

УДК 519.812.4+519.865.7

Н.А. Соколова

## ВИКОРИСТАННЯ СУБ'ЄКТИВНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ РОЗВИТКУ ЗАГАЛЬНОЇ ТЕОРІЇ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

**Вступ.** Рішення задач прийняття рішень в умовах невизначеності навряд чи втратить актуальність, тому що інформаційна невизначеність, що виникає у початкових і вихідних даних за рахунок неповноти знань, неточності моделей та вимірів, не усувна у принципі. Тому завдання зменшення інформаційної невизначеності є окремим актуальним завданням. В розвиток класичних підходів теорії управління, де головна увага приділяється тому, як передати інформацію, сьогодні виникла необхідність створення механізмів, що дозволяють її створювати, переробляти і запам'ятовувати. Механізми ці можуть бути різними. Одні системи створюють інформацію, інші запам'ятовують [1]. Це може бути і одна система, параметри якої змінюються в часі. Тому необхідно на науковій основі розбиратися з інформацією не тільки в технічному, як учить класична теорія, а в змістовному плані (сенс, цінність, ризики, загрози, стратегії), що має велике значення у багатьох предметних галузях, освіти зокрема. Основи цього напрямку закладено ще у теорії некоректних завдань, у витоків якої стояв видатний математик, академік А.Н. Тихонов, який запропонував принципи регуляризації.

**Постановка завдання.** Зараз існує необхідність у продовженні досліджень засобів регуляризації некоректних завдань прийняття рішень за рахунок підвищення інформаційного забезпечення процесу прийняття рішень.

**Метою даної статті** є обґрунтування використання апарату суб'єктивного аналізу для підвищення інформаційного забезпечення процесу прийняття рішень у багатьох предметних галузях, освіти зокрема.

**Основна частина.** В процесі прийняття рішень індивідуум реалізує інтроспективний, тобто внутрішній процес інтелектуального аналізу і оцінювання можливих способів вирішення проблеми [2].

Цей процес, незважаючи на його суб'єктивну унікальність, можна структурувати і виділити інваріантні вирішуваній проблемі етапи: усвідомлення мети, визначення можливих шляхів її досягнення, вибір метрики, в якій можна якісно або кількісно оцінити перевагу (ефективність) допустимих рішень і встановити на них відношення лінійного порядку.

У реальних ситуаціях прийняття рішень зазвичай не вдається обґрунтувати єдиний скалярний критерій оцінки ефективності, доводиться враховувати декілька різних, суперечливих критеріїв, кожен з яких характеризує деяку часткову властивість рішення, а їх сукупність характеризує якість рішення в цілому, і тривіальне для скалярного критерію завдання стає математично некоректним по Адамару, оскільки не має єдиного рішення. Можна тільки виділити область компромісів, тобто множину Парето, на якому неможливо встановити відношення лінійного порядку. Визначення єдиного рішення в цьому випадку вимагає регуляризації, яку можна здійснити на основі двох підходів :

– неформального (евристичного), коли роль регуляризатора виконує особа, що приймає рішення (ОПР), заповнюючи бракуючу регуляризируючу інформацію своїм досвідом, знаннями, інтуїцією, суб'єктивними перевагами;

– формального, коли в якості регуляризатора виступає деяке формальне правило, наприклад принцип головного критерію, послідовної оптимізації, функціонально-вартісний аналіз, узагальненої корисності, аналізу ієрархій, «Електро» та ін., але формування усіх правил і вибір одного з них для конкретної реалізації здійснює ЛПР на основі знов таки евристичних міркувань.

Таким чином, при обох підходах прийняття рішень здійснюється на основі «усвідомленого вибору» експерта або групи експертів, тобто базується на індивідуальному або груповому інтроспективному аналізі проблеми і виборі способу її рішення. У напрямі експертного оцінювання ведуться інтенсивні дослідження [2], актуальність яких обумовлена відсутністю альтернативних способів отримання знань від їх носіїв, проте проблема далека від вичерпного рішення. Більшість публікацій містять опис конкретних емпіричних методів (їх кількість досить велика), рішення конкретних завдань без теоретичного обґрунтування точності, аналізу стійкості, відтворюваності результатів і так далі. Назріла необхідність подальшого системного розвитку і узагальнення наукових підходів і теоретичного базису методів експертного оцінювання. Це стосується усіх сторін цього наукового напрямку : проведенні психологічних досліджень, спрямованих на обґрунтування найбільш стійких процедур витягання і представлення інтелектуальної інформації, методів і способів підтримки прийняття рішення на основі експертизи і так далі

