

## ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВІЗУАЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОБРОБКИ ТЕРНАРНИХ ГЕШТАЛЬТ-РАНЖУВАНЬ

*Колодний Володимир, Кудрявцев Дмитро*

Вінницький національний технічний університет

### **Анотація**

*Розроблено нову інформаційну технологію, засновану на візуалізації тернарних гештальт-ранжувань та їхній подальшій комп'ютерній обробці. Створено комп'ютерну програму, яку можна використовувати як ефективний інструмент для розв'язання багатьох практичних задач прийняття рішень з цільовою та критеріальною невизначеністю.*

### **Abstract**

*The new information technology based on visualization of ternary gestalt-ranking and their next computer processing has been developed. Computer program was created, which can use as effective instrument for resolving a lot practical tasks of decision-making with target and criterial uncertain.*

### **Теоретичне підґрунтя застосування тернарних трирівневих гештальт-ранжувань для виявлення переваг ОПР**

Опишемо теоретичні основи розробленої інформаційної технології, що ґрунтуються на роботах [1-3].

Досить розповсюдженим є клас практичних задач прийняття рішень, що мають такі дві властивості:

- критерії для оцінювання та порівняння альтернатив частково або повністю невідомі (як самі критерії, так і їхні значення на певних шкалах);
- всі наявні альтернативи відомі і їхня загальна кількість є невеликою.

Такі задачі прийняття рішень будемо називати задачами для декількох альтернатив з критеріальною невизначеністю і в подальшому будемо розглядати саме цей клас задач, який, очевидно, є підкласом слабо структурованих задач прийняття рішень.

Інтуїтивно зрозуміло, що єдиним можливим способом структурувати множину альтернатив, тобто визначити переваги ОПР на цій множині, є пред'явлення ОПР для порівняння деяких з множини альтернатив. В найпростішому і тому найрозповсюдженішому випадку альтернативи пред'являються двійками і здійснюється попарне порівняння всіх альтернатив. Якщо ОПР фіксує лише факт переваги однієї альтернативи над іншою, достатньо двох рівнів порівняння.

Якщо ОПР може визначити не лише факт, але і ступінь переваги однієї альтернативи над іншою, застосовується більша кількість рівнів бінарних порівнянь. Наприклад, в шкалі Сааті попарні порівняння відбуваються на дев'яти рівнях [4].

Багаторічне практичне застосування цієї шкали продемонструвало, що 9 рівнів буває забагато для надійного оцінювання ступеня переваги альтернатив ОПР, що не є професійними системними аналітиками.

З іншого боку, досвідчені фахівці-професіонали, що мають розвинене числове мислення, іноді вважають, що 9 рівнів шкали недостатньо для адекватного вимірювання ступеня переваг. Саме тому постає задача «підлаштовування» під ОПР і надання їй можливості працювати з найбільш прийнятною кількістю рівнів порівнянь альтернатив в кожній конкретній ситуації прийняття рішень.

Практика показує, що в більшості випадків двох рівнів порівняння (відношень  $>$  і  $\sim$ ), виявляється явно замало. ОПР досить часто намагається не обмежуватися лише констатацією факту переваги однієї альтернативи над іншою, але й

спробувати хоч якось оцінити ступінь цієї переваги (причому, як правило, вербально, а не кількісно!).

Прикладами таких розповсюджених вербальних оцінок ОПР є такі словесні конструкції:

- (1) «альтернатива А значно переважає альтернативу В»;
- (2) «альтернатива В безумовно краща ніж А, але трохи гірша, ніж С»;
- (3) «альтернатива А набагато краща за В, але приблизно однакова за якістю з С».

В результаті проведених досліджень було зроблено висновок, що в більшості випадків ОПР можуть і бажають визначити ступінь переваги між альтернативами, але впевнено розрізняють лише два ступеня переваг: звичайну строгу перевагу  $\succ$  та сильну (безумовну, беззаперечну) перевагу  $\succ\succ$  [2, 3]. З урахуванням відношення еквівалентності ( $\sim$ ) отримуємо три рівні порівняння для двох альтернатив.

Також виявилось, що ОПР досить часто розширюють контекст порівнянь, намагаючись додати до попарного порівняння третю альтернативу, як в словесних конструкціях (2), (3). Зрозуміло, що попарних порівнянь в таких випадках для адекватного відображення думки ОПР виявляється недостатньо.

З урахуванням введення символу сильної переваги можна досить легко та наочно записати в символічній формі словесні конструкції (1) – (3):

- (1)  $\Leftrightarrow A \succ\succ B$ ;
- (2)  $\Leftrightarrow C \succ B \succ A$ ;
- (3)  $\Leftrightarrow A \sim C \succ B$ .

Подальше розширення контексту порівнянь ОПР, як правило, не відбувається, тому що згадування в одному реченні чотирьох і більшої кількості альтернатив з описом ступеня переваг між ними робить відповідну словесну конструкцію дуже громіздкою та мало зрозумілою. Тому було зроблено такий висновок: ОПР досить впевнено та надійно можуть одночасно оперувати трьома альтернативами і порівнювати їх на трьох рівнях, тобто здійснювати тернарні трирівневі гештальт-ранжування.

