

УДК 519.816

ТЕХНОЛОГІЯ СТРАТЕГІЧНОГО ПЛАНУВАННЯ НА ОСНОВІ ЕКСПЕРТНОЇ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

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

Інститут проблем реєстрації інформації НАН України

e-mail: tsyganok@ipri.kiev.ua

1. Вступ. Стан проблеми

В рамках стратегічного планування у слабо структурованих областях часто виникає проблема оцінки проектів та їхнього порівняння за багатьма якісними та кількісними критеріями. Методи багатокритеріальної підтримки прийняття рішень дозволяють розв'язувати широкий спектр задач. Значна кількість сучасних досліджень, як теоретичних, так і практичних, присвячена застосуванню методів багатокритеріальної підтримки прийняття рішень в таких сферах як управління, охорона довкілля, виробництво [1,2], логістика [3,4], відбір проектів [5] та ін. [6,7]. Незважаючи на це, потребують подальшої розробки певні аспекти експертної підтримки прийняття рішень, зокрема: оцінювання ще не завершених довгострокових проектів на інтервалі часу, забезпечення повноти та узгодженості експертних даних, розробка системи показників та методик оцінювання проектів за критеріями, ефективність яких не може бути зведена до кількісних (наприклад, фінансових) показників.

2. Мета і контекст роботи

Мета даної роботи – удосконалення наявного апарату експертної підтримки прийняття рішень, з урахуванням особливостей процесу стратегічного планування в слабо структурованих предметних областях.

Стимулом для даного дослідження стала необхідність розробки системи показників та методики оцінки заходів з реалізації національної космічної програми на 2013-2017 рр. (на замовлення Інституту космічних досліджень та Державної космічної агенції України).

Космічна галузь складається не лише з виробництва космічної техніки, яка може продаватися та приносити прибуток. Космічна діяльність являє собою важливу складову космічної галузі, і, при цьому, не може оцінюватися суто за кількісними показниками, особливо у короткостроковій перспективі. Втім, для стратегічного планування та розстановки пріоритетів у розвитку космічної діяльності необхідні механізми оцінювання ефективності конкретних проектів (заходів з реалізації Національної космічної програми). На основі таких оцінок можна буде розподіляти ресурси між конкретними проектами та відповідним чином формувати стратегії подальшого розвитку космічної діяльності.

Арсенал методу цільового динамічного оцінювання альтернатив [8] та методу аналізу ієрархій [9] задають орієнтовний напрямок для досліджень, втім, в контексті стратегічного планування, вищевказані аспекти потребують детальнішої розробки.

3. Технологія побудови стратегії розвитку галузі на основі експертної підтримки прийняття рішень

Для виконання поставленої задачі пропонується застосовувати технологію, яка передбачає низку етапів.

- 1) Підбір експертів для проведення експертизи.

Задача вибору експертів у загальному випадку покладається на особу, що приймає рішення (ОПР), або на інженера по знаннях. ОПР може сама очолювати експертну групу.

В рамках задачі визначення ефективності виконання плану реалізації Національної космічної програми у ролі експертів виступали спеціалісти з Інституту космічних досліджень та Державної космічної агенції України.

2) Побудова (в процесі діалогу з експертами) ієрархії критеріїв (системи показників), що описують галузь.

У рамках вищевказаної НДР, на основі діалогів з експертами було вироблено систему показників, які характеризують космічну галузь в контексті загальнодержавних пріоритетів розвитку. За допомогою системи підтримки прийняття рішень (СППР) «Солон» [8] було побудовано відповідну ієрархію критеріїв. В основу математичного забезпечення СППР «Солон» покладено метод цільового динамічного оцінювання альтернатив, розроблений В.Г.Тоценком [8] та удосконалений В.В.Циганком [9]. Екранна форма інтерфейсу СППР «Солон» показана на рисунку 1. Демонстраційна версія СППР доступна на сайті Лабораторії СППР (<http://dss-lab.org.ua/>).

