користувача передбачається гнучке настроювання інтерфейсу, яке керує формою і змістом взаємодії та відтворює звичні способи маніпулювання інформацією. ЕС з погляду практичної цінності поширює досвід і знання висококваліфікованих спеціалістів, підвищує якість рішень, що приймаються, компенсуючи недостатню кількість спеціалістів в конкретній проблемній області, виключає небажані наслідки надлишкової спеціалізації працівника, має ефект навчання.

ЕС можна швидко копіювати і використовувати одночасно в багатьох місцях. Вона легко розвивається і модифікується, сприяє глибшому розумінню суті проблеми завдяки перетворенню невизначених, альтернативних, стабільних або безперервно змінних експертних знань у чіткі правила.

ЕС може бути незалежним інструментом в роботі спеціалістів з охорони праці, які, здебільше, перебувають під тиском адміністрації, перенавантажені, не завжди у стані знайти час для поглиблення своїх знань.

1. Батюк А.Є., Кравчук Г.Т. Концепція створення інформаційно-аналітичних систем в управлінні //Моделювання та інформаційні технології:-Зб. наук. праць ІПМЕ НАН України. Вип.4, 1999. С.123-127. 2. Уотермен Д. Руководство по экспертным системам: Пер. с англ. М, 1989. 3. Экспертные системы. Принципы работы и примеры: Пер. с англ. / А.Брукинг, П.Джонс, Ф.Кокс и др.; Под ред. Р.Форсайта. М, 1987. 4. Батюк А.Є., Кравчук Г.Т. Метод експертної оцінки в управлінні охороною праці //Вісн. "Львівська політехніка" 1999 №386. С.172-176.

УДК 681.3

І.Ю.Бобало, А.В.Катренко
НУ "Львівська політехніка", кафедра інформаційних систем та мереж

ПРЕДСТАВЛЕННЯ ОЦІНОК У СЛАБОСТРУКТУРОВАНІЙ СИСТЕМІ ПЕРЕВАГ ОПР

This paper describes new estimations and preferences representation method in semistructured decision problem, which allow to collect dynamically, store and work up different information about preferences in the estimation hypercube form.

У багатьох випадках рішення приймається на основі індивідуальних оцінок ОПР — особливо це стосується важливих, комплексних, унікальних проблем, розв'язуючи які необхідно враховувати думки експертів різних напрямків. Однією з основних процедур отримання експертом інформації — якісної чи кількісної — є вимірювання, що розуміється розширено. Звичайно, кількісні оцінки є більш інформативними, аніж якісні, оскільки дозволяють отримати детальнішу інформацію про порівняльну важливість альтернатив, що дає змогу у свою чергу обґрунтованіше реалізувати остаточний вибір.

Однак, застосовуючи кількісні оцінки слід мати впевненість в тому, що той чи інший експерт може дійсно встановити не лише той факт, що одна альтернатива краща за іншу, але й в стані оцінити, на скільки умовних одиниць, чи в скільки разів ця перевага більша. Якщо ж виникають сумніви щодо цієї можливості експертів, доцільніше обмежитися якісними оцінками.

Окрім того, можливе виникнення істотних помилок внаслідок неточностей в даних, дискретності шкал вимірювання, неадекватного опрацювання результатів та ін. Прикладом некоректного використання може бути така процедура: ранжування альтернатив за якістю — найкраща альтернатива отримує один бал, наступна — два тощо, розраховується середнє арифметичне для кожної альтернативи за оцінками всіх експертів, і як найкраща обирається альтернатива, значення середнього для якої найменше; однак при такому способі дій отримані результати можуть суперечити здоровому глузду (окрім випадків, коли одна з альтернатив значно краща за інші, але тоді питання вибору вирішується однозначно й без експертів), оскільки ступінь переваги однієї альтернативи над іншими взагалі не враховується при ранжуванні.

Істотними у процесі оцінювання є декілька аспектів: шкали вимірювання; тип висловлювання; відношення, що породжується в результаті оцінювання; кількість критеріїв, за якими проводиться оцінювання альтернатив; кількість осіб (експертів), що проводять оцінювання. Залежно від наявності тих чи інших складових завдання представлення системи переваг ОПР у просторі альтернатив матиме різну складність.

Розглянемо можливості представлення оцінок та їх види, виходячи з шкали вимірювання та типу висловлювання ОПР.

Згідно із теорією вимірювань [2,3,4] емпіричною системою $\mathbf{U}$ будемо називати множину $\mathbf{A} = \{A_1, A_2, \ldots, A_n\}$ альтернатив та відношення $\mathbf{P}$ з носієм $\mathbf{A}$, $\mathbf{U} = \langle \mathbf{A}, \mathbf{P} \rangle$. У процесі вимірювань кожній альтернативі $x_i \in \mathbf{A}$ ставиться у відповідність певне число, тобто проводиться вимірювання емпіричної системи, в результаті чого визначається відповідна до неї числова система $\mathbf{U}_z = \langle \mathbf{A}_z, \mathbf{P}_z \rangle$, де $\mathbf{A}_z = \{z_1, \ldots, z_n\}$ — множина чисел, отримана застосуванням відображення $f: \mathbf{A} \to \mathbf{A}_z$ та відношення $\mathbf{P}_z$ з носієм $\mathbf{A}_z$.

