

УДК 621.391

С. Д. Штовба, к. т. н., доц.;

Р. А. Вергелес

## ПРОГНОЗУВАННЯ ТРИВАЛОСТІ МІЖНАРОДНОГО РОЗШУКУ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЧІТКОЇ БАЗИ ЗНАНЬ

*Розроблено модель залежності середньої тривалості міжнародного розшуку осіб від двох факторів — рівня інформаційного забезпечення правоохоронних органів та рівня сумлінності персоналу. Інтелектуальну основу моделі складає база нечітких правил.*

До сьогодні задача прогнозування тривалості міжнародного розшуку осіб здійснювалось експертно. Достовірність таких суб'єктивних оцінок є низькою, що не дозволяє використовувати їх для управління ефективністю міжнародного розшуку засобами Інтерполу. Метою статті є побудова математичної моделі тривалості міжнародного розшуку на основі накопичених експериментальних даних. Модель має не тільки адекватно описувати минуле, але і бути придатною для прогнозування середньої тривалості розшуку з урахуванням динаміки змін як у рівні законслухняності суспільства, так і в забезпеченості правоохоронних органів, зокрема, розширенням доступу до баз даних Інтерполу через «INTERPOL Global Police Communications System» (I-24/7).

Нижче розглядається задача ідентифікації залежності середньої тривалості ( $t$ ) міжнародного розшуку осіб від двох факторів:  $x_1$  — рівня інформаційного забезпечення правоохоронних органів країни очікуваного перебування злочинця та  $x_2$  — рівня сумлінності персоналу, задіяного в розшуку. Вибірка експериментальних даних сформована за особами, міжнародний розшук яких ініційовано Національним центральним бюро (НЦБ) Інтерполу в Україні. В вибірку потрапили дані за 2005—2007 рр. по 37 країнам.

Оцінювання рівня інформаційного забезпечення правоохоронних органів ( $x_1$ ) здійснюється за такою формулою:

$$x_1 = 0,2b + 0,65p + 0,15g, \quad (1)$$

де  $b$  — рівень доступу прикордонників до даних Інтерполу;  $p$  — рівень доступу поліції (міліції) до даних Інтерполу;  $g$  — рівень доступу жандармерії, податкових, митних та інших служб до даних Інтерполу.

Рівень доступу до даних Інтерполу оцінено таким чином:

- 3 — якщо доступ здійснюється виключно в системі I-24/7;
- 2 — якщо система I-24/7 доступна лише частині підрозділів;
- 1 — якщо доступ здійснюється поза системою I-24/7;
- 0 — доступ відсутній.

Вагові коефіцієнти в формулі (1) визначено експертно за методом парних порівнянь Сааті [1].

Рівень ( $x_2$ ) сумлінності персоналу, задіяного в розшуку, оцінено індексом сприйняття корупції [2]. Чим більше значення цього індексу, тим менш корумпованою є країна.

Розподіл експериментальних даних (рис. 1) вказує на корельованість обраних факторів з тривалістю розшуку. Лінійна апроксимація даних свідчить, що середня тривалість розшуку ( $t$ ) спадає зі збільшенням рівня інформаційного забезпечення ( $x_1$ ) та рівня добросовісності персоналу ( $x_2$ ). Цей висновок добре збігається з експертними уявленнями про досліджувану залежність.

За результатами з рис. 1 побудуємо нечітку модель, база знань якої складатиметься з двох таких правил:

- якщо  $x_1$  = Низький та  $x_2$  = Низький, тоді  $t$  = Велика;
- якщо  $x_1$  = Високий та  $x_2$  = Високий, тоді  $t$  = Мала.

Моделювання за цією базою знань проводимо за алгоритмом нечіткого виведення Мамдані.

