

*У статті наводиться опис дворівневої моделі розподілу переваг, розробленої авторами. Викладено основні положення суб'єктивного аналізу та теорії штучних нейронних мереж. Описується застосування даної моделі до розгляду внутрішньо-особистісного конфлікту*

*Ключові слова: суб'єктивний аналіз, розподіл переваг, теорія штучних нейронних мереж, внутрішньо-особистісний конфлікт*

*В статье приводится описание двухуровневой модели распределения предпочтений, разработанной авторами. Изложены основные положения субъективного анализа и теории искусственных нейронных сетей. Описывается применение данной модели к рассмотрению внутриличностного конфликта*

*Ключевые слова: субъективный анализ, распределение предпочтений, теория искусственных нейронных сетей, внутриличностный конфликт*

*The article describes a two-level model of distribution of preferences, developed by the authors. The main provisions of subjective analysis and theory of artificial neural networks. We describe the application of the modeling for consideration internally personal conflict*

*Keywords: subjective analysis, the distribution of preferences, the theory of artificial neural networks, intra-persona conflict*

## ДВОРІВНЕВА МОДЕЛЬ ГЕНЕРАЦІЇ ПЕРЕВАГ

**В. О. Касьянов**

Доктор технічних наук, професор\*

Контактний тел.: 050-700-79-04

E-mail: vakasyanov@mail.ru

**О. Є. Прокопенко\***

Контактний тел.: 063-326-95-31

E-mail: yulia\_z89@meta.ua

**Т. В. Шипитяк**

Аспірантка\*

\*Кафедра механіки

Національний авіаційний університет  
пр. Комарова, 1, м. Київ, Україна.

Контактний тел.: 097-688-87-52

E-mail: tanya\_perzhinska@ukr.net

### Постановка проблеми

Суб'єктивний аналіз – це напрям теоретичних досліджень поведінки суб'єкта у різних ситуаціях. Під суб'єктом мається на увазі активна система – людина. Поведінка розглядається як діяльність з оцінювання альтернатив, вибору альтернатив та слідування зробленому вибору. Моделі розподілу переваг суб'єкта при виборі альтернатив детально описані в [1]. Вони вироблені з використанням варіаційного принципу оптимальності і заключаються в тому, що переваги суб'єкта формуються на основі оптимальних затрат (доходів) ресурсів на реалізацію альтернатив. Ця модель виявилась досить вдалою для проведення на ній досліджень; їх результати наведені в [1]. Але вона має певні обмеження з погляду повноти і точності опису реальних процесів людської психіки. Як правило, при розробці моделей дослідник повинен розв'язувати задачу спрощення реального явища і включення в модель найсуттєвіших його сторін. Пропонована модель розширює спектр відтворених у ній процесів функціонування людської психіки. Дана модель більш якісно, на новому рівні описує поведінку суб'єкта. Вона включає

в себе перший рівень, на якому формуються емоційні враження суб'єкта про наявні альтернативи, і другий рівень, де на основі емоційних вражень формуються переваги суб'єкта.

Серед застосувань дворівневої моделі у статті розглядається процес розвитку внутрішньоособистісного конфлікту, що заключається у розбіжності переваг прийняти і відхилити дану альтернативу.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Дворівнева модель, як буде показано нижче, включає в себе елементи теорії штучних нейронних мереж (ШНМ). Штучні нейронні мережі будуються за принципами організації і функціонування їх біологічних аналогів. Вони здатні розв'язувати широке коло задач розпізнавання образів, ідентифікації, прогнозування, оптимізації, управління складними об'єктами [3].

У [4] розглядається застосування теорії ШНМ для створення штучного інтелекту. Подальше підвищення потужності комп'ютерів все в більшій мірі зв'язують

з ШНМ, зокрема з нейрокомп'ютерами, основу яких складає штучна нейронна мережа [5].

У [6] йде мова про застосування апарату теорії ШНМ для створення моделей оцінки і управління ризиками підприємства.

Дана робота не являє собою розвиток чи доповнення досягнень теорії ШНМ, вона використовує деякі її засади, які описані в працях [3,4,7].

Як вже зазначалося, за основу даної моделі взято досягнення суб'єктивного аналізу, описані в [1, 3].