Тому все більша увага приділяється аналізу поведінки ОПР, а інтереси загальної теорії прийняття рішень (ОТПР) зміщуються в область дослідження активних систем, тобто таких систем, які містять в числі своїх елементів так звані активні елементи - елементи, які можуть мати свої індивідуальні цілі, можливо, відмінні від цілей системи, і які мають волю і можливість, щоб ці цілі здійснювати [3]. У процесі

навчання, наприклад таких активних елементів як мінімум два: це активний елемент - викладач і активний елемент – учень. Аналіз функціонування активних систем називається суб’єктивним аналізом, оскільки усі рішення приймаються суб’єктом системи і тому вони суб’єктивні. При цьому визначальним є принцип суб’єктивної оптимальності. У його формулюванні головна роль відводиться суб’єктивній ентропії. Тому можна говорити про варіаційний принцип ентропії, який дозволяє отримувати і вивчати різні моделі функцій переваг [4].

Для кожного розподілу переваг вводиться суб’єктивна ентропія як міра невизначеності і суб’єктивна інформація як міра мінливості ентропії [5]. Кожному суб’єктові привласнюється особистий функціонал. Загальним при цьому являється адитивна структура для усіх суб’єктів і наявність в кожному з них в якості головного доданку «суб’єктивної ентропії».

Застосування варіаційного принципу при формуванні переваг на основі суб’єктивної інформації  $I_s(t, \sigma_i)$  про альтернативу  $\sigma_i$  було змістовно розглянуто у [4]:

$$1. \quad \pi(t, \sigma_i) = \frac{I_s(t, \sigma_i) e^{\beta I_s(t, \sigma_i)}}{\sum_{i=1}^n I_s(t, \sigma_i) e^{\beta I_s(t, \sigma_i)}}, \quad I_s(t, \sigma_i) = \frac{1}{-\ln P_q(t, \sigma_i)},$$

де  $P_q(t, \sigma_i)$ ,  $q = (\overline{1. m})$  – це ймовірність того, що суб’єкт «отримав», зрозумів і усвідомив інформацію про альтернативу  $\sigma_i$ ,  $i = (\overline{1. n})$   $\sigma_i \in S_a$  від джерела інформації  $q$ ,  $q = (\overline{1. m})$  – індекс джерела інформації,  $m$  – кількість цих джерел;  $n$  – кількість альтернатив,  $S_a$  – множина альтернатив.

Модель  $I_s(t, \sigma_i)$  приймає вид негентропії, де негентропія вживається головним чином у двох значеннях: як кількість інформації, яка дорівнює різниці між початковою (до отримання повідомлення, наприклад, порції даних при комп’ютеризованому навчанні) і кінцевою (після отримання повідомлення) ентропією, і як величина, зворотна ентропії, що виражає упорядкованість матеріальних об’єктів.

Використавши таку модель кількості (суб’єктивної) інформації, як величину, зворотну ентропії:

$$2. \quad I_s(t, \sigma_i) = \frac{1}{H(t, \sigma_i)} = \frac{1}{-\ln P(t, \sigma_i)},$$

де  $H(t, \sigma_i) = -\ln P(t, \sigma_i)$  – хартлієвська ентропія, можна знайти кількість суб’єктивної інформації про кожен альтернативу. Одиницями вимірювання кількості суб’єктивної інформації у даному випадку є «нат<sup>-1</sup>».

Ймовірність  $P(t, \sigma_i)$  має бути нормованою, тобто  $\sum_{i=1}^n P(t, \sigma_i) = 1$ . Якщо припустити [5], що ймовірності  $P(t, i)$  розподілені за показовим законом:

$$3. \quad P(t, i) = \begin{cases} 0, & t \leq 0, \\ 1 - e^{-\lambda_i t}, & t > 0, \end{cases}$$

де  $P(t, i)$  - це ймовірність того, що суб’єкт «отримав», зрозумів і усвідомив інформацію про альтернативу  $i = (\overline{1. n})$ . У даному випадку позначення альтернативи « $\sigma_i$ » замінено позначенням « $i$ », щоб показати, що ці значення  $P(t, i)$  можуть відрізнятися від  $P(t, \sigma_i)$ , адже ці значення  $P(t, i)$  не нормовані.

Слід зазначити, що ймовірності  $P(t, i)$  та  $P(t, \sigma_i)$  можуть бути розраховані експертними методами.

Модель кількості (суб’єктивної) інформації може бути використана для вирішення завдань теорії прийняття рішень. Так при інформаційному управлінні складними активними системами, є необхідність у вирішенні задачі визначення часу прийняття рішень стосовно вибору найкращої із декількох доступних альтернатив[6]. Така сама задача виникає й у процесі комп’ютеризованого навчання, наприклад при тестовому контролі знань.