Для забезпечення можливості порівняння альтернатив між собою вводяться поняття шкали та квазішкали вимірювань. Шкалою вимірювань називається трійка $\langle \mathbf{U}, f, \mathbf{U}_z \rangle$. В багатьох випадках виникає проблема порівняльності альтернатив між собою — так, експерт може вважати альтернативи A_i та A_j непорівняльними між собою. Водночас певну користь може дати непряме порівняння цих альтернатив: якщо експерт вважає A_i кращою, ніж A_k, а A_j гіршою, ніж A_k, то з певними застереженнями можна вважати A_i кращою, ніж A_j (непрямо використовуючи транзитивність, якої може й не бути).

Для того, щоб отримати можливість порівняння альтернатив між собою, вводиться поняття квазішкали. Надалі вважатимемо, що первісне відношення $\mathbf{P}$ вже факторизоване за еквівалентністю, тобто всі наявні альтернативи різні і, отже, приписуючи певне число у шкалі чи квазішкалі, ми присвоюємо його значення всім альтернативам первісного відношення, які еквівалентні між собою. Розглянемо множину лінійних максимальних відношень порядку $\{\mathbf{P}_1, \ldots, \mathbf{P}_k\}$, кожне з яких задовольняє умову $\mathbf{P}_i \subset \mathbf{P}$, об'єднання яких покриває **P**, тобто $\bigcup_{i=1}^{k} \mathbf{P}_i = \mathbf{P}$ і носієм кожного з цих відношень є $\mathbf{A}_i \subset \mathbf{A}$. Відношення $\mathbf{P}_i \subset \mathbf{P}$ буде максимальним лінійним порядком, якщо не знайдеться жодного лінійного порядку $\mathbf{P}_k \subset \mathbf{P}$, для якого б виконувалась умова $\mathbf{P}_i \subset \mathbf{P}_k$. Таким чином емпірична система $U = <\mathbf{A},\mathbf{P}>$ приводиться до множини емпіричних підсистем $U_i^A = <\mathbf{A}_i,\mathbf{P}_i>$, $i = 1..k$, побудованої так, що кожне з відношень $\mathbf{P}_i \subset \mathbf{P}$ є максимальним лінійним порядком. Трійку $< \mathbf{U}^A, \mathbf{f}, \mathbf{U}^Z >$, де $\mathbf{U}^A = \{\mathbf{U}_1^A, ..., \mathbf{U}_k^A\}$, $\mathbf{U}^Z = \{\mathbf{U}_1^Z, ..., \mathbf{U}_k^Z\}$, $\mathbf{f} = \{\mathbf{f}_1, ..., \mathbf{f}_k\}$, $\mathbf{f}: \mathbf{U}_i^A \to \mathbf{U}_i^Z$, причому виконується умова $(\mathbf{U}_i^A, \mathbf{U}_j^A \in \mathbf{U}_i^A): \mathbf{x}_l \in \mathbf{A}_i \cap \mathbf{A}_j \Rightarrow$ $\Rightarrow \mathbf{f}_i(\mathbf{x}_l) = \mathbf{f}_j(\mathbf{x}_l)$ будемо називати квазішкалою.

Окреслимо проблеми, які постають при відображенні емпіричної системи в числову. Припустімо, що необхідно знайти числові оцінки множини альтернатив. Перше питання, яке виникає при цьому: чи існує числова система U_z, в яку гомоморфно відображається U, тобто чи може бути "виміряна" емпірична система? На даний час доведено можливість вимірювання основних типів емпіричних систем, що розглядаються в експертних оцінках.

Друга проблема теорії вимірювань пов'язана з існуванням багатьох відображень однієї і тієї ж емпіричної системи з відношенням в різноманітні числові системи і полягає у визначенні множини таких систем. Для такої множини числових систем характерним є вид перетворення, що відображає одну числову систему в іншу числову систему. Наприклад, існують три шкали вимірювання температури: Цельсія, Кельвіна та Фаренгейта, причому перехід від однієї до іншої здійснюється за допомогою лінійного перетворення $y=ax+b$, $a>0$. Отже лінійне перетворення результатів вимірювання температури не спотворює сенсу вимірювань.

Третя проблема теорії вимірювань — проблема адекватності — полягає у визначенні можливості виконання певних дій (операцій) над числовими оцінками альтернатив без спотворення отриманої первинної інформації (порівняння за значенням, додавання, множення і тощо). Тип шкали вимірювань визначається припустимим перетворенням числової системи, що відображає її в іншу числову систему, яка, так само як і попередня, є гомоморфним образом первинної емпіричної системи. Розрізняють такі типи шкал: абсолютна; відношень; інтервалів; порядкова; номінальна; множина припустимих перетворень для цих типів шкал простягається від тотожнього перетворення до довільного взаємно однозначного перетворення.

