваліфікаційного рівня компетентності експерта.

У деяких задачах оптимізації екологічного моніторингу можливо використати й так званий «метод узагальненого критерію з

обмеженнями [1]» – метод є комбінацією методів головного й узагальненого критеріїв і полягає в тому, що на значення деяких (або навіть усіх) критеріїв $K_{i_1}, \dots, K_{i_n}$ накладаються обмеження $K_{i_j}(u) \leq b_{i_j}$, а із деяких (або навіть усіх) критеріїв конструюється узагальнений критерій F , що і максимізується з урахуванням накладених обмежень. Таким чином, вихідна багатокритеріальна задача зводиться до задачі: знайти $\max_{u \in U} F(u)$, і всяка стратегія, $K_{i_j}(u) \leq b_{i_j}$
 $j=1, \dots, n$

що є рішенням отриманої задачі, вважається оптимальною K_{ij} – ступінь досягнень i – тої підмети j - го рівня. Зрозуміло, що кожен приватний критерій повинен увійти в обмеження або в узагальнений критерій (а може виявитися і в обмеженнях, і в складі F).

Постановка завдання та його вирішення. Основною метою цієї роботи є аналіз та вибір критеріїв оптимізації кількості вимірів та визначити шляхи підвищення достовірності комплексної оцінки техногенного впливу НС на екологічний стан території дослідження: тобто максимізувати інформативність про наявність впливу ФЗ на визначених територіях в умовах заданих обмежень, з урахуванням властивостей ФЗ та територій їх розповсюдження.

Для розкриття сутності процесу експертно-аналітичного оцінювання екологічного стану НПС території необхідно визначити поняття "вектора інформативності вимірів показників НС екологічного стану території" та його вплив на прийняття ефективного рішення під час експертного оцінювання.

Розглянемо модельний приклад рішення задачі для обґрунтування вибору критеріїв оптимізації кількості вимірів.

Задача. Розглянемо оцінювану територію з двох елементів екологічний стан кожного з яких можна оцінити за двома комплексними критеріями K_1 та K_2 (практичний зміст яких, наприклад, інформативність вимірів забруднювачів довкілля (радіоактивність та токсичність)), кількісний показник кожного цих критеріїв позначимо відповідно x_1 - кількість інформативних вимірів радіоактивності та x_2 - кількість інформативних вимірів токсичності.

Вихідні дані: M – виділена сума коштів на всі виміри ($M = 28$); c_1 – вартість одного комплексного виміру на 1-му навчальному

об'єкті ($c_1 = 7$); c_2 – вартість одного комплексного виміру на 2-му навчальному об'єкті ($c_2 = 4$).

Зрозумілі і обмеження на невід'ємність затрачених коштів на виміри та число кількості вимірів. Тобто $c_1 x_1 + c_2 x_2 \leq M$, $x_1 = [x_1] \geq 0$, $x_2 = [x_2] \geq 0$. Для розв'язання задачі необхідно вирішити дилему у вигляді максимізації двох критеріїв: знайти
$$\begin{cases} x_1 \rightarrow \max \\ x_2 \rightarrow \max \end{cases}$$

Якщо виміри рівнозначні, то оптимальне рішення для даної дилеми буде знаходитись на прямій $x_1 = x_2$.

Очевидно, що максимальному значенню x_1 відповідає мінімальне значення x_2 , і навпаки максимальному x_2 відповідає мінімальне x_1 . Але що робити, якщо один з вимірів важливіший від іншого?

