

**Н. Р. Кондратенко, к. т. н., доц.; С. В. Лужецький**

## **НЕЧІТКІ МОДЕЛІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В ЗАДАЧАХ ПРОГНОЗУВАННЯ ВЗАЄМИН У СОЦІАЛЬНИХ ГРУПАХ**

*Розглянуто методику побудови нечітких моделей в задачах прогнозування взаємин у соціальних групах і запропоновано опис невизначеностей, які виникають під час отримання інформації від людей на базі нечітких множин.*

**Ключові слова:** *нечітка модель, соціальна група, взаємини, нечітка логічна система.*

### **Вступ**

Швидкий розвиток інформаційних технологій, зокрема використання глобальної комп'ютерної мережі Інтернет, яка розширила можливості доступу, пошуку й опрацювання інформації, створив принципово нові умови для професійної діяльності фахівців з різних галузей. Водночас зросли вимоги до створення в групах людей, діяльність яких спрямована на досягнення спільної мети, психологічно комфортних умов праці.

Відомо [1], що перед психологами й фахівцями з соціологічних питань, які працюють у соціальних групах і займаються дослідженнями взаємин, що вже склалися між людьми, щоразу постають завдання прогнозу їхнього подальшого розвитку. Фахівцями із психології розглядається феномен виникнення в людини певної системи знань, яка формується, коли людина пізнає конкретний об'єкт реальності в процесі спілкування. Процес спілкування зазвичай відбувається в умовах певної ситуації, а саме: у певній робочій обстановці в присутності інших людей, за наявності зовнішніх чи внутрішніх чинників.

Усе це істотно впливає на подальший розвиток стосунків між особистостями, з яких складається соціальна група. Звідси постає багато різних завдань прогнозування взаємин у групах. Наприклад, прогнозування успішного входження нової людини до групи або прогнозування сумісної діяльності двох фахівців, які разом працюють над розв'язанням складної проблеми, та інші. Такі завдання належать до кола завдань оцінювання стану сумісності "людина – людина" та "група – людина", і для їхнього розв'язання використовуються соціометричні методики [2]. У цих методиках, як правило, використовуються результати опитування чи анкетування людей, які проводяться в групах, із подальшим їх опрацюванням на основі статистики. Але відомо, що при проведенні опитувань виникають різні види невизначеностей, так званих «НЕ-чинників» [3]. Тому останнім часом для розв'язання завдань, пов'язаних з моделюванням стосунків у групах, поширилося використання інтелектуальних технологій [4]. У рамках цих технологій, доцільним є використання апарату нечітких множин, які дозволяють описати невизначеності, що виникають під час отримання інформації від людей і запропонувати їхнє опрацювання методами нечіткої логіки [5].

### **Постановка задачі**

Поставимо задачу розробити методику побудови нечітких моделей в задачах прогнозування взаємин у соціальних групах людей, в яких ставиться за мету їхня узгоджена й ефективна діяльність.

### Методика досліджень

Для зручності розв'язання поставленої задачі розділимо основну задачу на під- задачі, а саме: по-перше, розглянемо прогнозування входження людини до групи; по-друге, узагальнимо останню задачу (на випадок прогнозування стану стосунків між людьми цієї групи). За рекомендаціями соціометричних методик [2] для розв'язання такого типу задач, проведемо дослідження в групах, чисельність яких не менше десяти осіб, а термін існування групи – рік – два.

Запропонуємо методику побудови нечітких моделей з урахуванням процедур отримання знань від експертів та респондентів, що представляють групи людей, де проводяться дослідження.

Для розв'язання задачі прогнозування входження нової людини до групи за рекомендацією експерта підбирається певна множина якостей  $\{x_i\}$ , які можуть впливати на розвиток стосунків людини з іншими членами групи. Цій множині ставиться у відповідність, за допомогою нечіткого логічного висновку, множина можливих станів  $\{y_j\}$ , яка характеризує стани адаптації людини в новому колективі. Важливою складовою цього процесу є процедура отримання знань від людей і на її основі побудова нечітких множин для термів змінних з  $\{x_i\}$ . Для зручності подальших викладок подані вище якості  $\{x_i\}$  будемо називати вхідними лінгвістичними змінними.