Для вирішення поставленої задачі пропонується застосувати моделі суб’єктивного аналізу, де вводяться та розглядаються порогові значення ентропії, моменти «переключення» розподілу переваг і «моменти вибору».

Для кожного суб’єкта активної системи існує індивідуальний поріг ентропії його переваг такий, що:

$$H_{\pi}(t) \leq H_{\pi}^*(t),$$

де  $H_{\pi}(t)$  - значення ентропії переваг, а  $H_{\pi}^*(t)$  - порогове значення ентропії переваг (у [4] називається нижнім порогом I роду),  $t$  - час.

У [6] введено поняття як суб'єктивна активність, під якою будемо розумітися:

$$Y = \sum_{i=1}^n \pi(\sigma_i) \ln I_s(\sigma_i),$$

де  $n$  - кількість альтернатив  $\sigma_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ , між якими суб'єкт встановлює бінарні відношення виду:  $\succ, \prec, \sim$ . Ці відношення описує функція переваг  $\pi(\sigma_i)$ . Функція невід'ємна для  $\forall \sigma_i \in S_a$ , де  $S_a$  - множина альтернатив  $\sigma_i$ .  $I_s(\sigma_i)$  - кількість суб'єктивної інформації про альтернативи.

Сенс цієї функції полягає у тому, що коли  $I(\sigma_i) > 1$ , суб'єктивна активність  $Y$  монотонно зростає, а коли  $0 < I(\sigma_i) \leq 1$ , то й такий суб'єктивної інформації про альтернативу не достатньо, щоб суб'єкт прийняв рішення на «користь» цієї альтернативи і більше того, недостатні знання про цю альтернативу швидше за все приведуть суб'єкта до вилучення цієї альтернативи з множини можливих альтернатив. Цім і пояснюється знак функції суб'єктивної активності ( $Y \leq 0$ ). Якщо ж модель відображає активність суб'єкта по відношенню до альтернатив, то з урахуванням суті суб'єктивної інформації, яка показує ступінь схильності суб'єкта до альтернативи (або привабливості альтернативи для суб'єкта), сформулюємо наступне припущення: суб'єкт вже може приймати рішення, коли крива функції активності перетинає криву функції ентропії. Або з плином часу значення функції активності  $Y(t)$  та ентропії мають наближатися один до одного:  $H_{\pi}^*(t^*) = Y(t^*)$ , де  $t^*$  - рівноважний час, коли суб'єкт може приймати рішення. Одиниці виміру ентропії та функції суб'єктивної активності мають співпадати. Розв'язавши це рівняння, отримаємо значення  $t^*$ .

Модель часу прийняття рішення є особливо важливою не тільки для вирішення проблеми інформаційного управління активною системою, а й для наприклад, інформаційної безпеки економічної системи підприємства. Адже економічна система підприємства постійно перебуває в інформаційній небезпеці і може виникати так звана ентропійна катастрофа – це така ситуація, коли на множині альтернатив  $S_a$  ентропія  $H_{\pi}$  перевищує рівень  $H^*$  і суб'єкт не може прийняти рішення у межах наявного часу.

**Висновок.** Таким чином, обґрунтована можливість використання апарату системного аналізу для підвищення інформаційного забезпечення процесу прийняття рішень.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Синергетика и информация (динамическая теория информации) / Д.С. Чернавский. – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 288 с.
2. Интроспективный анализ. Методы и средства экспертного оценивания / В.В. Крючковский, Э.Г. Петров, Н.А. Соколова, В.Е. Ходаков. – Херсон: Гринь Д.С., 2011. – 168 с.
3. Теория активных систем: состояние и перспективы / В.Н.Бурков, Д.А. Новиков. М.: Синтег, 1999. – 128 с.
4. Суб'єктивний аналіз: Монографія / В. О. Касьянов. – К.: НАУ, 2007. – 512 с.
5. Соколова Н.А. Модели субъективной информации как основного фактора формирования предпочтений субъектов / Н.А. Соколова, С.Н. Иванов // Вестник Херсонского национального технического университета. – 2011. - №4(43). – С.116 – 119.
6. Соколова Н.А. Постановка задачи визначення часу прийняття рішення при інформаційному управлінні економічною системою / Н.А. Соколова, С.М. Иванов // Вестник ХНЕУ. – 2012. - №5. – С.105 – 108.

СОКОЛОВА Надежда Андреевна – д.т.н., заведующая кафедрой экономической кибернетики Херсонского национального технического университета.

Научные интересы: средства и методы принятия решений.