Абсолютною називається шкала, в якій значення числової системи U_z визначаються з точністю до тотожних перетворень, тобто $\varphi: \mathbf{U}_{z1} \to \mathbf{U}_{z2}$ має вигляд $\varphi(\mathbf{x}) = \mathbf{x}$. Приклади — кількість студентів в групі, цехів на підприємстві, шкіл у місті та ін.

Шкалою відношень називається шкала, в якій значення числової системи U_z визначається з точністю до постійного множника, $\varphi(\mathbf{x}) = \mathbf{ax}, \mathbf{a} > 0$. У цих шкалах відношення числових оцінок альтернатив залишаються сталими, оскільки

$$\varphi(f(x_1))/\varphi(f(x_2)) = df(x_1)/df(x_1) = f(x_1)/f(x_2),$$

де $f(x_1), f(x_2)$ — числові відповідники альтернатив x_1, x_2 в деякій числовій системі, $\varphi(f(x_1)), \varphi(f(x_2))$ — в іншій, і $\varphi(y) = ay, a > 0$. Приклад — вимірювання маси, довжини предметів. В яких одиницях ні вимірювались би маса чи довжина, відношення їх величин збережеться сталими.

Шкалою інтервалів називається шкала, в якій значення числової системи визначаються з точністю до лінійного перетворення $\varphi(x) = ax + b, a > 0$. У шкалі інтервалів зберігаються відношення різниць числових оцінок, оскільки

$$\frac{\varphi(f(x_1)) - \varphi(f(x_2))}{\varphi(f(x_3)) - \varphi(f(x_n))} = \frac{af(x_1) - af(x_2) + b - b}{af(x_3) - af(x4) + b - b} = \frac{f(x_1) - f(x_2)}{f(x_3) - f(x_4)}$$

Частковий випадок шкали інтервалів, коли може змінюватись лише початок відліку, $\varphi(x) = x + b$, називається шкалою різниці (приклад різні системи літочислення). У шкалі інтервалів вимірюється температура.

Вищенаведені типи шкал характеризують кількісні зміни. Якісні зміни є менш формалізованими, відповідні типи шкал — менш "сильними", а припустимі перетворення належать до більш широкого класу.

Порядкова шкала визначає лише порядок переваг альтернатив, і числова система, в яку гомоморфно відображається емпірична система, повинна лише зберігати порядок на множині альтернатив. В порядковій шкалі значення числової системи визначаються з точністю до монотонного перетворення $\varphi(x)$. Приклад — впорядкування за важливістю науково — дослідних робіт.

Номінальною шкалою називається шкала, в якій значення числової системи визначаються з точністю до взаємно однозначних перетворень, тобто є шкалою найменувань.

Результати вимірювань в одній зі шкал використовуються надалі для визначення результатів експертиз, причому одним з основних завдань є визначення групових оцінок альтернатив експертами. У зв'язку з тим знову виникає проблема адекватності, а саме визначення операцій, які припускаються для відшукання результуючих оцінок на основі результатів вимірювань. Так, операція розрахунку середнього арифметичного для альтернатив, виміряних у порядковій шкалі, не може бути використана, вона не має сенсу, тому що відсутня інформація про кількісний ступінь переваг альтернатив. При вимірюванні в шкалі інтервалів середнє арифметичне може використовуватися лише для оцінки порівняльної переваги альтернатив.

Нехай $(\sum_{i=1}^{m} f_i(x_1))/m > (\sum_{i=1}^{m} f_i(x_2))$, де $f_i(x_1)$ — оцінка альтернативи x_1 i-м експертом, m — кількість експертів. За визначенням вимірювання у шкалі інтервалів виконується з точністю до лінійних перетворень

$$\varphi(x) = x + b : (\sum_{i=1}^{m} (af_i(x_1) + b)) / m = (a \sum_{i=1}^{m} f_i(x_1)) / m + b ,$$

звідки й випливає справедливість нерівності при лінійному перетворенні. Однак відношення середніх арифметичних не може бути використане для порівняльної оцінки альтернатив, тут необхідно для вищезгаданого прикладу використовувати відношення різниць середніх арифметичних. Але відношення середніх арифметичних коректне як вимірювач ступеня переваги, коли вимірювання проводилися у шкалі відношень. Аналогічні перетворення дозволяють проаналізувати адекватність різних операцій при наявності вимірювань, які виконані в різних типах шкал.

Між основними типами шкал та відношеннями емпіричних систем існує безпосередній зв'язок, який відображається такими твердженнями [3].

