

УДК 005+69.03+004.424

В.П. Квашук, Ю.П. Рак, В.В. Бондаренко

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Львів

МЕХАНІЗМИ УПРАВЛІННЯ РОЗПОДІЛОМ РЕСУРСІВ У ПРОЕКТАХ РОЗВИТКУ СКЛАДНИХ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ

Запропоновано інноваційні механізми розподілу обмежених ресурсів при проектно-орієнтованому управлінні проектами, портфелями проектів і програм розвитку складних соціально-економічних систем у сфері цивільного захисту. Формалізовано задачі мінімізації матеріальних і фінансових ресурсів для умов мінімізації ризику та витрат з метою забезпечення стану безпеки життєдіяльності.

Ключові слова: механізми управління, розподіл ресурсів, проекти, складні системи, моделі, ризики, методи

Предложены инновационные механизмы распределения ограниченных ресурсов при проектно-ориентированном управлении проектами, портфелями проектов и программ развития сложных социально-экономических систем в сфере гражданской защиты. Формализованы задачи минимизации материальных и финансовых ресурсов для условий минимизации риска и расходов с целью обеспечения состояния безопасности жизнедеятельности.

Ключевые слова: механизмы управления, распределение ресурсов, проекты, сложные системы, модели, риски, методы

Proposed innovative mechanisms for the allocation of scarce resources in the project-oriented project management, project portfolio and program development of complex social and economic systems in the field of civil protection. Formalized the problem of minimizing the material and financial resources for the conditions to minimize the risk and expense to ensure the security of the state of life.

Keywords: mechanisms of control, resource allocation, projects, complex systems, models, risks, methods

Вступ

Кризові ситуації на державному, європейському та світовому рівнях потребують особливої уваги щодо розробки механізмів та методології проектно-орієнтованого управління виробничим процесом для забезпечення умов підвищення безпеки та ефективності функціонування проектного офісу системи цивільного захисту. Система цивільного захисту належить до складних соціально-екологічних систем управління проектами, портфелями проектів і програм, виконання яких спрямоване на досягнення стану безпечної експлуатації виробничих процесів за оптимального розподілу ресурсів. Тому для мінімізації числа причин, що викликають провал у реалізації проектів, портфелів проектів чи програм, необхідно розробити механізми оптимального розподілу ресурсів, забезпечивши умови об'єктно-орієнтованого управління в проектах.

Таким чином, розробка механізмів оптимального розподілу ресурсів сприятиме

підвищенню ефективності процесів управління, що протікають у проектному офісі системи цивільного захисту і є актуальною задачею.

Постановка проблеми

Проведено аналітичне оцінювання стану природно-техногенної небезпеки України в цілому та регіонів зокрема, показано динаміку зростання рівня небезпеки, погіршення екологічного стану. Покращення стану безпеки життєдіяльності можна досягти шляхом впровадження інноваційних механізмів в управління проектами, портфелями проектів та програмами систем цивільного захисту. Ефективність проектно-орієнтованого управління системи цивільного захисту може бути досягнуто шляхом оптимального розподілу ресурсів та проведення досліджень, що включають в себе:

– параметричну ідентифікацію процесів та явищ природно-техногенної безпеки – до яких слід віднести такі види небезпеки, як: техногенна, природна, біолого-соціальна, транспортна, що характеризуються масштабністю, або є локальні, регіональні, державні та транспортні;

– аналіз основних агрегованих видів небезпеки – техногенної та природної, виходячи зі станів та дій їх чільних чинників для отримання сумарної критеріальної оцінки;

– аналітичну оцінку природно-техногенної небезпеки регіонів з проведення певних критеріальних розрахунків стосовно адміністративно-територіальних одиниць та отримати узагальнені інтегральні індикатори.

Проведення означених досліджень потребує розробки механізмів розподілу ресурсів та впровадження проектно-орієнтованого управління на всіх стадіях управління системою цивільного захисту.

Аналіз останніх досліджень

Літературний та інформаційний аналіз проведених досліджень [1; 2; 3] щодо сфери техногенно-природної безпеки та цивільного захисту, показав відсутність системно-цілісного підходу щодо розробки методів та моделей проектно-орієнтованого управління системою цивільного захисту.

