

УДК 519.816

**ПРО ОДИН ПІДХІД ДО УРАХУВАННЯ РИЗИКІВ ТА ЗАГРОЗ
ПРИ ПІДТРИМЦІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ**

В.В. Циганок, О.В. Андрійчук, С.В. Каденко

Інститут проблем реєстрації інформації НАН України

e-mail: andreychuck@ukr.net

1. Вступ. Актуальність та стан проблеми

У задачах управління часто виникає потреба у побудові стратегій. Будь-яку стратегію можна розглядати як довгостроковий, послідовний, конструктивний, раціональний, підкріплений ідеологією, стійкий до невизначеності умов середовища план, який супроводжується постійним аналізом та моніторингом в процесі реалізації та спрямований з певною метою на досягнення успіху в кінцевому результаті. Стратегія має здатність переходити від абстракції до конкретики у вигляді конкретизованих планів для функціональних підрозділів.

Обираючи методи побудови стратегій, можна стверджувати, що методи економічного аналізу – не повністю задовольняють поставленим вимогам. Наприклад, суто з економічної точки зору, проекти космічної програми, пов'язані з комерційними запусками та телекомунікацією, завжди переважають в близькій перспективі будь-які наукові, інноваційні проекти. Стосовно ж оцінювання проектів у довготерміновій перспективі, здебільшого економічний аналіз не спроможний дати достовірні висновки. Хоча практика космічних держав-лідерів, зокрема США, говорить про те, що в довготерміновій перспективі інноваційні, дослідницькі проекти дають економічний зиск [1]. Так, зокрема, Національним управлінням з повітроплавання та дослідження космічного простору США (NASA) заявлено, що проекти космічної місії „Аполлон” приблизно за 30 років повністю окупились переважно за рахунок широкого впровадження в економіку інновацій, які вперше були запропоновані при підготовці цих космічних проектів. До таких нововведень відносять цілий спектр товарів та послуг, які дали суттєвий поштовх розвитку економіки (починаючи від побутових фільтрів води і закінчуючи спортивним взуттям, що проектувалось, як взуття для астронавтів).

Побудова стратегій часто характеризується недостатністю детермінованої інформації про предметну область. За таких умов, зазвичай, єдиним джерелом інформації, необхідної для адекватного опису предметної області, є експерти [2], а інструментом, що дозволить сформувати базу знань предметної області та провести оцінювання проектів, є методи експертної підтримки прийняття рішень.

В минулому побудова стратегій починалась зі спроб оцінити варіанти сценаріїв, сформульованих експертами у обраній сфері. У подальшому, від цих спроб прийшлося відмовитись через наявність значної кількості призначених для розгляду сценаріїв та через недоцільність передачі експертам функції розподілу ресурсів між проектами, що входять до складу того чи іншого сценарію. Фактично, в такому розумінні, стратегія – це визначена множина проектів, на які виділено визначене фінансування з розрахунком на деяку досить віддалену перспективу (наприклад, для космічної галузі – це не менше 15 років).

Тому, у подальшому розгляді, побудова стратегії – це розподіл ресурсів між проектами на проміжку часу. Цей розподіл доцільно визначати на початку кожного етапу виконання стратегічного плану при виділенні ресурсів на черговий етап, а також у випадку незапланованих значних змін у сфері планування, які не були передбачені при моделюванні цієї предметної області.

Доцільно визначити наступні вимоги до методів побудови стратегій:

- Спрямованість на досягнення певної мети – головної цілі комплексної цільової програми (КЦП).
- Розрахунок (оцінювання) варіантів дій в довготерміновій перспективі – урахування тривалості виконання проектів та затримок у впливах між цілями).
- Урахування об'ємів фінансування необхідних для виконання тих чи інших завдань.
- Доцільність застосування експертного оцінювання на ряду з кількісними оцінками (через слабку структурованість предметної області).
- Урахування ризиків та загроз виконанню завдань.

Поставленим вимогам задовольняє метод цільового динамічного оцінювання альтернатив (МЦДОА) [3], який розроблено для оцінювання альтернатив (варіантів рішень, проектів) на інтервалі часу в системах підтримки прийняття рішень (СППР). Ідею методу, запропоновану в [3], наразі доопрацьовано, метод удосконалено і доведено до практичної реалізації. Деякі аспекти МЦДОА є аналогічними методу прогнозного графа В.М.Глушкова [2], дещо, а саме декомпозиція проблеми – подібна методу аналізу ієрархій Т.Сааті [4].