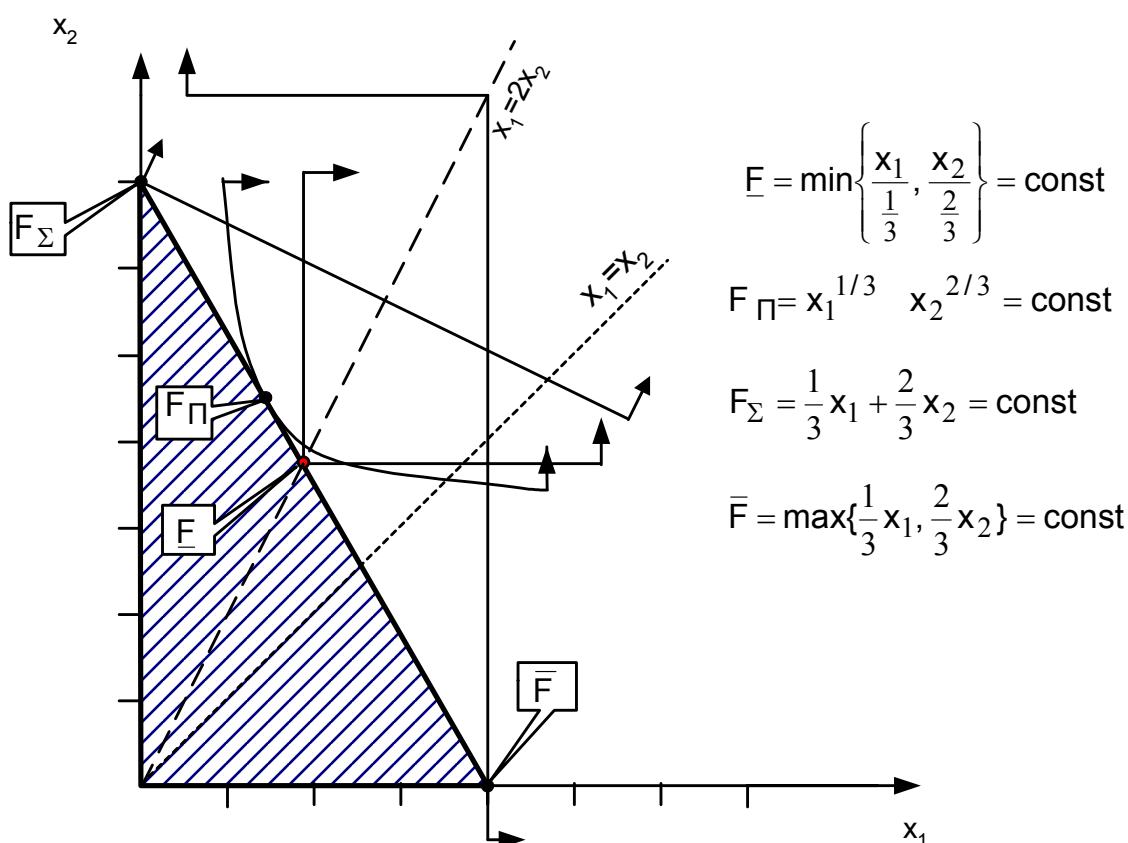


Рис. 2 – Вплив вибору узагальненого критерію на результати оптимізації планування вимірів модельної задачі

Нехай експертна оцінка показала, що виміри x_2 важливіші (інформативніші) від x_1 в 2 рази. Під коефіцієнтами важливості α_i будемо розуміти числові значення переваг отримані експертно-аналітичним шляхом з урахуванням властивостей ФЗ та територій їх розповсюдження.

Тобто, якщо ми проведемо всього три виміри то для максимальної інформативності дослідження двом вимірам x_1 має відповідати один вимір x_2 , тобто інформативність вимірів можна подати у вигляді коефіцієнтів $\alpha_1 = \frac{1}{3}$, $\alpha_2 = \frac{2}{3}$ (відповідно до [1]).

Використаємо декілька варіантів згорток [1]:

$$1) F_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m \alpha_i K_i; \quad 2) F_{\Pi} = \prod_{i=1}^m K_i^{\alpha_i}; \quad 3) \underline{F} = \min_{i \in M} \frac{K_i}{\alpha_i}; \quad 4) \overline{F} = \max_{i \in M} \alpha_i K_i$$

з метою переходу від двокритеріальної до однокритеріальної задачі та з урахуванням обмежень і вихідних даних представимо задачу графічно (рис. 2).

Із аналізу рис. 2 зрозуміло, що лише два види згорток $\underline{F}$ та F_{Π} дозволяють коректно, з точки зору екологічної безпеки, підійти до розв'язання поставленої задачі оптимізації. Тобто обов'язково враховувати два комплексні вимірювання, навіть коли оптимальне математичне рішення вимагає знехтувати одним з них, наприклад, для згортки виду F_{Σ} або для згортки виду $\overline{F}$.

Висновки:

- Необхідність експертно-аналітичних методів оцінювання екологічного стану НПС території у НС буде існувати завжди.
- Інформативність вимірів екологічного стану НПС для ОПР визначається множиною значень інформації, що відповідає області криволінійного трикутника ABD. За цих умов експерт здатний прийняти ефективне рішення.
- Підвищити ефективність роботи експерта можна за рахунок надання корисної інформації в кількості та значеннях, відповідних часу, для прийняття рішення.
- В результат досліджень встановлено, що критерій $\underline{F}$ — найкраще відповідає фізичному змісту постановки наукової задачі — підвищити достовірність комплексної оцінки техногенного впливу НС на екологічний стан території дослідження за рахунок раціонального розподілу вимірів (тобто максимізувати інформативність про наявність впливу ФЗ на визначених територіях) в умо-

вах заданих обмежень, з урахуванням властивостей ФЗ та територій їх розповсюдження.