Поняття гештальт-ранжування введено в роботі [3] і означає одночасне пред'явлення ОПР декількох альтернатив для їхнього наочного порівняння з активізацією швидкої системи інтуїтивного мислення ОПР [5].

З усіх гештальт-ранжувань найбільш природними, надійними та ефективними є саме тернарні трирівневі гештальт-ранжування [3]. Кожне тернарне трирівневе гештальт-ранжування породжує трійку бінарних трирівневих ранжувань.

Очевидно, що тернарні трирівневі гештальт-ранжування, надають ОПР набагато більші можливості різноманітно, надійно та точно виразити свої переваги між різними альтернативами, ніж бінарні порівняння на двох та трьох рівнях. Зрозуміло, що роздільна здатність тернарних трирівневих ранжувань є набагато більшою.

Візуальна модель тернарних трирівневих ранжувань є досить наочною та зрозумілою для системного аналітика, але, на жаль, виявилася незручною для ОПР, які не є фахівцями в галузі теорії прийняття рішень. Тому було поставлено завдання створити нову зручну та інтуїтивно зрозумілу інформаційну технологію для візуалізації та подальшої комп'ютерної обробки інформації у вигляді тернарних гештальт-ранжувань.

### Опис розробленої інформаційної технології

Розроблена інформаційна технологія візуального моделювання та обробки тернарних гештальт-ранжувань не передбачає ніяких запитань для ОПР і не потребує ніякої інформації від ОПР в числовій або вербальній формі. Потрібно лише перетягнути зображення трійки кружечків-альтернатив на круг переваг згідно з вподобаннями ОПР. Це збільшує ефективність використання швидкого інтуїтивного мислення [5] із залученням візуальної інформації та зорової пам'яті ОПР. Таким чином, під час проведення кожного тернарного гештальт-ранжування візуалізується трійка альтернатив,

які ОПР має розмістити на крузі переваг за принципом: чим вище для ОПР якість альтернативи, тим ближче до центру круга переваг потрібно її розташовувати.

Розроблена інформаційна технологія складається з таких етапів:

1. Введення бажаних для ОПР кількості і назв альтернатив та кількості градацій (рівнів) порівняння. Кількість градацій ОПР може змінювати за своїм бажанням.

2. Проведення тернарних гештальт-ранжувань з візуальним моделюванням на крузі переваг.

3. Числове вимірювання якості альтернатив з урахуванням їхнього розташування на крузі переваг та автоматична генерація (отримання) трійки бінарних трирівневих ранжувань, що відповідають поточному тернарному гештальт-ранжуванню.

4. Аналіз кожного отриманого поточного бінарного трирівневого ранжування на суперечливість з раніше отриманими бінарними трирівневими ранжуваннями.

5. Призупинення гештальт-ранжувань з можливістю пошуку та виправлення виявлених помилок ОПР.

6. Візуалізація всіх проведених тернарних гештальт-ранжувань, в які входить задана альтернатива.

7. Повернення до попередніх гештальт-ранжувань з метою виправлення виявлених помилок.

8. Обчислення результуючих нормованого та центрованого кардинальних ранжувань всієї множини альтернатив.

9. Візуалізація спектру переваг усіх альтернатив та обчислених результуючих ранжувань у вигляді кольорових діаграм.

Для більш зручного користування ОПР створена інтерактивна система підказок.

Розроблену інформаційну технологію було реалізовано у вигляді комп'ютерної програми «Інформаційна технологія візуального моделювання тернарних гештальт-ранжувань на крузі переваг (ТеГР)» у середовищі програмування Visual Studio 2015 на мові C# 6.0 із використанням технології WPF.

### Висновки

Розроблена інформаційна технологія є зручною для ОПР, наочною, надійною та не складною у використанні. Представлення альтернатив і переваг між ними у вигляді простих візуальних образів потребує від ОПР значно менших когнітивних зусиль порівняно з традиційними методами, заснованими на отриманні значень числових або лінгвістичних змінних. Створену на основі цієї інформаційної технології комп'ютерну програму можна використовувати як ефективний інструмент для розв'язання рішень з цільовою та критеріальною невизначеністю.

### Список використаних джерел:

1. Трирівневі ранжування та їх застосування для виявлення переважань / В. В. Колодний // Контроль і управління в складних системах. – Вінниця: «УНІВЕРСУМ-Вінниця», 2003. – с. 238.

2. Метод некритеріального структурування множини альтернатив за допомогою аналізу тернарних трирівневих ранжувань / В. В. Колодний, В. В. Зубко // «ІНТЕРНЕТ–ОСВІТА–НАУКА–2014»: Збірник праць конференції.– Вінниця: ВНТУ, 2014. – с. 13-14.

3. Застосування гештальт-ранжувань для виявлення переваг ОПР / В. В. Колодний, В. В. Зубко // «ІНТЕРНЕТ–ОСВІТА–НАУКА–2016»: Збірник праць конференції. – Вінниця : ВНТУ, 2016. – С. 43-44.

4. Саати Т. Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Л. Саати. – М.: Радио и связь, 1989. – 316 с.

5. Канеман Д. Думай медленно... решай быстро / Д. Канеман. – Москва: АСТ, 2014. – 653 с.