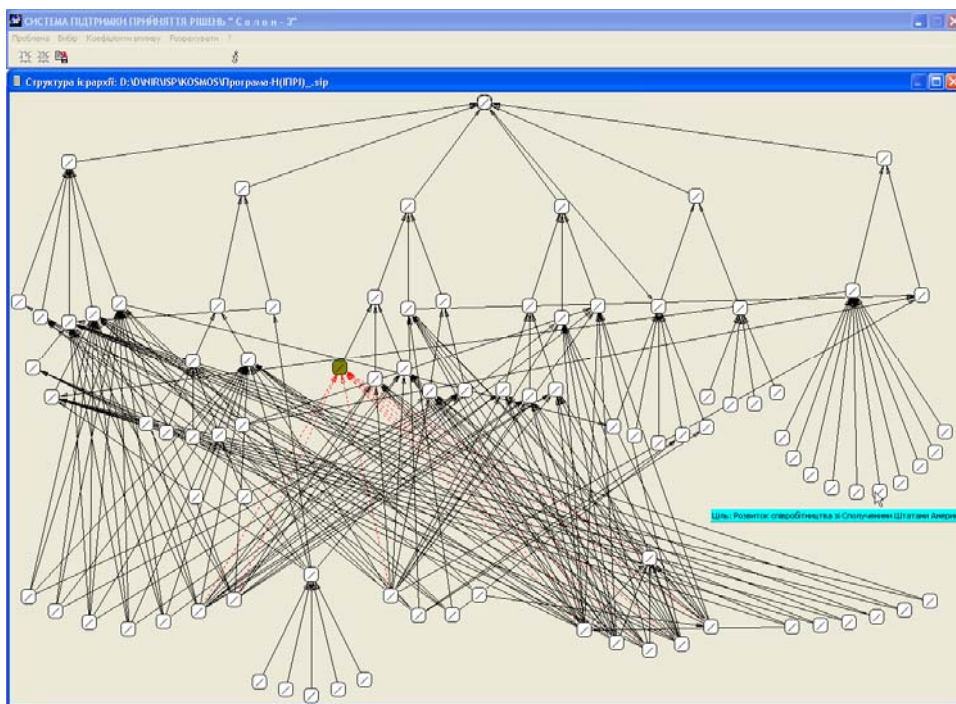


Рис. 1. Екранна форма СППР «Солон». Вигляд ієрархії критеріїв

3) Оцінка експертами відносних впливів критеріїв (показників) в ієрархії.

Відносний вплив кожного критерію в графі ієрархії на безпосереднього «нащадка» пропонується визначати як агреговане значення оцінок, наданих кожним з експертів групи. Впливи (ваги) критеріїв можуть як вводитися у вигляді безпосередніх оцінок, так і обраховуватися на основі парних порівнянь, отриманих експертним шляхом.

Передбачається, що кожне парне порівняння може вводитися у шкалі, яка найбільш адекватно відображає думку експерта про питання, що обговорюється [11]. Якщо експерту апріорно задається певна шкала, то він мусить підлаштовуватися під її градації, незалежно від того наскільки чітко вони відповідають його уявленням про предметну область та рівню впевненості у власних знаннях. Надання експерту можливості вибору шкали оцінювання забезпечує більшу достовірність результатів експертизи, адже експерт, який

має змогу обирати рівень докладності шкали, буде більш впевненим у своїх оцінках. Для вибору шкали оцінювання під час виконання парних порівнянь розроблено відповідний програмний інструмент, який дозволяє поступово збільшувати рівень деталізації шкали у процесі оцінювання і вже остаточне оцінювання виконувати в найбільш прийнятній шкалі (рис. 2).



Рис. 2. Поступове уточнення рівня детальності шкали парних порівнянь

Переваги підходу, який передбачає можливість використання різних шкал, над наявними підходами, підтверджені експериментально. Опис експерименту наведено у [12].

Агрегацію індивідуальних експертних оцінок пропонується проводити комбінаторним методом [13, 14] на основі матриць парних порівнянь впливів. Для оцінки рівня узгодженості оцінок пропонується використовувати спектральний коефіцієнт узгодженості, який порівнюється з пороговими значеннями [8]. У випадку недостатньої узгодженості оцінок пропонується підвищувати рівень узгодженості шляхом зворотного зв'язку з експертами [15].

4) Розрахунок відносної ефективності проектів, тобто «відносного внеску» кожного проекту у досягнення головної цілі.

Проектом в даному контексті називається «атомарний» критерій, на який здатна безпосередньо впливати особа, що приймає рішення (ОПР). В графі ієрархії критеріїв проектам відповідають критерії найнижчого рівня (тобто, ті які не мають «нащадків» у графі). Відносна ефективність кожного проекту обраховується СППР «Солон».