Побудову нечіткої моделі розіб'ємо на кроки, необхідні для розв'язання поставленої задачі. Нижче подаємо ці кроки:

*Крок 1.* Введення залежності:

$$Y = f_y(x_1, x_2, \dots, x_n), \quad (1)$$

де  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$  – вхідні змінні (у цій задачі – множина якостей, якими експерт характеризує особу як майбутнього члена групи);

$Y$  – вихідна величина, значення якої належить до діапазону оцінок стану сумісності стосунків “людина – група”;

$f_y$  – апроксимуюча функція.

На цьому етапі відбувається фазифікація – побудова нечітких множин для термів лінгвістичних оцінок вхідних параметрів.

*Крок 2.* Побудова процедур отримання знань, які використовують опитування людей з подальшим опрацюванням отриманих даних за алгоритмом, який наведено в [6]. За цим алгоритмом процес опитування людей включає процедуру зафарбування частини десятибальної шкали за принципом “термометра” [5]. Таким чином отримують інформацію від людей щодо певної характеристики людини, яка стане майбутнім членом групи. Приклад результатів опитування для змінної «емоційність» із термами: 1-й терм – звичайна, 2-й терм – стабільна, 3-й терм – надмірна – подано на рис. 1.

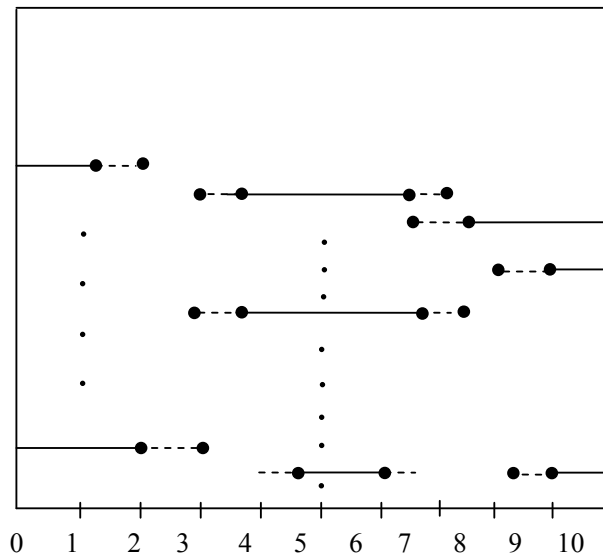


Рис. 1. Результати зафарбовування частини 10-тибальної шкали респондентами під час проведення опитування (лівий стовпчик – 1-ий терм; середній стовпчик – 2-ий терм; правий стовпчик – 3-ій терм для вхідної змінної)

*Крок 3.* Побудова нечітких баз знань. Для розв'язання задач у такій постановці питання будується дві або декілька баз знань. У нечіткі бази знань вносяться відповіді експерта (експертів) та членів групи за правилами «якщо, то...» з урахуванням лінгвістичних оцінок вхідних змінних і їх комбінацій. Для прийняття рішень у задачі прогнозування входження людини до групи будується нечітка логічна система («НЛС-радник»), яка може мати дві матриці знань, а саме: перша належатиме експерту, який має свою думку щодо цієї людини і її адаптації до групи, а друга – висвітлює думку членів групи. Кількість правил, консеквентів та анцендентів в правилах встановлюється експертом з певної галузі. Вказані бази знань мають однакову розмірність, однак праві частини логічних рівнянь, які є результатом опрацювання баз знань за нечіткою логікою, можуть бути різними, оскільки вони є відображенням поглядів різних людей, що відповідали на запитання.