У роботах С. Марової, Н. Клеменко, Л. Жукової, О. Кузьоміна та ін. отримані результати досліджень, які можуть бути використані як фактологічна база даних та знань щодо подальших досліджень. Питання проектно-орієнтованого управління проектами, портфелями проектів та програмами частково розроблені в наукових школах С. Бушуєва [4], В. Рача [5], Ю. Теслі [6], [7], С. Чернова [8]. Проте отримані, у зазначених дослідженнях, результати не розкривають суті проектно-орієнтованого управління взаємодією та механізмів розміру ресурсів при реалізації проектів, портфелів проектів та програм соціально-економічних систем цивільного захисту. Відсутня математична формалізація задач оптимізаційного моделювання процесами ресурсного управління для забезпечення умов безпеки життєдіяльності.

Мета статті

Метою статті є розробка механізмів розподілу ресурсів, які є основою для проектно-орієнтованого управління взаємодією в проектах, портфелях проектів та програмах для забезпечення ефективного функціонування соціально-економічних систем цивільного захисту в забезпеченні стану безпеки життєдіяльності людини.

Основна частина досліджень

Механізми розподілу ресурсів складають великий і надзвичайно важливий для практичного застосування клас механізмів управління складними системами. У цій статті будемо розглядати задачу

розподілу ресурсів з точки зору теорії управління складними системами.

На далі будемо розглядати дворівневу систему, що має центральний орган розподілу ресурсів і N підсистем (регіонів, об'єктів), між якими розподіляється ресурс одного типу.

Означення – під терміном центральний орган розуміємо офіс проектного середовища функціонування складної соціально-економічної системи у сфері цивільного захисту щодо оптимального розподілу ресурсів. Будемо також вважати, що елементи системи є інформаційно-незалежними. Навіть у такому спрощеному трактуванні задача розподілу ресурсів є досить складною. Вона вважається однією з найважливіших теорій систем.

Теорія активних систем – [9; 10; 11; 12] – відносно новий напрямок теорії управління соціально-економічними системами у сфері цивільного захисту, що вивчає властивості функціонування системи, обумовлені проявами активності її елементів. Можна виділити два основні принципи структурної організації систем, які значною мірою визначають способи вирішення задач розподілу ресурсів:

1. Системи з централізованим керуванням «пасивні системи»;
2. Системи з децентралізованим керуванням «активні системи».

Всі елементи пасивної системи підлегли одному центральному органу розподілу ресурсів. За такої структури інформація про стан кожного об'єкта передається в центральний орган, де переробляється, у результаті чого видається керуючий вплив, реалізований в підсистемах. *Перевага*: наявність повної інформації про всі елементи системи, можливість одержання абсолютного екстремуму функції мети центрального органу. *Недолік* організації: відсутність обліку еволюційних змін у її окремих ланках.

У децентралізованій системі елементи значною мірою самі визначають свої показники. Роль центрального органу зводиться до коректування цих показників з урахуванням інтересів підсистем. Елементи такого типу називаються активними елементами. Центральний орган виступає в ролі регулятора, що видає підсистемам деякий керуючий вплив (наприклад, ціни на ресурси, орієнтовний план розподілу ресурсів). Підсистеми, керуючись власними цілями, визначають свою реакцію (потреба в ресурсах при заданих цілях, оцінках плану розподілу) при заданому керуючому впливі і повідомляють про неї в центральному органі розподілу ресурсів. Процедура розподілу здійснюється відповідно до деякого правила (механізму), що діє в центральному органі.

Спочатку розглянемо підхід до розв'язання задачі розподілу ресурсів у пасивних системах, що може бути частково використаний і в теорії активних систем. Нехай у якості функції корисності (цільової функції) пасивного елемента використовуються опуклі функції $f_i(x_i)$, де x_i - кількість ресурсу, який виділяється i - ому пасивному елементу центром, $i=1, \dots, N$.

На рис. 1 і 2 представлено варіанти типових цілових функцій. Вид кривої на рис. 1 відповідає опуклим функціям за відсутності екстремуму.