Щодо застосування даної моделі до розгляду внутрішньо особистісного конфлікту, то психологічні засади протікання конфліктів наведені у [8, 9], спроби математичного моделювання конфліктних ситуацій викладаються в [10].

**Формування цілей статті**

Метою статті є опис розробленої дворівневої моделі розподілу переваг та наведення прикладу її застосування до розгляду внутрішньоособистісного конфлікту.

**1. Основні положення суб'єктивного аналізу**

У суб'єктивному аналізі одним з основних понять є функція переваг суб'єкта  $\pi(\sigma_i)$ , де  $\sigma_i$  - і-та альтернатива з множини альтернатив  $S_a$ . Альтернативи – це предмети, способи дії, рішення та інші об'єкти, з поміж яких треба вибирати. Функція переваг показує відносну схильність суб'єкта до вибору тієї чи іншої альтернативи.  $\pi(\sigma_i)$  приймає значення від 0 до 1. Ця функція нормована:  $\sum_{i=1}^N \pi(\sigma_i) = 1$ , де  $N$  – кількість альтернатив.

Ще одним важливим інструментом суб'єктивного аналізу є суб'єктивна ентропія  $H_\pi$ . Вона визначається за формулою

$$H_\pi = - \sum_{i=1}^N \pi(\sigma_i) \cdot \ln \pi(\sigma_i), \tag{1}$$

і характеризує ступінь невизначеності суб'єкта при виборі альтернатив. Чим вище  $H_\pi$ , тим більша невизначеність.

Для альтернатив існують функції корисності -  $U(\sigma)$  та шкідливості -  $L(\sigma)$ , які характеризують змістове навантаження альтернатив, їх вплив на суб'єкта (позитивні та негативні властивості об'єкта).

Функція корисності  $U(\sigma)$  має позитивний зміст і встановлює на множині  $S_a$  «зростаюче» разом з числовим значенням  $U(\sigma)$  відношення переваг [1]:

$$\sigma < \eta \Leftrightarrow U(\sigma) < U(\eta),$$

де  $\sigma, \eta$  - альтернативи.  $\sigma$  гірше за  $\eta$  тоді і тільки тоді, коли числове значення  $U(\sigma) < U(\eta)$ .

Функція шкідливості  $L(\sigma)$  має негативний зміст і встановлює на  $S_a$  «спадаюче» з ростом  $L(\sigma)$  відношення переваг:

$$\sigma < \eta \Leftrightarrow L(\sigma) > L(\eta).$$

Функція переваг може мати вигляд [1]:

$$\pi^+(\sigma_i) = \frac{e^{BU(\sigma_i)}}{\sum_{j=1}^N e^{BU(\sigma_j)}}$$

в даному випадку це функція «прийняття» альтернативи  $\sigma_i$  - перевага прийняти альтернативу  $\sigma_i$ , орієнтовуючись по величині її корисності.

Якщо функція переваг має вигляд

$$\pi^-(\sigma_i) = \frac{e^{-BL(\sigma_i)}}{\sum_{j=1}^N e^{-BL(\sigma_j)}},$$

то це функція «відхилення» - відхилити альтернативу  $\sigma_i$ , орієнтовуючись по величині її шкідливості.

У моделях, описаних в [1], задавались значення  $U(\sigma_i)$  та  $L(\sigma_i)$  та розраховувались  $\pi^+(\sigma_i)$  та  $\pi^-(\sigma_i)$  з плином часу. Вважається, що при значенні суб'єктивної ентропії вищому за певну межу  $H_\pi^*$  суб'єкт не здатний робити вибір через сильні вагання, а коли переваги суб'єкта стають «чіткішими» і  $H_\pi$  падає нижче  $H_\pi^*$ , то він вибирає альтернативу з найбільшим значенням  $\pi^+(\sigma_i)$  (найменшим  $\pi^-(\sigma_i)$ ).

Цю модель істотно змінено, перероблено і доповнено, спираючись на деякі засади теорії штучних нейронних мереж та психології.

**2. Основні положення теорії ШНМ**

Під нейронними мережами розуміють обчислювальні структури, що моделюють певні біологічні процеси, які зазвичай асоціюють з процесами людського мозку.

