

## АНАЛІЗ СТАТИЧНИХ І ДИНАМІЧНИХ МОДЕЛЕЙ РЕСУРСНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАДАЧІ МІНІМІЗАЦІЇ НАСЛІДКІВ НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ

*Чуб І.А., д.т.н., проф., Михайловська Ю. В.  
Національний університет цивільного захисту України*

Високий ступінь урбанізації європейських країн підвищує ризик реалізації техногенної надзвичайної ситуації (ТНС), ступінь можливих матеріальних збитків, шкоди навколишньому середовищу, кількість постраждалих. Поточний стан справ щодо забезпечення техногенної безпеки в Україні як країні, що займає центральне географічне місце на європейському континенті, обтяжується проведенням масштабної довготривалої антитерористичної операції, наявністю розвиненої трансконтинентальної мережі транспортування рідких та газоподібних вуглеводнів, деградацією основних фондів промислових підприємств та інженерної інфраструктури.

Абстрагуючись від конкретного виду ТНС, розглянемо задачу мінімізації її наслідків (ЗМН) в частині ресурсного забезпечення процесу. Ця задача виникає на етапі стратегічного планування та визначення регламенту дій частин державної служби України з надзвичайних ситуацій в умовах ТНС.

Виділимо основні особливості ресурсного забезпечення ЗМН, що визначають методику її розв'язання. Такими характеристиками є:

- невизначеність обсягу, типів ресурсів, рівню та кваліфікації персоналу;
- невизначеність необхідного обладнання та джерел надходження обладнання;
- невизначеність моментів початку та тривалості використання ресурсів та обладнання;
- невизначеність факторів впливу зовнішнього середовища на територіальну систему техногенної безпеки (ТСТБ);
- невизначеність результатів.

Кожна з виділених вище властивостей є векторною величиною, тобто її можна подати як множину упорядкованих параметрів невизначеностей зазначеного типу. Наприклад, множина факторів впливу зовнішнього середовища на ТСТБ включає економічні, політичні, соціальні, інформаційні, технологічні впливи тощо, які генерує система більш високого рівня ієрархії – активні впливи, поряд з цим в якості впливів зовнішнього середовища виділяють погодні умови (пасивні впливи). Невизначеність моментів початку та тривалості використання ресурсів та обладнання обумовлюється характеристиками перебігу попередніх зусиль з ліквідації наслідків ТНС, станом транспортних мереж – певні ланки транспортної мережі можуть бути зруйновані, тощо.

Отже, виділені особливості ресурсного забезпечення не є детермінованими і навіть, в загальному випадку, не є ймовірнісними величинами. Відмітимо, що мова йде саме про невизначеність параметрів, наведених вище, тому що у загальному випадку досліднику невідома жодна з характеристик, що властива ймовірнісним величинам, таких як загальноприйнятні точкові характеристики: математичне сподівання, дисперсія, варіація, тощо, а також ймовірність реалізації, функція розподілу (щільність ймовірності – якщо мова йде про тривалість використання ресурсів та обладнання). Якщо й є якась статистика, то ці часові ряди є надзвичайно короткими, щоб можна було на основі їх дослідження діставати достовірні висновки. Більш того, для того, щоб уможливити застосування наявних статистичних даних, необхідно забезпечити для проведення експерименту однакові умови оточуючого середовища, що не представляється можливим в умовах української дійсності, що динамічно розвивається.

Аналіз закордонних публікацій показав, що вони стосуються головним чином

природних надзвичайних ситуацій [1, 2]: землетрусів, цунамі, ураганів. В закордонній науковій пресі такі підходи в динамічній та статичній постановках об'єднані в новий науковий напрям, що одержав назву «гуманітарна логістика». Як впливає з назви, автори зосереджуються на питаннях своєчасного постачання необхідної номенклатури матеріального забезпечення у зону надзвичайної ситуації, та в достатньому обсязі.

Визначено також, що однією з вузлових проблем в гуманітарній логістиці є проблема транспортування та евакуація постраждалих із зони ТНС. В роботі [2] наведено досить ґрунтовну класифікацію, що містить близько 60 посилань на відповідні публікації за останні 10 років, що стосуються проблематики побудови оптимізаційних математичних моделей таких задач, структурованих за видами функцій мети та наявних обмежень.

Серед множини цих досліджень відмітимо публікацію [3], яку присвячено розвитку ймовірнісної моделі доставки екстреної допомоги у випадку випадкового попиту і ненадійного каналу транспортування на основі застосування теорії транспортної інженерії в надзвичайних ситуаціях. По суті близька детермінована задача дискретної оптимізації розглядалася у публікації [4], де запропоновано оптимізаційну математичну модель і метод розв'язання задачі про прокладання мережі допоміжних трас в зоні ТНС.

Загалом задача ресурсного забезпечення етапу ліквідації наслідків ТНС формулюється як задача мінімізації обсягу матеріальних, кадрових, інформаційних ресурсів та часу, необхідних для виконання заданої множини рятувальних операцій.

У цьому сенсі цікавим представляється підхід до моделювання задач ресурсного забезпечення як динамічних задач оптимального розміщення [5,6] в детермінованій постановці та із застосуванням методології інтервального аналізу [7], тобто урахування можливості подання невизначеності тривалості виконання регламентних робіт на основі представлення часової характеристики роботи у вигляді певного інтервалу.

На основі проведеного аналізу особливостей задачі оптимізації ресурсного забезпечення етапу мінімізації наслідків ТНС в сучасних умовах та наявного арсеналу конструктивних засобів її моделювання та розв'язання визначені напрямки подальших досліджень щодо розробки методів моделювання і організації ресурсного забезпечення задачі мінімізації наслідків ТНС в умовах невизначеності зовнішнього середовища

## ЛІТЕРАТУРА

1. Fiedrich F. Optimized resource allocation for emergency response after earthquake disasters / F Fiedrich, F. Gehbauer, U. Rickers // *Safety Science*. – Vol. 35. – № 1–3. – 2000. – P. 41–57.
2. Safeera M. Analyzing transportation and distribution in emergency humanitarian logistics / M. Safeera, S.P. Anbuudayasankara, Kartik Balkumar etc. // *Procedia Engineering*. – 97. – 2014. – P. 2248 – 2258.
3. Xiang L. A Model on Emergency Resource Dispatch under Random Demand and Unreliable Transportation / L. Xiang, L. Yongjian // *Systems Engineering Procedia*. – № 5. – 2012. – С. 248 – 253.
4. Смеляков С. В. Численная реализация математической модели дискретной задачи оптимизации сети трасс / С. В. Смеляков, А. Б. Элькин // *Вісник ХНУ*. – 2008. – Вип. 9. – С. 178–191.
5. Новожилова М.В. Оптимальний розподіл ресурсів при реалізації проектів реконструкції інженерних мереж в мультипроектному середовищі / М.В. Новожилова, О.І. Чуб // *Вісник НТУ «ХПІ»*. – 2013. – Вип. 6. – С. 67-75.
6. Novozhilova M.V. Optimization problem of allocating limited project resources with separable constraints / M.V. Novozhilova, I.A. Chub, M.N. Murin // *Cybernetics and Systems Analysis*. – 2013. – Vol. 49. – P. 632-642.
7. Новожилова М.В. Оптимизационная задача управления ресурсами с учетом погрешностей исходных данных / М.В. Новожилова, Н.О. Попельных // *Геометричне та комп'ютерне моделювання*. – 2006. – Вип. 15. – с. 64-73.