

МОДЕЛЮВАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПІДРОЗДІЛУ ЯК АКТИВНОГО АГЕНТА В СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ ПІД ЧАС ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ

Неклонський І. М., к.військ.н.

Національний університет цивільного захисту України

Одним із важливих факторів, який впливає на ефективність процесу ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій (НС), є функціонування системи оперативного управління. Тому дослідження відповідної системи є актуальним питанням. Для дослідження організаційної структури системи управління процесом ліквідації наслідків НС пропонується використати структурно-функціональну [1] та мультигентну [2] концепції. Система управління представляється у вигляді множини взаємопов'язаних і взаємодіючих агентів (активних елементів), що мають свої локальні цілі та ресурси, які узгоджені із загальною метою системи та наявними ресурсами.

Одним із найважливіших елементів у цій структурі є функціональний підрозділ (ФП), який реалізує певну технологію аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт (АРІНР), як активний агент системи. При чому, ФП може розглядатись і як самоврядний агент. Тобто він може самостійно формувати, виконувати та контролювати свої дії щодо реалізації ресурсів (R_i), спрямованих на виконання запланованого обсягу робіт. Тоді процес ліквідації наслідків НС, як об'єкт управління, трансформується на певний обсяг робіт (V_i), після виконання якого буде виконане поставлене завдання. Сам ФП, як автономний самоврядний агент, може бути системою управління, що складається з таких елементів, як плануючий (ПЕ), прямого управління (ЕПУ), керуючий (КЕ), виконуючий (ВЕ), аналізу та інформування (ЕАІ).

Структура управління процесом виконання АРІНР у ФП буде будуватись за комбінованим принципом: поєднання прямого управління із замкнутим управлінням за принципом зворотного зв'язку. В якості елементів-агентів тут можуть виступати як окремі особи, так і група людей, оснащених відповідними технічними засобами. В такому випадку діяльність ВЕ можна описати наступним диференціальним рівнянням:

$$T_{0i} \cdot \frac{d^2 V_i(t)}{dt^2} + \frac{dV_i(t)}{dt} = k_{0i} \cdot \left[T_i \cdot \frac{\dot{R}_i \cdot (t - \tau_i)}{dt} + R_i \cdot (t - \tau_i) \right] + f(t), \quad (1)$$

де T_{0i} – постійна часу, що відображає інерційність переходу від одного темпу виконання робіт до іншого; T_i – постійна часу, що відображає такі характеристики діяльності ВЕ як рівень професіоналізму рятувальників, використання сучасних технологій та високопродуктивного обладнання, рівень організації робіт; τ_i – чисте запізнення в часі, пов'язане з тимчасовими витратами на аналіз ситуації, характеру та ефективності виконуваних робіт, на передислокацію людей і техніки; k_{0i} – коефіцієнт, що відображає вплив темпів витрати ресурсів на виконання робіт; $f(t)$ – вплив на об'єкт управління різних факторів, що заважають виконанню робіт (складні природні умови, нестача ресурсів, вихід з ладу техніки, травми людей і т. д.) і сприяють зниженню темпу виконання робіт.

Застосовуючи перетворення Лапласа при нульових початкових умовах, отримаємо передавальну функцію у вигляді [3, 4]:

$$W_{0i}(s) = \frac{k_{0i} \cdot (T_i s + 1)}{s \cdot (T_0 s + 1)} \cdot e^{-\tau_i s}. \quad (2)$$

Якщо до процесу ліквідації наслідків НС залучено декілька ФП, то систему управління необхідно розглядати як взаємодію органу управління (ОУ) з відповідними ФП. Тоді процес організації АРІНР необхідно розглядати з позиції організаційного об'єкта управління, для переведення якого з поточного у стан ефективної роботи потрібно здійснення низки організаційних заходів направлених на виконання деякого обсягу робіт із необхідним темпом. А концепція взаємодії ОУ із ФП зводиться до наступного:

– ОУ управляє ФП як активними агентами шляхом планування та розподілу ресурсів та темпів їх поставок між ними за їх запитами;

– ОУ забезпечує доставку ресурсів та визначає робочу зону для діяльності ФП;

– ФП реалізують видані ресурси на виконання запланованого обсягу робіт з максимальною ефективністю, складають звіт (дають інформацію) про витрачені ресурси та роблять новий запит. При цьому, кожний ФП самостійно визначає для себе запити ОУ на планові темпи витрати ресурсів залежно від: потрібних темпів АРІНР; темпів зростання загроз від дії небезпечних факторів НС; наявного обсягу ресурсів.

Якщо вважати, що кожний ФП використовує цілком певні типи ресурсів: людські, матеріальні, технічні, технологічні, паливно-енергетичні, інформаційні тощо. То, з тієї чи іншої причини може виявитися, що витрата окремих ресурсів на АРІНР буде перевищувати заплановані, тобто ресурси витрачались неефективно. Для ОУ важливо прогнозувати цю ситуацію і будь-коли точно знати, як витрачає ресурси кожний ФП. А управляти відповідною ситуацією можна шляхом моделювання оперативної підтримки темпів виконання робіт. Це може бути здійснено з використанням методу динамічного програмування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Vytvytska, O. D., Martynyuk, O. A., Shpak, N. O., Karcheva, G. T., Medynsky, I. P., Nodzhak, L. S. (2020). Structural-functional modeling for the determination of the company's equilibrium conditions in the dynamic business environment. *Mathematical modeling and computing*. 7. 1. 104–111. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/mmc_2020_7_1_13
2. Abbas, H. A., Shaheen, S. I., Amin, M. H. (2015). Organization of Multi-Agent Systems: An Overview. *International Journal of Intelligent Information Systems*. 4(3). 46–57. DOI: 10.11648/j.ijis.20150403.11.
3. Jalili, N., Candelino, N. W. (2023). System Transfer Function Analysis. In *Dynamic Systems and Control Engineering*. Cambridge: Cambridge University Press. 312–374. DOI: 10.1017/9781108923156.007.
4. Gribkova, N., Zitikis, R. (2019). Assessing Transfer Functions in Control Systems. *Journal of Statistical Theory and Practice*. 13. 35. DOI: 10.1007/s42519-018-0035-2.