Твердження 1. Емпірична система U=<A,P> вимірюється в номінальній шкалі тоді й лише тоді, коли P – відношення еквівалентності.

Твердження 2. Емпірична система U=<A,P> вимірюється в порядковій шкалі тоді, коли P – відношення лінійного порядку.

Твердження 3. Емпірична система U=<A,P> вимірюється в порядковій квазішкалі тоді і лише тоді, коли P — відношення квазіпорядку.

Отже, оцінка в абсолютній шкалі дає відповідь на запитання "скільки?", відношень — "у скільки?", інтервалів — "наскільки?", порядку — "чи важливіше?" (або "чи еквівалентне?" — якщо не виділені класи еквівалентності), номінальній — «чи є об'єктом з певною назвою?»

За типом висловлювання ОПР оцінки класифікуватимемо як чіткі або невизначені, поділяючи у свою чергу невизначені на ймовірнісні (стохастичні), нечіткі (лінгвістичні) та інші.

Виходячи з цих двох аспектів, подамо можливі види оцінок у таблиці.

Таблиця

Види оцінок системи переваг ОПР

Тип висловлювання	Тип шкали			
	Абсолютна	Інтервалів	Відношень	Порядку
Чітке	Адитивне та Мультиплікативне метризоване	Адитивне метризоване	Мультиплікативне метризоване	Неметризоване лінійного порядку
Ймовірнісне (стохастичне)	Елемент відношення — ФРВ "скільки"	Елемент відношення — ФРВ "на скільки"	Елемент відношення ФРВ "у скільки"	Елемент відношення — ймовірність "краще"
Нечітке (лінґвістичне)	Елемент відношення — ФН "скільки"	Елемент відношення — ФН "на скільки	Елемент відношення ФН "у скільки"	Елемент відношення — належність "краще"

У клітинках таблиці наведені типи відношень, які використовують оцінки згідно із запропонованою класифікацією. Рухаючись від верхнього лівого (північно-західного) до нижнього правого (південно-східного) кута таблиці, ступінь чіткості та точності зменшується, що відповідає зростанню неструктурованості системи переваг ОПР. Окрім того, в таблиці не відображені шкали півпорядку (вважатимемо, що згідно із теоремою Шпільрайна півпорядок можна завжди продовжити не єдиним способом до порядку, і це продовження визначатиметься додатковим опитуванням ОПР), та номінальної (як найменш інформативної, яка відображає не ступінь впорядкованості, а класифікацію).

Для шкал абсолютної, інтервалів та відношень у випадку стохастичності чи нечіткості висловлювань елементами відношень будуть функції розподілу ймовірностей (ФРВ) та функції належностей (ФН) відповідно.Для шкали порядку це ймовірність або ступінь належності. У випадку наявності невизначеностей більш загального або комбінованого характеру вони приводяться до стохастичності або нечіткості.

Для представлення інформації про систему переваг в умовах слабої структурованості використовуються моделі у вигляді гіперкуба оцінок [1]. Слабоструктурована система переваг особи, що приймає рішення, (ОПР) складається з елементів різного типу (прямих або порівняльних оцінок). Оцінки x і відношення переваг r виражаються різними способами.

Спростимо описану множину зі збереженням необхідної в умовах слабоструктурованої системи переваг ОПР гнучкості. Оскільки шкали відношень досить рідко використовуються в реальних задачах оцінювання в умовах слабої структурованості, то відмінності між шкалами можна відобразити трьома градаціями — абсолютні, інтервалів і порядкові шкали. Під абсолютними будемо розуміти шкали оцінок, які допускають операції порівняння, додавання, віднімання, множення і ділення оцінок. Шкали інтервалів допускають операції порівняння, додавання і віднімання. Порядкові шкали лише вказують на переважання однієї оцінки над іншою, тобто допускаються лише операції порівняння. Таке спрощення дозволяє збирати експертну інформацію від експертів, рівень підготовки яких в теорії прийняття рішень є досить низьким. Абсолютні шкали необхідні для представлення інформації про характеристики сутностей, а експертна інформація, переважно, висловлюється в інтервальних та порядкових шкалах. При використанні інтервальних шкал ступінь структурованості задачі ПР вищий, ніж при використанні порядкових шкал.

Будемо використовувати такі класи оцінок і відношень переваг:

1. Оцінки точні в абсолютній шкалі;

2. Оцінки точні в інтервальній шкалі;

3. Оцінки точні в порядковій шкалі;

4. Оцінки інтервальні в абсолютній шкалі;

5. Оцінки інтервальні в інтервальній шкалі;

6. Оцінки інтервальні в порядковій шкалі;

7. Оцінки ймовірнісні в абсолютній шкалі;

8. Оцінки ймовірнісні в інтервальній шкалі;

9. Оцінки ймовірнісні в порядковою шкалі;

10. Оцінки лінгвістичні;

11. Оцінки невизначені (невідомі);

12. Переваги точні в абсолютній шкалі;

13. Переваги точні в інтервальній шкалі;

14. Переваги точні в порядковій шкалі;

15. Переваги інтервальні в абсолютній шкалі;

16. Переваги інтервальні в інтервальній шкалі;

17. Переваги інтервальні в порядковій шкалі;

18. Переваги ймовірнісні в абсолютній шкалі;

19. Переваги ймовірнісні в інтервальній шкалі;

20. Переваги ймовірнісні в порядковій шкалі;

21. Переваги лінгвістичні;

22. Переваги неметризовані (порядкові);

23. Переваги невизначені (невідомі).