5) Визначення оптимальної стратегії розвитку галузі.

Очевидно, що чим більше вагомість певного проекту, чи критерію, тим суттєвіше він впливає на реалізацію головної цілі. Тому спрямування ресурсів на цей проект приносить вагоміші та відчутніші результати. Отже, в якості оптимальної стратегії пропонується обирати оптимальний варіант розподілу ресурсів між проектами (тобто той, який забезпечує найбільш ефективне досягнення головної цілі в ієрархії), з урахуванням значень відносної ефективності цих проектів. Задача вибору оптимального розподілу ресурсів між проектами є предметом окремого дослідження.

4. Приклад

У таблиці 1 наведено гіпотетичний приклад порівняння важливості 4-х критеріїв, які відображають певні напрямки космічної діяльності ($C_1 - C_4$) (етапи 1-3 вищеописаної технології). Відносні ваги критеріїв (етап 4) наведені у таблиці 2.

Таблиця 1. Порівняння важливості 4-х критеріїв

Критерії: C ₁ : Створення ракет-носіїв, космічних засобів транспортування для дослідження маршруту Земля-Місяць C ₂ : Створення реактивних апаратів, що працюють на екологічно безпечному паливі C ₃ : Створення космічних апаратів для дистанційного зондування Землі з радіолокаційною системою з синтезованою апертурою антени та оптичним сканером C ₄ : Створення бортового космічного обладнання																
Ординальні переваги	Експерт 1					Експерт 2					Експерт 3					
		C ₁	C ₂	C ₃	C ₄		C ₁	C ₂	C ₃	C ₄		C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	
	C ₁	1	>	>	>	C ₁	1	>	>	>	C ₁	1	*	>	>	
	C ₂		1	<	>	C ₂		1	<	>	C ₂		1	<	<	
Кількість поділок у шкалі	C ₃			1	>	C ₃			1	*	C ₃			1	>	
	C ₄				1	C ₄				1	C ₄				1	
		C ₁	C ₂	C ₃	C ₄		C ₁	C ₂	C ₃	C ₄		C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	
	C ₁	1	5	9	9	C ₁	1	5	5	9	C ₁	1	*	8	9	
Номер поділки	C ₂		1	5	9	C ₂		1	7	9	C ₂		1	9	2	
	C ₃			1	7	C ₃			1	*	C ₃			1	9	
	C ₄				1	C ₄				1	C ₄				1	
		C ₁	C ₂	C ₃	C ₄		C ₁	C ₂	C ₃	C ₄		C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	
Номер шкали (1-цілочисельна, 2-степенева, 3-збалансована, 4-Ма-Чженга, 5-Донегана/Додда/ МакМастера)	C ₁	1	2	3	5	C ₁	1	3	2	5	C ₁	1	*	4	8	
	C ₂		1	2	2	C ₂		1	4	5	C ₂		1	2	2	
	C ₃			1	5	C ₃			1	*	C ₃			1	3	
	C ₄				1	C ₄				1	C ₄				1	
Уніфіковані значення парних порівнянь. Символ «*» означає відмову експерта надавати оцінку		C ₁	C ₂	C ₃	C ₄		C ₁	C ₂	C ₃	C ₄		C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	
	C ₁	1	1	3	1	C ₁	1	3	4	1	C ₁	1	*	2	3	
	C ₂		1	2	1	C ₂		1	4	2	C ₂		1	3	5	
	C ₃			1	2	C ₃			1	*	C ₃			1	1	
Уніфіковані значення парних порівнянь. Символ «*» означає відмову експерта надавати оцінку	C ₄				1	C ₄				1	C ₄				1	
		C ₁	C ₂	C ₃	C ₄		C ₁	C ₂	C ₃	C ₄		C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	
	C ₁	1	2.500	1.732	5.000	C ₁	1	2.615	0.833	5.000	C ₁	1	*	2.011	6.839	
	C ₂		1	0.739	2.000	C ₂		1	0.574	2.333	C ₂		1	0.760	0.534	
Уніфіковані значення парних порівнянь. Символ «*» означає відмову експерта надавати оцінку	C ₃			1	3.138	C ₃			1	*	C ₃			1	3.000	
	C ₄				1	C ₄				1	C ₄				1	

Таблиця 2. Відносні ваги критеріїв

Номер і назва критерію	Нормалізовані ваги критеріїв
C ₁ : Створення ракет-носіїв, космічних засобів транспортування для дослідження маршруту Земля-Місяць	0.4436
C ₂ : Створення реактивних апаратів, що працюють на екологічно безпечному паливі	0.1736
C ₃ : Створення космічних апаратів для дистанційного зондування Землі з радіолокаційною системою з синтезованою апертурою антени та оптичним сканером	0.2923
C ₄ : Створення бортового космічного обладнання	0.0904

Висновки

У роботі запропоновано технологію стратегічного планування, яка ґрунтується на використанні апарату експертної підтримки прийняття рішень. В якості прикладу застосування методики розглянуто оцінку космічних проектів.