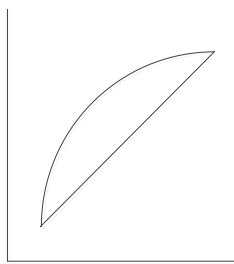


Рис. 1

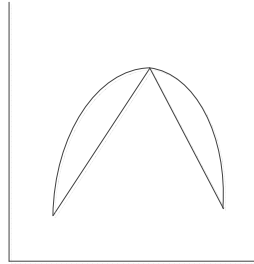


Рис. 2

На рис. 2 опукла функція має явний максимум. Більш складні види цілових функцій розглядати не будемо, але вони також можуть бути.

Розглянемо розв'язок даної задачі відповідно до пропозицій роботи [13]. Введемо функцію Лагранжа R :

$$R = \sum_{i=1}^N f_i(x_i) - \lambda \sum_{i=1}^N x_i + \lambda \cdot R_0 \quad (1)$$

Тут λ можна розглядати як ваговий коефіцієнт пасивного елемента, що беруть в даній постановці задачі однаковим для всіх пасивних елементів. Стверджується, що розв'язання задачі оптимального розподілу ресурсів в проектах, портфелях проектів чи програмах еквівалентне розв'язанню такої задачі:

$$R \rightarrow \max \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^N x_i = R_0 \quad (3)$$

Нехай, наприклад, функції корисності мають вигляд

$$f_i(x_i) = a_i \sqrt{x_i}, \quad x_i \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, N, \quad (4)$$

що відповідає до рис. 1. У такій постановці розв'язок задачі (2)...(4) цілком визначається з необхідних умов оптимальності:

$$\frac{dR}{dx_i} = 0 = \frac{df_i}{dx_i} - \lambda, \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (5)$$

звідки випливає:

$$\frac{a_i}{2 \cdot \sqrt{x_i}} = \lambda, \quad i = 1, 2, \dots, N. \quad (6)$$

Оптимальні ресурси, які виділяються пасивному елементу, дорівнюють:

$$x_i^* = \frac{a_i^2}{4 \cdot \lambda^2}. \quad (7)$$

З урахуванням того, що: $\sum_{i=1}^N x_i^* = R_0$, можна

після перетворень записати:

$$x_j^* = \frac{a_j^2 \cdot R_0}{\sum_{i=1}^N a_i^2}, \quad j = 1, 2, \dots, N. \quad (8)$$

Відповідно до формули (8) розподіл ресурсів проводиться пропорційно квадратам коефіцієнтів a_j функцій корисності.

Розглянутий механізм дійсно приводить до одержання максимуму суми цілових функцій, але не відповідає принципам теорії активних систем, оскільки окремі активні елементи можуть бути ущемлені в можливостях одержання ресурсу в інтересах центрального органу. Деяким розширенням даного підходу може служити постановка задачі, пов'язана з представленням функції корисності у вигляді поліномів степеня n .

Наприклад, для $n=2$ маємо:

$$f_i(x_i) = a_{0i} + a_{1i}x_i + a_{2i}x_i^2, \quad i = 1, 2, \dots, N, \quad (9)$$

тобто цілові функції мають вигляд, що відповідає рис. 2. У результаті розв'язання задачі одержимо:

$$\lambda = \frac{R_0 + \sum_{i=1}^N \frac{a_{1i}}{2a_{2i}}}{\sum_{i=1}^N \frac{1}{2a_{2i}}}, \quad x_i^* = \frac{\lambda - a_{1i}}{2a_{2i}}, \quad i = 1, 2, \dots, N. \quad (10)$$

Спробуємо уточнити коефіцієнти парабол з використанням загального методу пошуку екстремуму для функцій багатьох змінних.

Нехай, наприклад, система містить три пасивних елементи, для яких маємо таку задачу розподілу ресурсів:

$$\begin{cases} \varphi_1(x_1) = a_0 + a_1x_1 + a_2x_1^2 \\ \varphi_2(x_2) = b_0 + b_1x_2 + b_2x_2^2 \\ \varphi_3(x_3) = c_0 + c_1x_3 + c_2x_3^2 \\ F(x_1, x_2, x_3) = \varphi_1(x_1) + \varphi_2(x_2) + \varphi_3(x_3) \rightarrow \max \\ x_1 + x_2 + x_3 \leq R_0 \end{cases} \quad (11)$$