В МЦДОА оцінювання здійснюється базуючись на побудованій експертним шляхом моделі предметної області. Метод дає змогу використовувати найбільш загальні моделі слабо структурованих предметних областей, що у достатній мірі повно та адекватно відображають особливості тієї, чи іншої предметної області. Моделі, у даному випадку, являють собою бази знань (БЗ) – ієрархії цілей, які зручно зображуються у вигляді зв'язного орієнтованого графу. Вершинам графа відповідають сформульовані експертами цілі, а дуги зображують наявні взаємозв'язки між ними. Серед цілей зазвичай виділяють головну ціль проблеми (кореневу вершину графу), проміжні цілі, а також проекти (термінальні вершини графу, цілі нижнього рівня ієрархії). Задля досягнення найбільшої адекватності моделі до предметної області та щоб забезпечити можливість враховувати динаміку зміни відносних оцінок альтернатив у часі, дуги графу навантажені величинами часових затримок впливів, визначених експертним шляхом.

У порівнянні з іншими існуючими методами, наприклад, багатокритеріальними [5], де знаходять застосування відповідні методи оптимізації [6], МЦДОА дозволяє проводити оцінювання різнорідних проектів, для яких важко, або не можливо сформулювати єдину множину критеріїв. Окрім того, МЦДОА не потребує від експерта володіти усією проблемою у цілому, а дозволяє до побудови моделі залучати групи експертів, кожна з яких має повні знання лише стосовно деякої частини предметної області. Завдяки згаданим властивостям, МЦДОА можна позиціонувати як один із основоположних методів в галузі експертної підтримки прийняття рішень. Сутність методу полягає у виконанні ряду експертних процедур стосовно побудови БЗ предметної області з визначенням низки чисельних параметрів щодо ступенів впливу цілей, затримок розповсюдження впливів, тривалості виконання проектів, тощо. Коли побудова БЗ (ієрархії цілей) завершено, метод дає змогу розрахувати рейтинги (оцінки) варіантів рішень на основі БЗ.

Реалізація МЦДОА на практиці передбачає наступні етапи:

- 1) Побудова ієрархії цілей (це процес декомпозиції сформульованої головної цілі з залученням груп експертів – спеціалістів різного спрямування, формулювання множини проектів, тощо);
- 2) Оцінка (визначення) часткових коефіцієнтів впливу (ЧКВ) між цілями ієрархії;
- 3) Розрахунок відносної оцінки (рейтингу) варіантів рішень (проектів) щодо їхнього вкладу в досягнення стратегічних цілей.

Варто перерахувати характерні особливості роботи МЦДОА при побудові стратегій:

- Формування стратегії – це вибір проектів з розподілом для них ресурсів;
- Ресурси розподіляються з урахуванням їхнього вкладу в досягнення стратегічної цілі за визначений часовий проміжок (період планування);
- Вклад кожного проекту в досягнення стратегічної цілі обраховується з урахуванням ризиків та загроз, що моделюються як проекти з негативними впливами, які характеризуються ймовірністю виникнення тієї чи іншої загрози виконання проекту та експертною оцінкою потенційного ушкодження, що спричиняється внаслідок негативної події;
- При побудованій моделі предметної області розподіл ресурсів залежить від обраного терміну перспективного плану, загальної кількості виділених ресурсів (фінансування);
- Використовуючи даний інструментарій при стратегічному плануванні можна відповісти на такі запитання, як:
 - Які саме програми (проекти) при довготерміновому плануванні і в якому об'ємі мають фінансуватись у випадку виділення визначених фінансових ресурсів?
 - Яке має бути загальне фінансування для того, щоб визначені програми могли пропонуватись для виконання?
 - Які корективи у загальну стратегію потрібно внести, у випадку невиконання або неповного виконання частини проектів?

Виходячи із вище перерахованих особливостей роботи МЦДОА, варто зосередити увагу на урахуванні у моделі предметної області загроз та ризиків для можливості планувати відповідні запобіжні заходи.