Розглянемо детальніше ці класи оцінок та відношень переваг.

Точні оцінки в абсолютній шкалі

Оцінки цього класу використовуються, здебільшого, для представлення апріорно відомих характеристик альтернатив, що виражаються певними одиницями вимірювання. Прикладом таких характеристик є паспортні технічні характеристики, відомі цінові характеристики тощо. В умовах слабої структурованості задач ПР отримання оцінок цього класу в результаті експертного оцінювання є малоймовірним, оскільки вимагає дуже чіткого уявлення ОПР про предметну область. Приклад оцінки цього класу: "Ціна альтернативи А є 13.5$". Будемо позначати оцінки цього класу $x = !a$, де ! — ознака порядкової шкали, a — число, що характеризує висловлену оцінку. Приклад: $x = !13.5$.

Точні оцінки в інтервальній шкалі

Оцінки цього класу використовуються для представлення експертних оцінок, які виражаються в балах, частках від максимального значення тощо. Практично вони представляють найвизначеніші елементи системи переваг ОПР. Визначенішиними за них є лише точні оцінки в абсолютній шкалі. Прикладом таких елементів є результати рейтингового оцінювання. Висловлюючи оцінки цього класу, ОПР розуміє, що різниця в рівні знань між студентом А, рейтинг якого 49 балів і студентом Б (53), є менша, ніж між студентом В (54) і студентом Г (60). Оцінки цього класу можуть містити інформацію про кількість градацій шкали, що дозволяє опрацьовувати такі висловлювання ОПР як: "За 10-ти бальною шкалою я б оцінив цю сутність в 9 балів". Будемо позначати оцінки цього класу $x = \%a$, або $x = \%a/b$, де % — ознака порядкової шкали, a — число, що характеризує висловлену оцінку, b — число що характеризує кількість балів шкали. Приклад: $x = \%9/10$.

Наявність верхньої межі дозволяє судити про суб'єктивну абсолютну корисність сутності і узгоджувати оцінки з різною кількістю градацій шкали. При цьому слід враховувати ефект домінування експерта з більшою кількістю градацій шкали.

Точні оцінки в порядковій шкалі

Оцінки цього класу використовуються для представлення експертної інформації. Висловлюючи оцінки цього класу, ОПР розуміє, що сутність, яка отримала вищу оцінку є кориснішою за сутність, яка отримала нижчу оцінку. Приклад оцінки в порядковій шкалі: "Оцінка альтернативи А є 4". Будемо позначати оцінки цього класу $x = \#a$, де # — ознака порядкової шкали, a — число, що характеризує висловлену оцінку. Ознака порядкової шкали є необов'язковою, тобто якщо ознака шкали відсутня, то маємо на увазі порядкову шкалу. Приклад: $x = 4$.

Оцінка інтервальна в абсолютній шкалі

Оцінки цього класу використовується для представлення відомих інтервальних характеристик сутностей. Для таких оцінок всі значення всередині вказаного інтервалу вважаємо рівноймовірними, тобто приймаємо рівномірний розподіл ймовірності на цьому інтервалі. Цей клас оцінок також використовується коли ОПР не може точно вказати значення оцінки в абсолютній шкалі, але може вказати інтервал можливих значень. Проте для представлення експертної інформації частіше використовуються інтервальні оцінки у шкалі інтервалів. Приклад висловленої інтервальної оцінки в абсолютній шкалі: "Вартість реалізації альтернативи А від 18 до 20$". Будемо позначати оцінки цього класу $x = !a \div c$, де ! — ознака порядкової шкали, a, c — числа, що характеризують інтервал висловленої оцінки. Приклад: $x = !18 \div 20$.

Оцінка інтервальна в інтервальній шкалі

Використовується коли експерт не може точно вказати оцінку в інтервальній шкалі, але може вказати можливий інтервал цієї оцінки. Аналогічно до точних оцінок в інтервальній шкалі можуть мати визначену верхню межу (кількість градацій шкали). Аналогічно до інтервальних оцінок в абсолютній шкалі всі значення всередині інтервалу вважаються рівноймовірними. Приклад такої оцінки: "Оцінка сутності А в 10 бальній шкалі від 4 до 5 балів". Будемо позначати оцінки цього класу $x = \%a \div c$ або $x = \%a \div c/b$, де

% — ознака інтервальної шкали, a, c — числа, що характеризують інтервал висловленої оцінки, b — кількість градацій шкали. Приклад: x = %4÷5/10.