Вони являють собою розподілені та паралельні системи, які здатні до адаптивного навчання шляхом аналізу позитивних та негативних впливів. Елементарним перетворювачем в даних мережах є штучний нейрон (просто нейрон), названий так по аналогії з біологічним прототипом [3].

На рис. 1 показана структура нейрона. Він складається з елементів трьох типів: помножувачів (синапсів), суматора і нелінійного перетворювача.

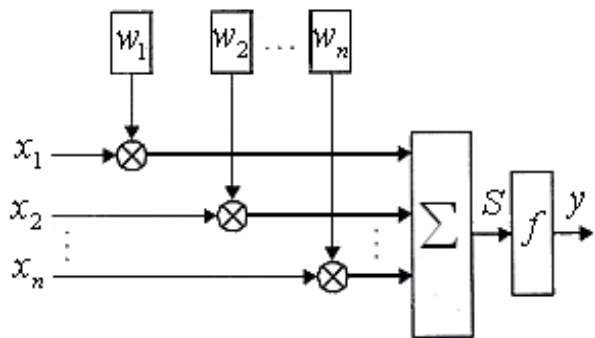


Рис. 1. Штучний нейрон

Синапси здійснюють зв'язок між нейронами, множать вхідний сигнал на число, яке характеризує силу зв'язку (вага синапса).

Суматор виконує додавання сигналів, що надходять по синаптичним зв'язкам від інших нейронів та зовнішніх вхідних сигналів. Нелінійний перетворювач реалізує нелінійну функцію одного аргументу - виходу суматора. Ця функція називається функцією активації.

Математична модель нейрона:

$$S = \sum_{i=1}^N w_i \cdot x_i ; \quad (2)$$

$$y = f(S) ; \quad (3)$$

де  $w_i$  - вага синапса,  $w_i = \overline{1, n}$ ;  $S$  - результат додавання;  $x_i$  - вхідні сигнали;  $y$  - вихідний сигнал;  $n$  - число входів нейрона;  $f$  - нелінійне перетворення (функція активації).

Нейронна мережа являє собою сукупність нейроподібних елементів, що певним чином з'єднані один з одним та зовнішнім середовищем за допомогою зв'язків, що визначаються ваговими коефіцієнтами [3].

З точки зору топології виділяють три основних типи нейронних мереж:

- повнозв'язні;
- багатопрощаркові;
- слабозв'язні (з локальними зв'язками).

В свою чергу серед багатопрощаркових виділяють наступні типи:

- монотонні;
- мережі без зворотніх зв'язків;
- мережі зі зворотними зв'язками.

### 3. Опис дворівневої моделі

В психології існує класифікація людських потреб [9]. Різні дослідники по-своєму класифікують потреби. В загальному виділяють потреби нижчого рівня – фізіологічні (їжа, сон), середнього рівня – соціальні (повага, визнання), вищого рівня – самореалізація.

Приймаємо, що кожна альтернатива несе в собі певну можливість реалізації потреб трьох описаних рівнів. Для всіх альтернатив відповідно існує значення позитивного впливу  $U(\sigma_i)$  на задоволення потреб кожного з рівнів даного суб'єкта та значення негативного впливу  $L(\sigma_i)$ . Тобто альтернатива несе в собі деяку міру  $U(\sigma_i)$  задоволення потреб кожного з рівнів, але також і негативний вплив  $L(\sigma_i)$  - незадоволеність від вибору альтернативи.

Отже, модель, що розглядається являє собою одного суб'єкта та дві альтернативи. Кожна з альтернатив характеризується значенням корисності і шкідливості на трьох рівнях:

$$\sigma_1 : (U_{11}, U_{12}, U_{13}, L_{11}, L_{12}, L_{13}),$$

$$\sigma_2 : (U_{21}, U_{22}, U_{23}, L_{21}, L_{22}, L_{23}),$$

де  $U_{ij}$ ,  $L_{ij}$  - відповідно корисність та шкідливість  $i$ -ої альтернативи на  $j$ -ому рівні.

На основі очікуваної корисності альтернатив у суб'єкта формуються емоційні позитивні враження (драйви, емоції, афекти)  $\eta_j^+$  на кожному з рівнів  $j$ . На основі шкідливих властивостей альтернатив формуються негативні враження  $\eta_j^-$ .