*Крок 4.* Побудова функцій належності. У більшості систем нечіткого логічного висновку функції належності лінгвістичних термів для вхідних змінних будуються за допомогою методів, описаних у [5] на основі інформації, яку отримують від експерта чи групи експертів. Побудова функції належності для «НЛС-радник» здійснюється за допомогою даних, отриманих шляхом опитування респондентів. На рис. 1 наведено фрагмент вихідних даних для побудови функції належності для термів вхідної змінної «емоційність».

Для побудови функції належності терму «стабільна», яка має трикутноподібну форму, використано такі математичні співвідношення [6]:

– значення координати максимуму функції належності терму «стабільна» обчислюється за формулою:

$$\bar{m} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{l_i + r_i}{2}, \quad (2)$$

де  $l_i$  і  $r_i$  – відповідно лівий та правий кінець відрізка, який займає центральну частину на рисунку 1;  $N$  – число респондентів, що взяли участь у опитуванні; значення лівої  $l$  та правої  $r$  координати основ трикутника обчислюються за формулами:

$$l = 2\bar{l} - \bar{m}, \quad (3)$$

$$r = 2\bar{r} - \bar{m}, \quad (4)$$

де  $\bar{l} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N l_i$  – статистичне середнє лівого кінця відрізка;  $\bar{r} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N r_i$  – статистичне

середнє правого кінця відрізка.

Якщо в розрахунках значень  $l$  і  $r$  врахувати середнє квадратичне відхилення ( $\sigma$ ) (для кінців відрізків  $l_i$  і  $r_i$  відповідно), то отримаємо інтервальні функції належності [4] для термів вхідних змінних. На рис. 2 наведено приклад таких функцій для змінної “емоційність” ( $a(x)$ ).

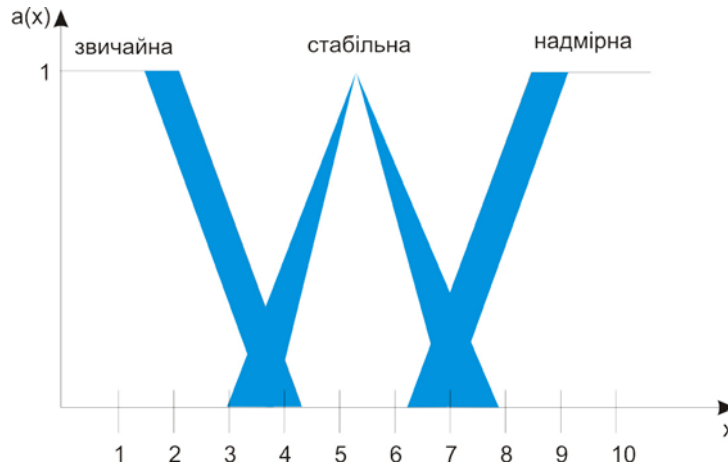


Рис. 2. Функції належності для термів змінної “емоційність”

*Крок 5. Нечіткий логічний висновок.*

Нечітким логічним висновком є апроксимація залежності  $Y = f_y(x_1, x_2, \dots, x_n)$  за допомогою нечіткої бази знань і операцій з нечіткими множинами.

У цьому випадку на базі двох або декількох матриць знань працюватиме відповідно певна кількість нечітких логічних систем, які в сукупності створюють нечітку логічну систему-радника. “НЛС-радник” за однакових вхідних даних може мати різні виходи. У подальшому ці виходи обробляються за допомогою процедур прийняття рішень, вибір яких належить експерту.

*Крок 6. Дефазифікація. Отримання результатів моделювання.*

Дефазифікацією проведемо шляхом перетворення нечіткої множини в чітке число. Ця процедура у випадку використання нечітких множин першого типу та другого типу проводиться за алгоритмами, поданими в [4]. Процедура дефазифікації є процедурою отримання рішення за допомогою нечіткої моделі.