Оцінка інтервальна в порядковій шкалі

Використовується коли експерт не може точно вказати оцінку в порядковій шкалі, але може вказати можливий інтервал цієї оцінки. Інтервальні оцінки в порядковій шкалі представляють елементи системи переваг ОПР, з якими можна робити лише операції порівняння. Аналогічно до інтервальних оцінок в абсолютній шкалі всі значення всередині інтервалу вважаються рівноймовірними, тобто приймаємо рівномірний розподіл ймовірності на цьому інтервалі. Приклад такої оцінки: "Оцінка сутності A від 6 до 8". Будемо позначати оцінки цього класу x = #a÷c, де ! — необов'язкова ознака порядкової шкали, a, c — числа, що характеризують інтервал висловленої оцінки. Приклад: x = 4÷6.

Оцінка ймовірнісна в абсолютній шкалі

Використовується для представлення відомих статистичних характеристик або коли експерт не може точно вказати оцінку в абсолютній шкалі, але може вказати її приблизне значення і оцінити можливе відхилення від цього значення. Для оцінок цього класу приймаємо нормальний закон розподілу ймовірності, з заданим математичним очікуванням і дисперсією. Можливе значення оцінки є випадковою величиною з нормальним законом розподілом. Приклад ймовірнісної оцінки в абсолютній шкалі "Вага альтернативи A 50 г з можливим відхиленням 5 г". Будемо позначати оцінки цього класу x = !a±d, де a — число, що характеризує приблизне значення (математичне очікування); d — число, що характеризує можливе відхилення і дозволяє визначити дисперсію закону розподілу. Найзручніше це зробити, прийнявши можливе відхилення $d = 3\sigma$. Це забезпечує потрапляння в інтервал (a-d, a+d) ~97% можливих значень випадкової величини оцінки. Приклад: x = !50±5.

Оцінка ймовірнісна в інтервальній шкалі

Використовується, коли експерт не може точно вказати оцінку в інтервальній шкалі, але може вказати її приблизне значення і оцінити можливе відхилення від цього значення. Аналогічно до інших оцінок в інтервальній шкалі можуть мати визначену верхню межу (кількість градацій шкали). Аналогічно до ймовірнісних оцінок в абсолютній шкалі можливе значення оцінки є випадковою величиною з нормальним законом розподілу. Приклад такої оцінки: "Оцінка сутності A в десятибальній шкалі приблизно 6, можливе відхилення 2". Будемо позначати оцінки цього класу x = %a±d/b, де % — ознака інтервальної шкали; a — число, що характеризує приблизне значення (математичне очікування); d — число, що характеризує можливе відхилення ($d = 3\sigma$); b — необов'язкова кількість градацій шкали. Приклад: x = %6±2/10.

Оцінка ймовірнісна в порядковій шкалі

Використовується, коли експерт не може точно вказати оцінку в порядковій шкалі, але може вказати її приблизне значення і оцінити можливе відхилення від цього значення. Аналогічно до ймовірнісних оцінок в абсолютній шкалі можливе значення оцінки є випадковою величиною з нормальним законом розподілом. Приклад ймовірнісної оцінки в порядковій шкалі: "Оцінка сутності А приблизно 20, можливе відхилення 5". Будемо позначати оцінки цього класу $x = \#a \pm d$, де # — необов'язкова ознака порядкової шкали; a — число, що характеризує приблизне значення (математичне очікування); d — число, що характеризує можливе відхилення ($d = 3\sigma$). Приклад: $x = 20\pm5$.

Оцінка лінгвістична

Лінгвістичні оцінки виражають найменш структуровані елементи системи переваг ОПР, коли він не може висловити оцінку в числовій формі але може висловити словесно. Приклад лінгвістичної оцінки: "Оцінка сутності А середня". Будемо позначати оцінки цього класу x = "s", де s — словесне значення лінгвістичної оцінки. Приклад: x = "середня".

Для практичного використання лінгвістичних оцінок їх необхідно привести до оцінок іншого класу. Неприведені лінгвістичні оцінки фактично є елементами шкали найменувань. Найпростіше це приведення здійснюється до точних оцінок в порядковій шкалі (необхідно проранжувати лінгвістичні оцінки) або до інтервальних оцінок в інтервальній чи абсолютній шкалі (необхідно вказати інтервали для кожного значення лінгвістичної оцінки).

Оцінка невизначена

Невизначені оцінки виражають невідомі елементи системи переваг ОПР, коли він не може висловити оцінку взагалі, або не висловив її покищо. Перед початком процесу ПР всі оцінки є невизначені. У процесі ПР деякі невизначені оцінки визначаються і переходять в інший клас. Будемо позначати невизначені оцінки x = '?'.