Будемо розв'язувати задачу (11) при обмеженні: $x_1 + x_2 + x_3 = R_0$. Зв'яжемо змінні x_1, x_2, x_3 , виконавши підстановку: $x_3 = R_0 - x_1 - x_2$. У протилежному випадку знаходження максимуму узагальненого критерію зведеться до визначення максимумів окремих функцій, що в загальному випадку неправильно. Тоді критерій набуває вигляду: $F(x_1, x_2, R_0)$, де величина R_0 є константою, що задається центральним органом. Розв'язання

задачі зводиться до визначення параметрів, за яких частинні похідні функції $F(x_1, x_2, R_0)$ дорівнюють нулю:

$$\begin{cases} \frac{dF(x_1, x_2, R_0)}{dx_1} = 0 \\ \frac{dF(x_1, x_2, R_0)}{dx_2} = 0 \end{cases} \quad (12)$$

У нашому випадку маємо систему (12) із двох лінійних рівнянь із двома невідомими, розв'язуючи яку, одержуємо оптимальні значення x_1, x_2, x_3 .

Далі розглядаємо базову постановку задачі розподілу ресурсів у дворівневій активній системі, що складається з центра й N активних елементів. Центр володіє R_0 одиницями ресурсу. Цінність ресурсу для i -го елемента визначається його функцією корисності $\phi_i(x_i, r_i)$, де x_i – одержувана елементом кількість ресурсу, а r_i – тип активного елемента, який параметризує клас допустимих функцій корисності. Функція корисності може визначати, наприклад, прибуток активного елемента від використання ресурсу в кількості x_i . Зазвичай припускають, що про функції корисності активного елемента центр не має інформації. Відомо тільки, що вона належить деякому класу однопікових функцій з точкою піка $r_i \in \Omega_i$ й однозначно визначається значенням цього параметра. Одержання ресурсу в кількості $x_i = r_i$ доставляє максимум функції корисності i -го активного елемента.

Завданням центру є розподіл ресурсу з метою, наприклад, максимізації сумарної корисності всіх елементів:

$$\varphi = \sum_{i \in I} \varphi_i(r_i, x_i) \rightarrow \max \quad (13)$$

за ресурсного (балансового, бюджетного) обмеження:

$$\sum_{i \in I} x_i \leq R_0. \quad (14)$$

Залежно від ступеня визначеності і характеру наявної інформації про активний елемент можуть бути прийняті різні моделі керування і відповідні до них підходи щодо розв'язання задачі розподілу ресурсу (13), (14).

Розглянемо випадок повної відсутності інформації в центральному органі. У даній функції корисності вважається невідомими. Можна тільки припускати, що ці функції є опуклими. Кожний активний елемент сам запитує ресурс у кількості x_i , а одержує його в кількості r_i відповідно до обраної центральному органом стратегією розподілу ресурсу.

Найчастіше обмежуються способом пропорційного (лінійного) розподілу ресурсів відповідно до запитів і наявної в центрі кількості ресурсу R_0 .

У результаті одержують таке рішення:

$$r_i = \frac{x_i \cdot R_0}{\sum_{i=1}^N x_i}. \quad (15)$$

Такий розподіл має деякі недоліки:

- а) він не забезпечує реального максимуму загальної цільової функції, тому що невідомі істинні значення цільових функцій активного елемента;
- б) він може призводити до нерационального розподілу через видачу активним елементом завищених запитів.

Розглянемо випадок, коли відомий тільки вид функції корисності. Скористаємося результатами розглянутої раніше базової моделі. У цьому випадку застосовується підхід, пов'язаний з використанням функції Лагранжа.

Підставимо у функції корисності активного елемента замість a_i величини r_i . Тоді функції набувають такого виду: $f_i(x_i) = r_i \sqrt{x_i}$.

Тут як коефіцієнти пропорційності використовуються величини виділеного активного елемента ресурсу. Це можна розглядати як “стимулювання” за рахунок надання ресурсу r_i у відповідь на запит x_i . Відповідно до отриманих раніше співвідношень, вважаючи r_i коефіцієнтами базової моделі, і з врахуванням того, що:

$$\frac{dR}{dx_i} = 0 = \frac{df_i}{dx_i} - \lambda, \quad i = 1, 2, \dots, N, \quad \sum_{i=1}^N r_i^* = R_0, \quad (16)$$

одержимо:

$$\frac{r_i}{2 \cdot \sqrt{x_i}} = \lambda, \quad i = 1, 2, \dots, N, \quad \lambda = \frac{R_0}{2 \sum_{i=1}^N \sqrt{x_i}}. \quad (17)$$