На думку авторів, певні етапи технології, такі як зворотний зв'язок з експертами та процедури вибору оптимального розподілу ресурсів, потребують подальшого удосконалення. Цим задачам будуть присвячені подальші дослідження.

Список літератури

1. De Felice, F. and Petrillo, A. (2013) Multicriteria approach for process modelling in strategic environmental management planning. *International Journal of Simulation and Process Modelling*, Vol. 8 (1), 2013, pp. 6-16.
2. De Felice, F. and Petrillo, A. (2013) Decision-making analysis to improve public participation in strategic energy production management. *Studies in Fuzziness and Soft Computing* 305, pp. 129-142.
3. Noorul Haq, A. & Kannan, G. (2007) A hybrid normalised multi criteria decision making for the vendor selection in a supply chain model. *International Journal of Management and Decision Making*, Vol. 8, No.5/6, pp. 601 – 622
4. Kannan G., Noorul Haq, A. and Sasikumar, P. (2008) An application of the Analytical Hierarchy Process and Fuzzy Analytical Hierarchy Process in the selection of collecting centre location for the reverse logistics Multicriteria Decision-Making supply chain model. *International Journal of Management and Decision Making*, Vol. 9, No.4 pp. 350 – 365
5. Zandi, F. and Tavana, M. (2010) A multi-attribute group decision support system for information technology project selection. *International Journal of Business Information Systems*, Vol. 6, No.2 pp.179 – 199
6. Kalika, V.I. and Rossinsky, G. (2003) Methodology of multi-criteria decision making accounting for uncertainty and some applications. *International Journal of Management and Decision Making*, Vol. 4, No.2/3 pp. 240 – 271.
7. Vaidogas, E.R. and Zavadskas, E.K. (2007) Introducing reliability measures into multi-criteria decision-making. *International Journal of Management and Decision Making*, Vol. 8, No.5/6 pp. 475 – 496
8. Тоценко В.Г. Методы и системы поддержки принятия решений. Алгоритмический аспект [Текст] / В.Г. Тоценко; ИПРИ НАНУ. – К.: Наукова думка, 2002. – 382 с.
9. Циганок В.В. Удосконалення методу цільового динамічного оцінювання альтернатив та особливості його застосування / В. В. Циганок // Реєстрація, зберігання і обробка даних. – 2013. – Т. 15, № 1. – С. 90-99.
10. Saaty T.L. (2008) 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, Statistics and Operations Research*, Vol. 102(2), pp.251-318.
11. Циганок В.В. Агрегація групових експертних оцінок, що отримані у різних шкалах / В.В.Циганок // Реєстрація, зберігання і обробка даних. – 2011. – т.13. – №4.– С.74-83.
12. Циганок В.В. Експериментальний аналіз технології експертного оцінювання / В.В.Циганок, П.Т.Качанов, С.В.Каденко, О.В.Андрійчук, Г.А.Гоменюк // Реєстрація, зберігання і обробка даних. – 2012. – Т. 14, № 1. – С. 91-100.
13. Циганок В.В. Комбінаторний алгоритм парних порівнянь зі зворотним зв'язком з експертом / В.В.Циганок // Реєстрація, зберігання і обробка даних. – 2000. – Т.2, №2. – С.92-102.
14. Tsyganok, V.V. Investigation of the aggregation effectiveness of expert estimates obtained by the pair-wise comparison method / V.V. Tsyganok // *Mathematical and Computer Modelling* – 2010. – Vol.52(3-4). – pp. 538-544.
15. Каденко С.В. Організація зворотного зв'язку з експертами в процесі прийняття рішень: сучасний стан проблеми / С.В.Каденко// Реєстрація, зберігання і обробка даних. Щорічна підсумкова наукова конференція – Київ, 2013 – С. 240-245.