Переваги точні в абсолютній шкалі

Переваги цього класу використовуються для представлення переваг між точними оцінками в абсолютній шкалі. Вказують на числовий ступінь переважання однієї сутності над іншою. Приклад висловленої переваги: "Сутність А дорожча за сутність Б в 3.5 рази". Позначимо переваги цього класу аналогічно до точних оцінок в абсолютній шкалі $r = !a$. Приклад: $r = !3.5$. Для еквівалентних сутностей $r = !1$.

Якщо сутність А переважає сутність Б, то сутність Б поступається сутності А. Отже, обернена перевага — якщо $r_{АБ} = !a_{АБ}$ — перевага А над Б, то $r_{БА} = !a_{БА}$ — перевага Б над А, де $a_{БА} = 1/a_{АБ}$.

Переваги точні в інтервальній шкалі (адитивні)

Використовуються для представлення переваг між точними оцінками в інтервальній шкалі. Вказують на ступінь переважання однієї сутності над іншою. Аналогічно до точних оцінок в інтервальній шкалі можуть мати визначену верхню межу (кількість градацій шкали). Приклад висловлених переваг: "Сутність А переважає сутність Б на 4 бали 10 бальної шкали". Позначимо переваги цього класу аналогічно до точних оцінок в інтервальній шкалі $r = \%a/b$. Приклад: $r = \%4/10$. Для еквівалентних сутностей $r = \%0$.

Обернена перевага — $a_{БА} = - a_{АБ}$, $b_{БА} = b_{АБ}$.

Переваги точні в порядковій шкалі

Переваги цього класу мають сенс у разі порівняння декількох пар сутностей, коли експерт може проранжувати висловлені ним переваги між різними парами сутностей. Приклад використання: порівняння здійснюється за заданою множиною рівнів — 0 — "еквівалентність"; 1 — "дуже слабе переважання", 2 — "слабе переважання",..., 10 — "абсолютне переважання". Позначимо переваги цього класу аналогічно до точних оцінок в порядковій шкалі $r = \#a$. Приклад: $r = 6$. Для еквівалентних сутностей $r = 0$.

Обернена перевага — $a_{БА} = - a_{АБ}$.

Переваги інтервальні в абсолютній шкалі

Є подібними до точних переваг в абсолютній шкалі, але вказують інтервал ступеня переважання однієї сутності над іншою. Використовуються для представлення переваг між інтервальними оцінками в абсолютній шкалі. Аналогічно до інтервальних оцінок в абсолютній шкалі приймаємо рівномірний розподіл ймовірності на цьому інтервалі. Приклад висловленої переваги: "Сутність А переважає сутність Б в 3-4 рази." Позначимо переваги цього класу аналогічно до інтервальних оцінок в абсолютній шкалі $r = !a \div c$. Приклад: $r = !3 \div 4$.

Обернена перевага — $a_{БА} = 1/c_{АБ}$, $c_{БА} = 1/a_{АБ}$.

Переваги інтервальні в інтервальній шкалі

Є подібними до точних переваг в інтервальній шкалі, але вказують інтервал ступеня переважання однієї сутності над іншою. Аналогічно до інтервальних оцінок в абсолютній шкалі приймаємо рівномірний розподіл ймовірності на цьому інтервалі. Аналогічно до точних оцінок в інтервальній шкалі можуть мати визначену верхню межу (кількість градацій шкали). Приклад висловлених переваг: "Сутність А переважає сутність Б на 3-4 бали 10 бальної шкали". Позначимо переваги цього класу аналогічно до інтервальних оцінок в інтервальній шкалі $r = \%a \div c/b$. Приклад: $r = \%3 \div 4/10$.

Обернена перевага — $a_{БА} = 1/c_{АБ}$, $c_{БА} = 1/a_{АБ}$, $b_{БА} = b_{АБ}$.

Переваги інтервальні в порядковій шкалі

Є подібними до точних переваг у порядковій шкалі, але вказують інтервал ступеня переважання однієї сутності над іншою. Аналогічно до інтервальних оцінок в абсолютній шкалі приймаємо рівномірний розподіл ймовірності на цьому інтервалі. Приклад висловлених переваг при використанні вищезгаданої множини рівнів порівняння: "Ступінь переважання сутності А над сутністю Б становить 4-6". Позначимо переваги цього класу аналогічно до інтервальних оцінок в порядковій шкалі $r = a \div c$. Приклад: $r = 4 \div 6$.

Обернена перевага — $a_{БА} = 1/c_{АБ}$, $c_{БА} = 1/a_{АБ}$, $b_{БА} = b_{АБ}$.