Оптимальні ресурси, виділені центром активного елемента дорівнюють:

$$r_i^* = R_0 \frac{\sqrt{x_i}}{\sum_{i=1}^N \sqrt{x_i}}. \quad (18)$$

Якщо функції корисності мають вигляд, показаний на рис. 2 і наближаються поліномами другого порядку, то можна, наприклад, виконати підстановку таку: $a_{2i} = r_i$. У результаті одержимо:

$$\lambda = 2R_0 \sum_{i=1}^N x_i + \sum_{i=1}^N a_{1i}, \quad r_i = \frac{\lambda - a_{1i}}{2x_i}. \quad (19)$$

Коефіцієнти функцій корисності залишаються невідомими, але їхній вигляд можна уточнити, увівши явно додаткові обмеження на вид моделюючих кривих. Розподіл при цьому одержує визначений степінь вільності, але загальна кількість ресурсу, тобто рівновага в системі має зберігатися для будь-якого рішення.

Висновок

Запропоновано механізми розподілу обмежених ресурсів для заданих видів функції корисності при проектно-орієнтованому управлінні та формалізовано математичні постановки задач мінімізації очікуваного середньорічного збитку на об'єкті за рахунок вибору деякого комплексу запобіжних заходів; задач мінімізації матеріальних і фінансових ресурсів, необхідних для забезпечення очікуваного збитку (ризик), не вище заданого рівня; задач вибору оптимальних затрат на управління ризиком надзвичайних ситуацій у сфері цивільного захисту.

Список літератури

1. Биченок М.М. Основи інформатизації управління регіональною безпекою [Текст] / М.М. Биченко; Рада національної безпеки і оборони України, Інститут проблем національної безпеки. – К.: [б.в.], 2005. – 194 с.
2. Марова С.Ф. Управління безпекою життєдіяльності [Текст]: монографія / С.Ф. Марова; Мін-во освіти і науки України, Донец. держ.ун-т упр. – Донецьк: Вебер. Донец. від-ня, 2009. – 342 с.
3. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні 2010 році [Текст] / НАН України; [кер. підготов. Євдін О.М.]. – К.: [б.в.], 2011. – 215 с.
4. Азаров Н.Я., Ярошенко Ф.А., Бушуев С.Д. Инновационные механизмы управления программы развития. — «Саммит книга», 2011. – 528 с.
5. Рач В.А. Экономическая безопасность и пространство проекта организации в аспекте целостной системности / В.А. Рач, О.В. Россошанская, Е.М. Медведева // Управління проектами та розвитком виробництва: зб. наук. праць. – Луганськ: Східноукр. нац. ун-т ім. В.Даля, 2010. – №4(36). – С.62-74.
6. Кошкин К.В. Управление портфелями проектов конкурентоспособного судостроительного предприятия / К.В. Кошкин, А.М. Возный, А.Н. Шамрай // Управління проектами та розвиток виробництва. – 2008. – № 2(26). – С. 138-142.
7. Тесля Ю.Н. Оптимизация взаимодействия власти, бизнеса и профессионального менеджмента проектов в условиях Украины // Материали V міжнародної науко-практичної конференції „Управління проектами в розвитку общества”. – К.: 2008. – С. 178-180.
8. Чернов С. К. Эффективные организационные структуры в управлінні програмами розвитку наукомістких підприємств: автореф. дис. д-ра техн. наук: 05.13.22 / С.К. Чернов. – Миколаїв: Б/в, 2007.– 43 с.
9. Царлин А.М. Оптимальное управление технологическими процессами: учебное пособие для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1986.
10. Воробьев Ю.Л. Основные направления государственной стратегии управления рисками в XXI веке // "Безопасность Евразии", 2001. – №2. – С. 527-543.
11. Новиков Д.А., Петраков Ф.Н. Курс теории активных систем. – М.: Синтез, 1999.
12. Катулев А.Н, Северцев Н.А. Исследование операций: принципы принятия решений и обеспечение безопасности. – М.: Наука, 2000. – 320 с.
13. Таха Х. Введение в исследование операций: пер. с англ. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2001. – 912 с.

Стаття надійшла до редколегії 19.06.2013

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Є.В. Мартин, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Львів.