*Крок 7. Використання результатів дефазифікації. Прийняття рішень за результатами моделювання.* Отже, нечітке моделювання дозволяє побудувати нечітку логічну систему (“НЛС-радник”) з декількома матрицями знань, яка виконуватиме функцію радника з питань прогнозування стану відносин у соціальних групах. Значення, яке даватиме “НЛС-радник”, дозволить порівняти різні думки та прийняти рішення.

Узагальнення задачі прогнозування стану стосунків “група – людина”, тобто прогнозування стосунків людини з групою, де вона працюватиме, на випадок прогнозування стану стосунків людей типу “людина – людина”, які складають групу, передбачає створення нечіткої логічної системи типу “багато входів – багато виходів” [4]. Така система має певну кількість матриць знань, за якими враховується думка всіх членів групи.

#### **Приклад результатів прогнозування злагодженості стосунків людини з іншими членами групи, до якої вона потрапляє**

У цій задачі використаємо результати експериментальних досліджень, які були проведені Наукові праці ВНТУ, 2009, № 2

в студентських групах факультету комп'ютерних систем та мереж Вінницького національного технічного університету. Було підібрано групи, де студентам ставилось завдання оволодіння навичками роботи в комп'ютерному середовищі, за умови повного порозуміння між членами групи та наявності між ними безконфліктних стосунків.

Для побудови нечіткої моделі було введено лінгвістичні змінні з такими термами:

- $x_1$  – організаційні здібності (низькі (Н), середні (С), високі (В));
- $x_2$  – контактність (слабка (СЛ), середня (С), сильна (СА));
- $x_3$  – емоційність (звичайна (З), стабільна (СТ), надмірна (НД));
- $x_4$  – рівень інтелекту (низький (Н), середній (С), високий (В)).

Кількість вхідних змінних і вибір термів для змінних зумовлено термінологією, рекомендованою експертом і необтяжливою для тих студентів, які брали участь у опитуванні. Нечітка логічна система вирішуватиме задачу апроксимації залежності між станом стосунків, які складатимуться в студента з групою студентів, з якими він навчатиметься. Для вихідної змінної  $Y$  – “стан сумісності” входження нової людини до групи – було введено такі терми: негативний (Н), нейтральний (НН), позитивний (П). Наступним кроком побудови моделі є створення матриць нечітких знань. У цій задачі таких матриць буде дві: першу складатиме експерт, який є фахівцем у галузі психології, а друга (матриця знань) міститиме відповіді членів групи на питання, складені психологом. Матриця знань буде визначати систему логічних висловлень типу:

- «Якщо  $x_1=C$ , і  $x_2=C$ , і  $x_3=CT$ , і  $x_4=C$ , тоді  $y_c=НН$ »,
- «Якщо  $x_1=C$ , і  $x_2=C$ , і  $x_3=CT$ , і  $x_4=C$ , тоді  $y_e=П$ »,

які зв'язують значення вхідних параметрів  $x_1, x_2, x_3, x_4$  з вихідним параметром  $y_c$  (враховує думку групи) і  $y_e$  (враховує думку експерта).

Для розв'язання поставленого завдання на вхід нечіткої логічної системи (“НЛС-радник”) подаємо певну кількість векторів, кожний з яких представляє в сукупному вигляді якості людини, яка працюватиме з групою. Результатом роботи “НЛС-радника” може бути незалежна думка експерта (на рис. 3 – позначено 1) і членів групи (на рис. 3 – позначено 2) про стан сумісності людини й групи. Для наочності експерименту використана 10-тибальна шкала (від стану сумісності з нульовою оцінкою до 10 балів – позитивного значення стану сумісності майбутнього члена групи); по осі абсцис фіксуються номери експериментів, по осі ординат – стан сумісності.

Алгоритм прийняття рішення полягатиме у виборі експерименту, який має вузький інтервал або може зводитися до розрахунку середнього значення, яке можна вважати точкою узгодження. У разі використання нечітких множин другого типу, кожний вихід “НЛС-радника” буде певним коридором з верхньою та нижньою межами, для прийняття рішення в такому випадку необхідно використати алгоритми зниження типу нечітких множин [4].