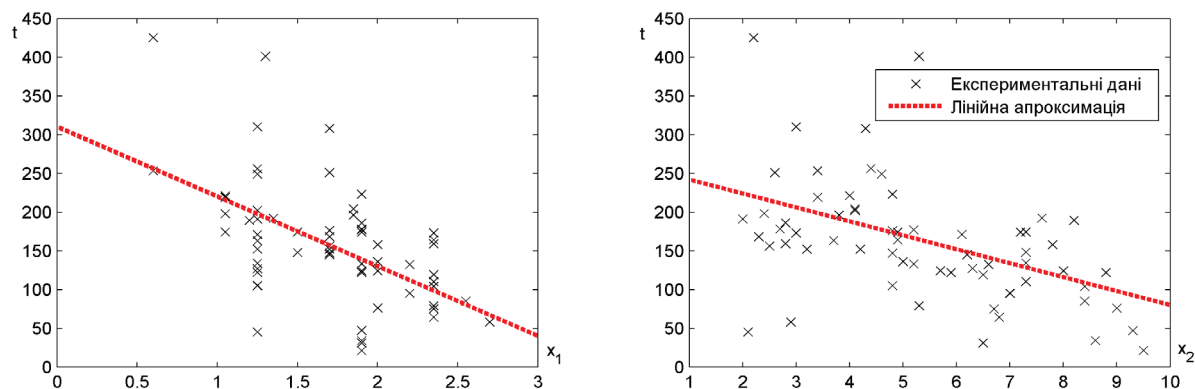


Рис. 1. Розподіл експериментальних даних

Функції належності нечітких термів з бази знань після навчання зображено на рис. 2. Навчання нечіткої моделі здійснено за програмами з [3].

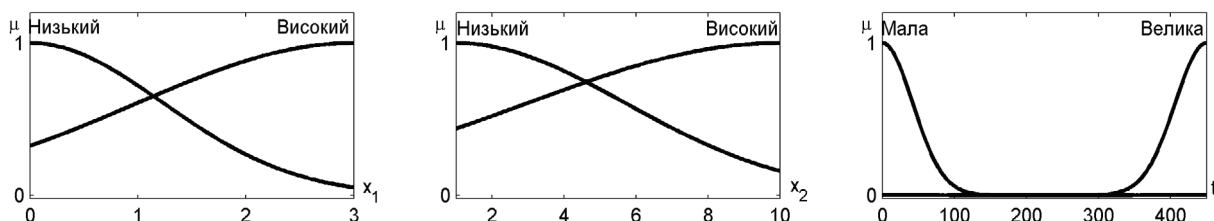


Рис. 2. Оптимальні функції належності нечітких термів

Тестування (рис. 3) моделі показує добру збіжність теоретичних та експериментальних результатів. Велика помилка є лише в двох випадках (Білорусь, 2007 р.) та (Кіпр, 2007 р.), що пояснюється малим обсягом експериментальних даних — в тих країнах за запитом України знайдено лише по одній особі. Середня квадратична похибка нечіткої моделі на тестовій вибірці складає  $RMSE = 54,5$  днів. Лінійна регресія  $t = 334,8 - 72,8x_1 - 10,5x_2$ , яку побудовано за тими ж даними, дає похибку  $RMSE = 59,1$  днів. Відповідно, точність нечіткої моделі краща, ніж лінійної регресії.

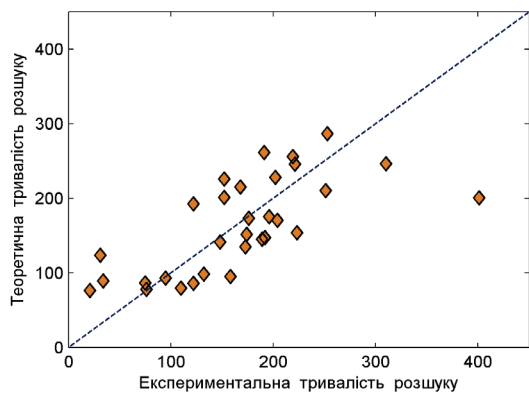


Рис. 3. Тестування нечіткої моделі після навчання

Розроблена модель є математичною основою інформаційної технології управління діяльністю персоналу НЦБ Інтерполу в Україні. Вона дозволяє щорічно встановити контрольні дати розшуку злочинців по кожній країні. Відповідно, керівник НЦБ Інтерполу матиме можливість автоматично відслідковувати зволікання підлеглих. Крім того, можливо щорічно ранжувати персонал для виявлення найкращих та найгірших виконавців з урахуванням таких чинників: а) відхилення показників кожного виконавця від прогнозованого часу розшуку; б) кількість знайдених осіб кожним виконавцем; в) кількість осіб, яких веде виконавець. Методику такого ранжування нескладно розробити, взявши за основу ідеї оцінювання діяльності

персоналу з [4].

За запропонованою моделлю можна і проаналізувати сценарії пришвидшення міжнародного розшуку на території України. Скоротити тривалість розшуку можна 1 — підвищенням рівня добросовісності персоналу ( $x_2$ ) та 2 — підвищенням рівня інформаційного забезпечення правоохоронних органів ( $x_1$ ).