Далі модель розділяється на дві гілки - позитивну і негативну, в яких будуть формуватися як кінцевий результат відповідно переваги  $\pi^+(\sigma_i)$  та  $\pi^-(\sigma_i)$ . Процеси формування  $\pi^+(\sigma_i)$  та  $\pi^-(\sigma_i)$  аналогічні, тому для спрощення далі будемо розглядати тільки позитивну гілку.

Отже, вищевказані афекти являють собою внутрішню психологічну реакцію суб'єкта на корисність -  $\eta_j^+$  чи на шкідливість -  $\eta_j^-$  альтернатив, де  $j$  - номер рівня емоцій  $j = 1, 2, 3$ .

Для визначення кількісного значення афектів  $\eta_j$  вводиться функція емоцій  $\epsilon$ . Для позитивної гілки вона має вигляд:

$$\epsilon^+(\eta_{jt}^+ | \sigma_{it-1}) = \mu^+ \cdot \frac{\epsilon^+(\eta_{j-1}^+) \cdot U_{jt-1} \cdot e^{\beta \epsilon^+ U_{j-1}}}{\sum_{q=1}^M \epsilon^+(\eta_{q-1}^+) \cdot U_{qt-1} \cdot e^{\beta \epsilon^+ U_{q-1}}}, \quad (4)$$

де  $\mu^+ = \sum_j U_{ij}$  - нормувальний коефіцієнт;  $M=3$  - кількість рівнів афектів;  $\epsilon^+(\eta_{j-1}^+)$  - «згорнута» функція емоцій у попередній момент часу (її зміст розкривається нижче); індекс  $t$  означає теперішній момент часу, а  $t-1$  - попередній. Тобто для розрахунку теперішнього стану використовуються дані з попереднього.

Для даної моделі з двома альтернативами і трьома афектами маємо  $2 \times 3 = 6$  функцій емоцій.

Далі афекти від першої і другої альтернативи «згортаються» в одну емоцію певного рівня:

$$\epsilon^+(\eta_j^+) = \sum_{i=1}^N \pi^+(\sigma_{it-1}) \cdot \epsilon^+(\eta_{jt}^+ | \sigma_{it-1}), \quad (5)$$

де  $\pi^+(\sigma_{it-1})$  - значення функції переваг  $i$ -ої альтернативи у попередній момент часу.

Згортання функції емоцій є результатом роботи нижнього рівня дворівневої моделі, що розглядається. Отже, нижній рівень - рівень емоцій, дані з якого використовуються на верхньому рівні для формування на їх основі функції переваг.

Для кожної альтернативи по трьох афектах формуються функції переваг. Їх значення таке: на скільки доцільний вибір даної альтернативи  $\sigma_i$  спираючись на емоційне враження, афект  $\eta_j$ :

$$\pi^+(\sigma_{it} | \eta_{jt-1}^+) = \xi^+ \cdot \frac{\pi^+(\sigma_{it-1}) \cdot e^{\beta \epsilon^+(\eta_{j-1}^+) \pi^+(\sigma_{it-1})}}{\sum_{q=1}^N \pi^+(\sigma_{qt-1}) \cdot e^{\beta \epsilon^+(\eta_{j-1}^+) \pi^+(\sigma_{qt-1})}}, \quad (6)$$

де  $\xi^+$  - нормувальний коефіцієнт, в даній моделі  $\xi^+ = 1$ . Кількість цих функцій: 2 альтернативи  $\times$  на 3 афекти = 6.

Далі переваги одної альтернативи, але від трьох афектів «згортаються» в одну остаточну функцію переваг даної альтернативи:

$$\pi^+(\sigma_{it}) = \frac{1}{\Psi_t} \sum_{j=1}^M \epsilon^+(\eta_{jt-1}^+) \cdot \pi^+(\sigma_{it} | \eta_{jt-1}^+), \quad (7)$$

де  $\Psi_t = \sum_{j=1}^M \epsilon^+(\eta_{jt}^+)$  - нормувальний коефіцієнт.

Функція переваг  $\pi^+(\sigma_{it})$  і є результатом роботи даної моделі – це перевага прийняття дану альтернативу на основі емоційних вражень (афектів), які склалися щодо корисності альтернативи.