У [8] пропонується розглядати події, що спричиняють загрозу чи ризик, як складову частину КЦП, тобто як «проекти зовнішнього середовища». При цьому для кожного такого «проекту» у КЦП існує ціль, на яку відповідний ризик чи загроза справляє безпосередній вплив.

Знову-таки, у [8] загроза вважається наслідком дій певних груп осіб, у той час як ризик, за словами автора, є наслідком певної випадкової події.

Загроза характеризується ступенем реалізації $D \in [0;1]$ та ймовірністю її реалізації $p(t)$ у момент часу t . Слід зазначити, що загроза, як і будь-яка інша ціль КЦП, характеризується впливом на свою безпосередню надціль $w(t)$, та низкою інших параметрів і властивостей, притаманних цілі.

У [8] ризик характеризується фактором ризику (випадковий процес, такий, що відносна ефективність проекту, що відповідає ризику з урахуванням фактора ризику, відрізняється від ефективності проекту без його урахування) та індикатором ризику (фіктивна ціль, єдиною підціллю якої є фактор ризику). Випадкові події, що спричиняють ризик, утворюють повну групу подій, тому відповідні ризики є попарно несумісними. Наприклад, якщо фактором ризику є коливання рівня води у водоймищі, то повинь та засуха є несумісними подіями.

У термінах системного аналізу [9] ризик характеризується двома показниками: ступінь ризику (імовірність події, що призводить до негативних наслідків) та рівень ризику (величина потенційної шкоди, заподіяної впливом факторів ризику).

2. Недоліки наявних підходів до урахування ризиків та загроз у ході підтримки прийняття рішень

У [8, 10] наведено процедуру побудови КЦП та оцінки ефективності проектів КЦП з урахуванням загроз та ризиків.

Ефективність з урахуванням ймовірності реалізації проекту, який відповідає ризику/загрозі [11], визначається методом Монте-Карло для заданого довірчого

інтервалу [12]. Для визначення впливу кожного ризику, випадковим чином генерується необхідна для заданого довірчого інтервалу кількість N миттєвих значень випадкового процесу (фактору ризику). Такий підхід є припустимим, коли кількість факторів ризику невелика. Якщо ж ризиків досить багато (позначимо їхню кількість через k), то кількість експериментів, необхідних для обчислення впливу ризиків на їхні надцілі, дорівнюватиме $N_1 \times N_2 \times \dots \times N_k$. Як бачимо, коли ризикам відповідає велика кількість проектів, процедура стає аж занадто громіздкою.

Слід зазначити, що підхід, описаний у [8, 10], викладений на рівні ідеї, а не програмної реалізації. Спроба програмно реалізувати викладений алгоритм, внаслідок вищевказаних причин, може викликати певні труднощі.

3. Сутність запропонованого підходу до урахування ризиків та загроз

По-перше, пропонується уніфікувати поняття ризику та загрози. Принаймні, у контексті побудови КЦП, доцільно вважати, що ризик – це нереалізована на поточний момент загроза, на яку не впливає жодна ціль (проект) КЦП (оскільки ризик, як правило, залежить лише від зовнішніх, об'єктивних факторів (таких як повінь, падіння метеорита, тощо)).

Для моделювання ризику, пропонується спершу виконати виміри та накопичити статистику значень випадкової величини, яка відповідає ризику, і змінюється у часі (наприклад, сезонних коливань води у водоймищах – приклад взятий з [8]).

За накопиченими статистичними даними пропонується визначити (непараметричним чи параметричним способом [13]) закон розподілу випадкової величини.

На наступному етапі пропонується методом Монте-Карло [12] змодельовати значення випадкової величини (наприклад, зміну рівня води під час весняної повені), розподіленої за щойно визначеним законом, для заданих довірчої імовірності та довірчого інтервалу.

Це дасть змогу отримати ступінь ризику P (у термінах [8] йдеться про фіктивну ціль з КЦП – фактор ризику). P визначатимемо як відношення кількості значень випадкової величини, що відповідають виникненню події, яка спричиняє даний ризик, до загальної кількості згенерованих значень.

Далі пропонується задати значення прояву ризику (загрози, що моделює ризик) $D = 0$ та при цьому значенні визначити ступінь ризику P .

У випадку, якщо виконати виміри неможливо або отримана вибірка не є статистично достовірною для визначення ступеню ризику P слід звертатися до експертів.