- Критерій F_{II} доцільно використовувати лише в умовах невизначеності значень вагових коефіцієнтів ФЗ та вагових коефіцієнтів (пріоритетів) територій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Подиновский В.В. Математическая теория выработки решений в сложных ситуациях. Учебник.-М.: МО СССР, 1981.-212 с.
2. Лисенко О.І., Яковлев Є.О., Чумаченко С.М., Пісня Л.А. Експертно-аналітичне оцінювання в задачах екологічної безпеки. Міфи та реальність // Зб. праць Національного НДЦ ОТ і ВБ України, "Военно-екологічна думка". Тематичний випуск №2 / За ред. Шевченка В.Л., Лисенка О.І., Лисиченка Г.В., Чумаченка С.М. – К.: ННДЦ ОТ і ВБ України. – 2007.– С. 18 – 26.
3. Надежность и эффективность в технике: Справочник: В 10 т. / Ред. совет: В.С. Авдуревский (пред.) и др. - М.: Машиностроение, 1988. - (В пер.) Т.3. Эффективность технических систем / Под общ. ред. В.Ф. Уткина, Ю.В. Крючкова. – 328 с.
4. Горский Ю.М. Системно-информационный анализ процессов управления. - М.: Наука, 1988.-322 с.
5. Козуля Т.В., Петрухин С.Ю. Місце екологічного портрету території в інформаційному забезпеченні систем моніторингу // Вестник Херсонского НТУ. Сборник научных трудов. Тематический выпуск "Информационные технологии". - Херсон: НТУ. - 2007.- № 3 (27) - С.230 – 233.

Пісня Л.А., Касьян А.И., Михальская Л.Л.

Выбор критерия оценки техногенного воздействия чрезвычайных ситуаций на природную среду

Изложены результаты анализа и выбора критериев оптимизации количества измерений и определено пути повышения достоверности комплексной оценки техногенного воздействия чрезвычайных ситуаций на экологическое состояние территории исследования

Ключевые слова: критерий, многокритериальность, экологическая безопасность, комплексная оценка воздействия

Pisnya L.A., Kasyan A.I., Mikhalskaya L.L.

The choice of criteria for technogenic impact assessment of the extraordinary situations on environment

The results of analysis and choice of criteria for optimization of the measurements' quantity are studied in the article. The ways for quality improvement of the integrated technogenic impact assessment of the extraordinary situations of the research area are investigated.

Key words: criteria, set of criteria, environmental safety, techogenic impact assessment

УДК 614.876:355.58

*Попов В.М., канд. техн. наук, проректор, НУГЗУ,
Ромин А.В., канд. техн. наук, зам. нач. фак., НУГЗУ,
Фесенко Г.В., канд. техн. наук, доц., НУГЗУ*

**ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ДОЗОВОЙ НАГРУЗКИ
НАСЕЛЕНИЯ РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ
ЗА СЧЕТ УПОТРЕБЛЕНИЯ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ**

(представлено д-ром техн. наук Куценко Л.Н.)

Приведены результаты прогнозирования содержания цезия-137 в молоке коров, для кормления которых используются сельскохозяйственные культуры, выращенные на радиоактивно загрязненных почвах с различным содержанием обменного калия

Ключевые слова: коэффициент перехода радионуклидов, допустимый уровень содержания радионуклидов, суточный рацион

Постановка проблемы. В связи с тем, что население радиоактивно загрязненных территорий Украины до 80-90% дозовой нагрузки получает при употреблении загрязненных радионуклидами продуктов питания, в особенности молока, важнейшей задачей по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС является получение молочной продукции в личных подсобных хозяйствах в соответствии с установленными в [1] допустимыми уровнями. Качественное решение данной задачи невозможно без заблаговременного прогноза содержания радионуклидов в молоке коров, употребляющих различные виды сельхозпродукции. Данный прогноз позволит определить возможность упот-

Особенности формирования дозовой нагрузки населения радиоактивно загрязненных территорий за счет употребления молочной продукции