Структурна схема моделі наведена на рис. 2.

Вона містить елементи багатошаркової нейронної мережі зі зворотними зв'язками.

Ліва вертикаль блоків являє собою вхідний прошарок, елементи якого не являються аналогами нейронів, але функціонують за законами (5) (верхні 6 елементів) і (3) (нижні 6).

Права вертикаль блоків являє собою суматори, аналогічні нейронним, а входи цих суматорів множаться на вагу, яка приходить як зворотній зв'язок з попереднього циклу обчислень.

Загалом обчислення організовані в часі таким чином, що обраховується спочатку ліва вертикаль блоків, а потім права, і результати цих розрахунків зворотнім зв'язком потрапляють на входи елементів у наступний момент часу.

Для того, щоб провести першу ітерацію величини з попереднього моменту часу задаються дослідником.

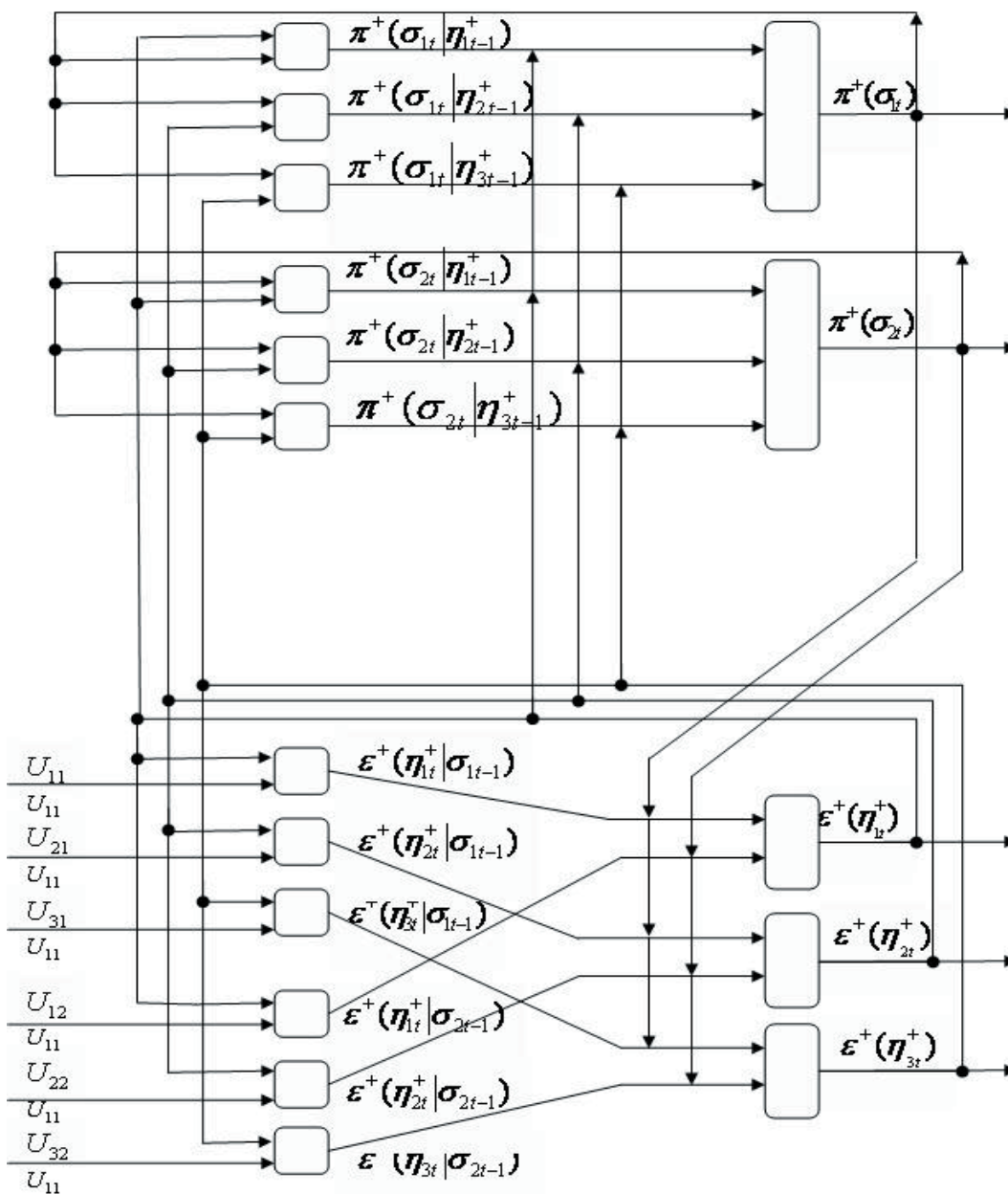


Рис. 2. Структурна схема функціонування дворівневої моделі (позитивна гілка)