Переваги ймовірнісні в абсолютній шкалі

Є подібними до точних переваг в абсолютній шкалі, але вказують приблизне значення переваги і можливе відхилення від цього значення. Використовуються для представлення переваг між ймовірнісними оцінками в абсолютній шкалі. Аналогічно до ймовірнісних оцінок в абсолютній шкалі можливе значення переваги є випадковою величиною з нормальним законом розподілу. Приклад висловленої переваги при використанні вищезгаданої множини рівнів порівняння: "Сутність А переважає сутність Б в 3 рази, можливе відхилення 1.2" Позначимо переваги цього класу аналогічно до ймовірнісних оцінок в абсолютній шкалі $r = !a \pm d/b$. Приклад: $r = !2 \pm 1.2$.

Обернена перевага — $a_{БА} = 1/a_{АБ}$, $d_{БА} = 1/d_{АБ}$.

Переваги ймовірнісні в інтервальній шкалі

Є подібними до точних переваг в інтервальній шкалі, але вказують приблизне значення переваги і можливе відхилення від цього значення. Використовуються для представлення переваг між ймовірнісними оцінками в інтервальній шкалі. Аналогічно до ймовірнісних оцінок в абсолютній шкалі можливе значення переваги є випадковою величиною з нормальним законом розподілу. Аналогічно до точних оцінок в інтервальній шкалі можуть мати визначену верхню межу (кількість градацій шкали). Приклад висловлених переваг: "Сутність А переважає сутність Б на 4 бали 10 бальної шкали з можливим відхиленням 2 бали". Позначимо переваги цього класу аналогічно до ймовірнісних оцінок в інтервальній шкалі $r = \%a \pm d/b$. Приклад: $r = \%4 \pm 2/10$.

Обернена перевага — $a_{БА} = -a_{АБ}$, $d_{БА} = d_{АБ}$, $b_{БА} = b_{АБ}$.

Переваги ймовірнісні в порядковій шкалі

Є подібними до точних переваг у порядковій шкалі, але вказують приблизне значення переваги і можливе відхилення від цього значення. Аналогічно до ймовірнісних оцінок в абсолютній шкалі можливе значення переваги є випадковою величиною з нормальним законом розподілу. Приклад висловлених переваг: "Ступінь переважання сутності А над сутністю Б становить 6 з можливим відхиленням 2". Позначимо переваги цього класу аналогічно до ймовірнісних оцінок в порядковій шкалі $r = \#a \pm d$. Приклад: $r = 6 \pm 2$.

Обернена перевага — $a_{БА} = -a_{АБ}$, $d_{БА} = d_{АБ}$.

Переваги лінґвістичні

Лінґвістичні переваги виражають слабоструктуровані елементи системи переваг ОПР, коли він не може висловити ступінь переважання в числовій формі а може висловити у словесній. Приклад висловленої лінґвістичної переваги "Сутність А дещо переважає сутність Б". Будемо позначати переваги цього класу аналогічно до лінґвістичних оцінок: r = "s". Приклад: r = "дещо переважає".

Для практичного використання лінґвістичних переваг їх доцільно привести до переваг іншого класу. Найпростіше це приведення здійснюється до неметризованих переваг, але при такому приведенні втрачається інформація про ступінь переважання. Тому доцільнішим є приведення до точних переваг в порядковій шкалі. Для цього експерт має проранжувати висловлені ним лінґвістичні переваги. Можливе також приведення до інтервальних або ймовірнісних переваг в абсолютній чи інтервальній шкалі, але це вимагає введення додаткової інформації.

Переваги неметризовані

Неметризовані переваги виражають найменш структуровані елементи системи переваг ОПР, коли він не може висловити ступінь переважання, але може вказати знак переважання (переважає, поступається). Можливі три значення переваг цього класу: "Сутність А переважає сутність Б", "Сутність А еквівалентна сутності Б", "Сутність А поступається сутності Б". Будемо позначати переваги цього класу відповідно r = 'n', де n — символьне позначення переваги, що може набувати одне з трьох значень відповідно: '>', '=', '<'. Приклад: r = '>'.

Переваги невизначені

Невизначені переваги виражають невідомі елементи системи переваг ОПР, коли він не може висловити перевагу між двома сутностями взагалі, або ще не висловив її. Перед початком процесу ПР всі переваги є невизначені. У процесі ПР деякі невизначені переваги визначаються і переходять в інший клас. Будемо позначати невизначені переваги r = '?'.

Запропонована множина типів оцінок дає змогу описати широке коло ситуацій ПР. Використання лише трьох класифікаційних ознак (вид оцінки, вид шкали, кількість градацій шкали) робить цю систему простою для реалізації і зручною в користуванні, а також дозволяє синтезувати ефективні процедури підтримки прийняття рішень.

1. Бобало І.Ю., Катренко А.В. Моделювання слабоструктурованої системи переваг у вигляді гіперкубу // Вісник ДУ "Львівська політехніка". 1999. №380. с.155-166. 2. Литвак Б.Г. Экспертная информация: Методы получения и анализа. М., 1982. 3. Миркин Б.Г. Проблема группового выбора. М., 1974. 4 Дружинин В.В., Конторов Д.С., Конторов М. Д. Введение в теорию конфликта. -М., 1989.