Пропонується, відносний вплив ризику/загрози W , який лежить у рамках діапазону $[0;1]$, моделювати за формулою:

$$W(t) = w(t)D(t) + w(t)(1 - D(t))p(t),$$

де w – частковий коефіцієнт впливу проекту, що відповідає загрози/ризик, за умови повної реалізації загрози/ризик, який визначається експертним шляхом (одним з методів, що ґрунтується на парних порівняннях, наприклад, трикутник, квадрат, метод власного вектора [2, 9], адже w – відносна величина); D – ступінь виразності загрози на поточний момент часу t (також, може визначатися шляхом експертної оцінки); $p(t)$ – імовірність реалізації загрози.

Таким чином, запропонований спосіб дозволяє уніфікувати та значно зменшити трудомісткість процедури моделювання ризиків та загроз.

4. Висновки

Запропоновано новий підхід до урахування загроз та ризиків у процесі прийняття рішень. До переваг даного підходу над наявним інструментарієм слід віднести:

- розширення можливостей методу врахування ризиків та загроз на випадок, коли ризики та загрози проблематично змодельовати за допомогою статистичного апарату;
- зниження трудомісткості процедури моделювання ризиків та загроз за рахунок використання експертних методів;
- підвищення адекватності моделі предметної області, і, відповідно, підвищення достовірності рекомендацій, які видаються особі, що приймає рішення;
- можливість формулювання чіткого алгоритму, що дозволить програмно реалізувати викладений підхід.

Запропонований підхід дозволяє розширити можливості наявних та нових систем підтримки прийняття рішень для їхнього застосування під час побудови стратегій та прийняття управлінських рішень на різних рівнях.

Література

1. Перспективы космических исследований Украины / Науч. ред. О.П.Федоров. – К.: Академперіодика, 2011. – 240 с.
2. Глушков В.М. О прогнозировании на основе экспертных оценок / В.М. Глушков // Кибернетика. – 1969. – № 2. – С.8-17.
3. Тоценко В.Г. Об одном подходе к поддержке принятия решений при планировании исследований и развития. Ч.2. Метод целевого динамического оценивания альтернатив / В.Г.Тоценко // Проблемы управления и информатики. – 2001. – № 2. – С.127-139.
4. Saaty T.L. Relative measurement and its generalization in decision making. Why pairwise comparisons are central in mathematics for the measurement of intangible factors. The Analytic Hierarchy/Network Process / T.L.Saaty // Statistics and Operations Research. – 2008. – 102(2). – P.251-318.
5. Figueira, J. Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys / J.Figueira, G.Salvatore & M.Ehrgott (Eds.); New York: Springer. – 2005. – 1048 p.
6. Штойер Р. Многокритериальная оптимизация. Теория, вычисления и приложения / Р.Штойер; М.: Радио и связь, 1992. – 504 с.
7. Тоценко В.Г. Методы и системы поддержки принятия решений. Алгоритмический аспект [Текст]/ В. Г. Тоценко; ИПРИ НАНУ. – К.: Наукова думка, 2002. – 382 с.
8. Тоценко В.Г. Об одном подходе к поддержке принятия решений по формированию комплексных целевых программ при наличии угроз и рисков. Часть 1 / В.Г.Тоценко // Проблемы управления и информатики. – 2004 – № 2 – С.128-137.
9. Згуровский М.З. Системный анализ. Проблемы. Методы. Приложения. [Текст]/ М.З. Згуровский, Н.Д. Панкратова – К.: Наукова думка, 2011 – 726 с.
10. Тоценко В.Г. Об одном подходе к поддержке принятия решений по формированию комплексных целевых программ при наличии угроз и рисков. Часть 2 / В.Г.Тоценко // Проблемы управления и информатики. – 2004. – № 3. – С.137-145.
11. Тоценко В.Г. Метод підтримки прийняття рішень на основі цільового динамічного оцінювання альтернатив з урахуванням імовірностей їх реалізації / В.Г.Тоценко // Реєстрація, зберігання і обробка даних. – 2001. – №4, т.3. – С.102-109.
12. Соболев И.М. Метод Монте-Карло [Текст] / И.М. Соболев - М., Наука, 1968 - 64 с.
13. ван дер Варден Б.Л. Математическая статистика / Б.Л. ван дер Варден – Москва, 1960. – 460 с.