#### 4. Початкові результати моделювання

1. Задавши деякі вихідні параметри та розрахувавши 6 циклів ( $t = \overline{0;5}$ ) отримано графік функції переваг рис. 3.

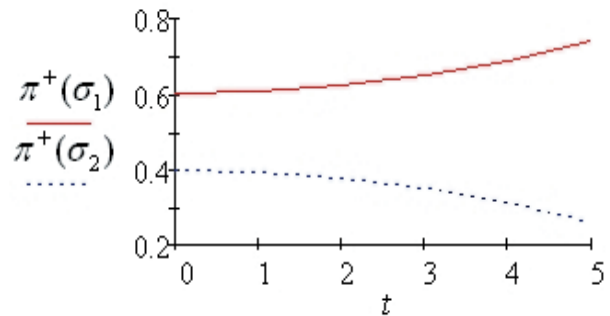


Рис. 3. Функція переваг  $\pi^+(\sigma_i)$

2. У розрахункових формулах присутні ендогенні параметри  $\beta_\epsilon$  та  $\beta_\pi$ , що розглядаються відповідно як характеристики емоційної напруги та внутрішніх особливостей суб'єкта при формуванні функцій переваг. Було поставлено задачу дослідити як впливає зміна  $\beta_\epsilon$  та  $\beta_\pi$  на характер функцій, присутніх у моделі. Отже, було розглянуто випадки із значеннями  $\beta_\epsilon = \beta_\pi < 1$  та  $\beta_\epsilon = \beta_\pi > 1$ . Результати досліджень показують (рис. 4), що при значеннях  $\beta_\epsilon < 1$  емоції виникають слабкіше за силою (можна зробити порівняння з типами темпераменту флегматик, меланхолік у психології), ніж при  $\beta_\epsilon > 1$ , де вони розвиваються швидко і мають чіткіше вираження (сангвінік, холерик).

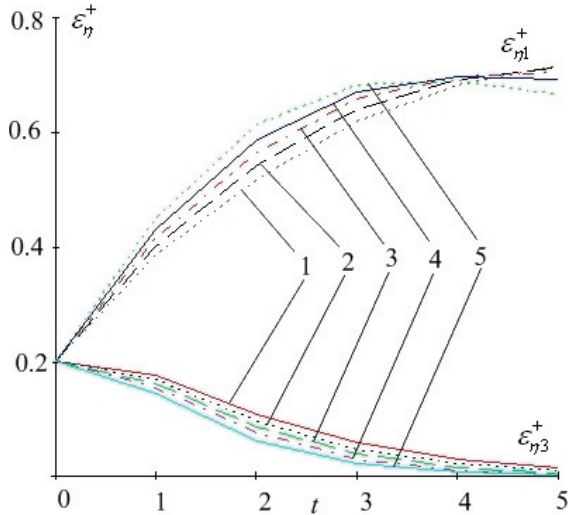


Рис. 4. Зміна функцій емоцій від двох з трьох афектів першої альтернативи: 1, 2 – при  $\beta_\epsilon = \beta_\pi < 1$ ; 3 – при  $\beta_\epsilon = \beta_\pi = 1$ ; 4, 5 – при  $\beta_\epsilon = \beta_\pi > 1$

Переваги, як наслідок емоцій, мають характер зміни аналогічний емоціям рис. 5.