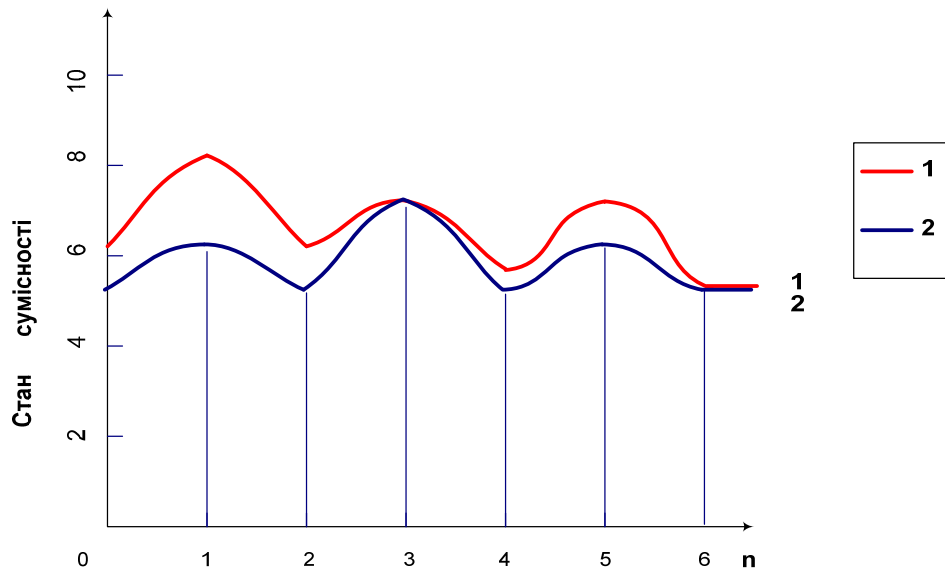


Рис. 3. Результати експерименту

Кінцеве рішення належить експерту. За наявності значних розбіжностей необхідно повторити експериментальні дослідження. У якості рішення, яке приймає експерт, можна запропонувати вибір того претендента на входження до групи, в якого, за результатами роботи системи, значення відрізка ординати до точки узгодження є максимальним.

#### Висновок

Запропоновано методику побудови нечітких моделей в задачах прогнозування відносин у соціальних групах та опис невизначеностей, які виникають під час отримання інформації від людей, на основі теорії нечітких множин.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Федоров В.Д. Психологічний контур людини: стиль, характер і трошки мудрості. – Кам'янець-Подільський: Аксіома, 2006. – 208 с.
2. Сидоренко Е.В. Методы математической обработки в психологии. – СПб.: ООО «РЕЧЬ», 2007. – 350 с.
3. Нариньяни А.С. Неопределенность в системах представления и обработки знаний // Известия АН СССР. Техническая кибернетика. – 1986. – № 5. – С. 3 – 28.
4. Mendel J.M. Uncertain Rule-Based Fuzzy Logic Systems: Introduction and new Directions. – NJ: Prentice Hall, 2001. – 500 p.
5. Ротштейн А.П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткие множества, генетические алгоритмы, нейронные сети. – Винница: «УНИВЕРСУМ-Винница», 1999. – 320 с.
6. Кондратенко Н.Р., Черняхович Т.В., Чеборака О.В. Використання нечіткого моделювання в задачах вибору лідера студентського самоврядування // Інформаційні технології та комп'ютерна техніка. – Вінниця. – 2008. – №11. – С. 108 – 113.

**Кондратенко Наталія Романівна** – к. т. н., доцент, професор кафедри обчислювальної техніки, тел.: (0432) 59-83-79, e-mail: kondrn@yandex.ru.

**Лужецький Сергій Володимирович** – аспірант кафедри обчислювальної техніки. Вінницький національний технічний університет.