Результати «якщо—тоді» аналізу першим способом наведено на рис. 4. Для довідки, на цьому рисунку наведені експериментальні дані для країн, з тим же рівнем інформаційного забезпечення правоохоронних органів, як і в Україні ( $x_1 = 1,9$ ). Другим способом можливі 7 варіантів (табл.). Результати моделювання показують, що якщо лише українську міліцію повністю перевести на прямий доступ до системи I-24/7, тоді середня тривалість міжнародного розшуку в Україні скоро-

тяться приблизно на 60 діб. Такого ж ефекту можна досягти піднявши рівень сприйняття корупції в Україні до позначки 6,5, тобто до рівня Ізраїлю, Іспанії, Португалії або Естонії.

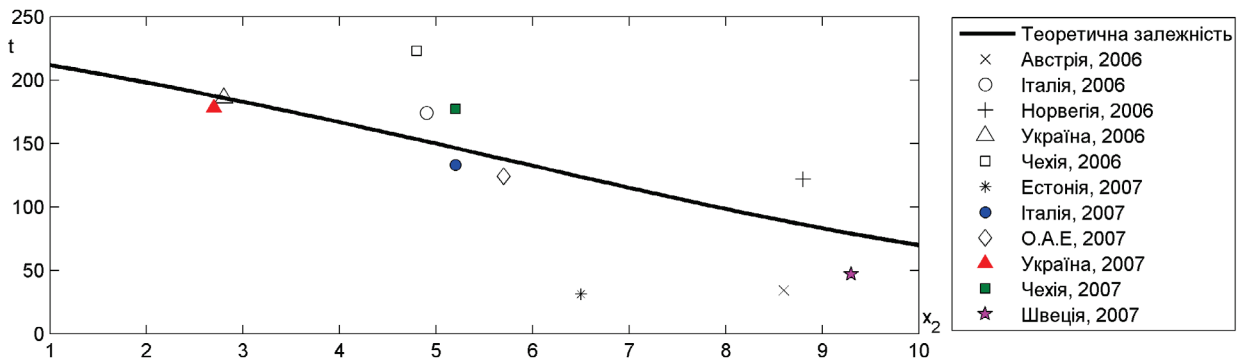


Рис. 4. Залежність очікуваної тривалості міжнародного розшуку осіб в Україні від добросовісності персоналу

#### Ефект від підвищення рівня інформаційного забезпечення правоохоронних органів України

Варіанти доступу до I-24/7			Прогнозована тривалість розшуку ( $t$ ), діб
$b$	$p$	$g$	
3	2	1	171
3	2	2	155
3	2	3	139
3	3	0	118
3	3	1	105
3	3	2	92
3	3	3	81

#### Висновки

Розроблено модель залежності середньої тривалості міжнародного розшуку осіб від двох факторів — рівня інформаційного забезпечення правоохоронних органів та рівня добросовісності персоналу. Інтелектуальну основу моделі складає база нечітких правил. Тестування моделі засвідчило добру збіжність теоретичних результатів з експериментальними даними. Розроблена модель є математичною основою інформаційної технології управління діяльністю персоналу міжнародного розшуку. Вона дозволяє щорічно встановлювати контрольні дати розшуку злочинців по кожній країні, що надасть керівнику можливість автоматично відслідковувати зволікання підлеглих та ранжувати персонал для виявлення найкращих та найгірших виконавців.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Саати Т. Л. Взаимодействие в иерархических системах / Т. Л. Саати // Техническая кибернетика. — 1979. — № 1. — С. 68—84.
2. Transparency International — the global coalition against corruption. — Режим доступу: <http://www.transparence.org>.
3. Штовба С. Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB / С. Д. Штовба. — М. : Горячая линия — Телеком, 2007. — 288 с.
4. Мокін Б. І., Мокіна Ю. В. Математичні моделі в системах управління ефективністю діяльності професорсько-викладацького складу вищих навчальних закладів : моногр. / Б. І. Мокін, Ю. В. Мокіна. — Вінниця: УНІВЕРСУМ—Вінниця, 2008. — 132 с.

Рекомендована кафедрою комп'ютерних систем управління

Надійшла до редакції 21.10.08  
Рекомендована до друку 20.11.08

**Штовба Сергій Дмитрович** — професор кафедри комп'ютерних систем управління.

Вінницький національний технічний університет;

**Вергелес Ростислав Анатолійович** — керівник Національного центрального бюро Інтерполу в Україні, м Київ