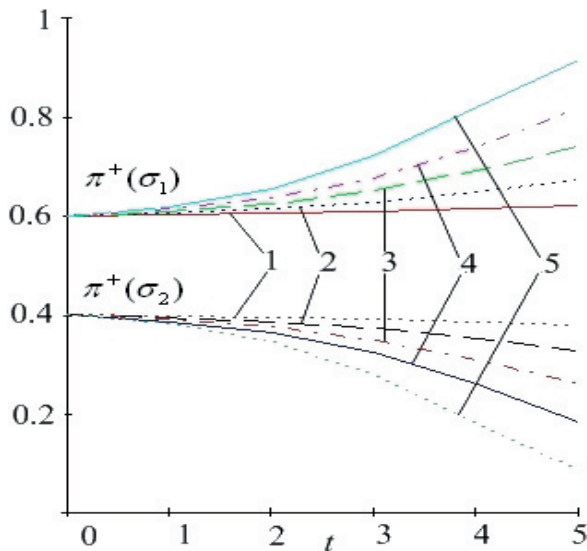


Рис. 5. Зміна функції переваг  $\pi^+(\sigma_i)$ : 1, 2 – при  $\beta_\epsilon = \beta_\pi < 1$ ; 3 – при  $\beta_\epsilon = \beta_\pi = 1$ ; 4, 5 – при  $\beta_\epsilon = \beta_\pi > 1$

3. Внутрішньоособистісний конфлікт у термінах суб'єктивного аналізу полягає у ваганнях, невизначеності суб'єкта при виборі альтернатив, що супроводжується підвищеною ентропією.

В даному випадку розглядаються функції позитивних переваг -  $\pi^+(\sigma_i)$  та негативних -  $\pi^-(\sigma_i)$ . Внутрішньоособистісний конфлікт заключається у суперечності цих функцій, тобто одночасно високих або низьких перевагах прийняти і відхилити дану альтернативу.

Параметром, який сигналізує про наявність чи відсутність конфлікту є коефіцієнт кореляції Пірсона [1]:

$$\rho(\pi^+, \pi^-) = \frac{\sum_{i=1}^N (\pi^+(\sigma_i) - N^{-1}) \cdot (\pi^-(\sigma_i) - N^{-1})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (\pi^+(\sigma_i) - N^{-1})^2 \cdot \sum_{i=1}^N (\pi^-(\sigma_i) - N^{-1})^2}}$$

При двох альтернативах він може набувати значення -1; 1, при кількості альтернатив  $N > 2$  він лежить в межах  $[-1; 1]$ .

При  $\rho(\pi^+, \pi^-) = -1$  суб'єкт точно визначився з вибором альтернативи і конфлікт відсутній. При  $\rho(\pi^+, \pi^-) = 1$  переваги  $\pi^+(\sigma_i)$  та  $\pi^-(\sigma_i)$  знаходяться у конфлікті рис. 6.

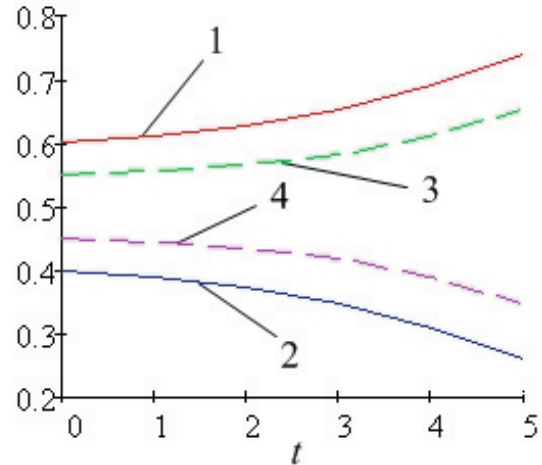


Рис. 6. Конфліктна ситуація:

- 1 -  $\pi^+(\sigma_1)$ ; 2 -  $\pi^+(\sigma_2)$ ;
- 3 -  $\pi^-(\sigma_1)$ ; 4 -  $\pi^-(\sigma_2)$

Коефіцієнт кореляції зображений на рис. 7.

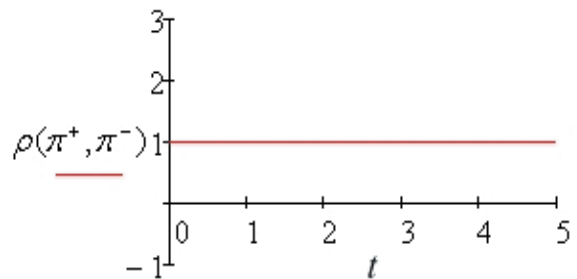


Рис. 7. Коефіцієнт кореляції, як сигналізатор конфліктної ситуації

### Висновки

Дворівнева модель розподілу переваг суб'єкта при виборі альтернатив побудована на засадах суб'єктивного аналізу та теорії штучних нейронних мереж. Вона дозволяє враховувати корисні і шкідливі властивості альтернатив та емоційні переживання суб'єкта.

Модель побудована таким чином, що вона враховує передісторію - теперішній стан суб'єкта залежить від стану у попередній момент часу.

Подальший розвиток даної моделі може заключається у тому, що корисності та шкідливості альтернатив будуть змінюватись з плином часу.

Застосовуючи цю модель до розгляду конфліктних ситуацій в подальшому можливо дослідження міжсуб'єктного конфлікту і з кількістю альтернатив більше двох.

## Література

1. Касьянов В.О. Суб'єктивний аналіз: Монографія. – К.: НАУ, 2007. – 512 с. – Рос. мовою.
2. Касьянов В. А. Элементы субъективного анализа: Монография. – К.: НАУ, 2003. – 224 с.
3. Круглов В.В., Борисов В.В. Теория искусственных нейронных сетей. Основные положения [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.socioego.ru/teoriya/istoch/neuron/sod.html> - Назва з екрану.
4. Сотник С. Л. Конспект лекций по курсу «основы проектирования систем искусственного интеллекта» [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://lii.newmail.ru/lect\\_p1.htm](http://lii.newmail.ru/lect_p1.htm) - Назва з екрану.
5. Уоссерман Ф. Нейрокомпьютерная техника, М.: Мир, 1992 – 453 с.
6. Корнеев Д.С. Использование аппарата нейронных сетей для создания модели оценки и управления рисками предприятия // Управление большими системами. Вып. 17. – М.: ИПУ РАН, 2007. С.81-102.
7. Горбань А.Н. Итоги науки и техники: физические и математические модели нейронных сетей, том 1, М.: Виннити, 1990.
8. Козер Л. Функции социального конфликта. – М.: Идея Пресс, 2000. – 205 с.
9. Гришина Н.В. Психология конфликта, 2-е вид., Спб. та ін.: Пітер, 2009. – 544 с. – Рос. мовою.
10. Саати Т. Л. Математические модели конфликтных ситуаций. – М.: Сов. Радио, 1977. – 320 с.

УДК 656.222.3

## ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ПОЇЗДОПОТОКІВ НА ЗАЛІЗНИЧНИХ НАПРЯМКАХ

**Д.М. Козаченко**

Кандидат технічних наук, доцент  
Начальник науково-дослідної частини\*\*  
Контактний тел.: (0562) 794-35-98  
E-mail: kozachenko@upp.diit.edu.ua

**Г.Я. Мозолевич**

Старший викладач\*  
Контактний тел.: (056) 373-15-20  
E-mail: MrMozG81@mail.ru

**О.О. Мазуренко**

Асистент\*  
\*Кафедра «Станції та вузли»\*\*  
Контактний тел.: (056) 373-15-20  
E-mail: sash\_ok\_ua@mail.ru

\*\*Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна  
вул. Ак. Лазаряна, 2, м. Дніпропетровськ, Україна, 49010

*Наведено методику визначення раціональних параметрів поїздопотоків на залізничних напрямках з метою мінімізації витрат залізниць та її клієнтів*

*Ключові слова: залізничний напрямок, маса та довжина поїздів*

*Приведена методика определения рациональных параметров поездопотоков на железнодорожных направлениях с целью минимизации затрат железных дорог и их клиентов*

*Ключевые слова: железнодорожное направление, вес и длина поездов*

*There was given the methodology of the rational train parameters definition on the railway directions for the purpose of loss minimization for both railways and clients.*

*Key words: railway direction, weight and length of trains*

**Вступ**

Проведений аналітичний огляд літератури показав, що визначення раціональних параметрів поїздо-

потоків є складною оптимізаційною задачею. З масою та довжиною поїздів пов'язані наявна провізна і пропускна спроможність залізничних ліній, швидкість доставки вантажів, потреба у вагонному і локомо-