

Висновки. Як бачимо, для заданої карти густини району оптимальним є мережа з 5-6 відділень з параметрами СМО вказаними в наступній програмі. На третьому етапі – усувається попередній недолік, тобто ми не просто встановлюємо кількість об'єктів на карті, але і визначаємо які саме формати потрібно використовувати з урахуванням вимог відстаней між ними. Таким чином, за умови реалізації певних етапів місцеві органи влади одержують реальну картину функціонування ринку банківських послуг і можуть ухвалювати зважені рішення щодо майбутнього розташування нових гравців.

Література

1. Çela E. The Quadratic Assignment Problem : Theory and Algorithms / E. Çela // Combinatorial Optimization. – 1998. – Vol. 1. – 304 p.
2. Michael R. Garey and David S. Johnson (1979). Computers and Intractability: A Guide to the Theory of NP-Completeness. W.H. Freeman. ISBN 0-7167-1045-5. A2.5: ND43. – 1979. – pg.218.
3. Марюта А. Н. Принятие рациональных экономических решений в игровых, рискованных и неопределенных ситуациях / А. Н. Марюта, А. М. Бутник. – Х. : ИД ИНЖЭК, 2004. – 172 с.
4. Киселёва Е. М. Непрерывные задачи оптимального разбиения множеств: теория, алгоритмы, приложения / Э. М. Киселева, Э. Н. Шор. – К. : Наук. думка, 2005. – 564 с.
5. Калашников В. В. Математические методы построения стохастических моделей обслуживания / В. В. Калашников, С. Т. Рачев. – М. : Наука, 1988. – 312 с.
6. Каплан Роберт С. Стратегические карты. Трансформация нематериальных активов в материальные результаты / С. Роберт Каплан, П. Дейвид Нортона ; пер. с англ. – М. : Олимп-Бизнес, 2005. – 512 с.
7. Каплан Роберт С. Организация, ориентированная на стратегию. Как в новой бизнес-среде преуспевают организации, применяющие сбалансированную систему показателей / С. Роберт Каплан, П. Дейвид Нортона ; пер. с англ. – М. : Олимп-Бизнес, 2004. – 416 с.
8. Приставка О. П. Імітаційне моделювання / О. П. Приставка, О. Г. Байбуз, П. О. Приставка. – Д. : ДНУ, 2011. – 226 с.
9. Семенча І. Є. Функціонування керуючої системи підприємства: теоретичні основи та моделювання / І. Є. Семенча. – Д. : Біла К.О., 2012. – 276 с.

УДК 368:510.64(045)

*Донець А.С., канд. екон. наук, доцент кафедри економічної кібернетики ДонНТУ;
Шабля А.І., магістр кафедри економічної кібернетики ДонНТУ*

РОЗРОБКА СИСТЕМИ НЕЧІТКИХ БАЗ ЗНАНЬ В УПРАВЛІННІ РИЗИКОМ СТРАХОВИХ КОМПАНІЙ

Стаття присвячена розробці моделі оцінки страхового ризику на основі методів нечіткої логіки, яка представляє собою гнучку систему управління ризиком в страховій діяльності.

Постановка проблеми. Будь-яка сфера економічної діяльності супроводжується явищем ризику. Страхування відноситься до тих видів діяльності, які сильно схильні до цього явища. Фактор ризику та необхідність покриття можливого збитку в результаті його прояви викликають потребу в страхуванні [1].

Точне вимірювання ризику здійснюється різними кількісними методами: математичними, статистичними, методами теорії ймовірності, теорією ігор та ін. Ризик в страхуванні супроводжується великою мірою невизначеності, відсутністю вираженої закономір-

ності і його неможливо задати чіткими числовими даними [2]. Ці фактори обмежують використання класичних методів статистичного аналізу і виникає необхідність розробки нових методів оцінки, до яких можна віднести системи з нечіткою логікою.

Аналіз досліджень і публікацій. Розробка основних принципів нечіткої логіки належить професору Лотфі Заде. У сферу прикладних нечітких систем внесли вклад японські вчені Сугено М., Асаї К. Особливостям технічного втілення методів нечіткої логіки в програмний продукт Matlab присвячені роботи російських вчених Дьяконової А. П. та Круглової В. В.

Мета статті – сформувати комплексний підхід до оцінки страхового ризику на основі методів нечіткої логіки.

Основний матеріал. Страхування як система захисту майнових інтересів громадян є необхідним елементом сучасного суспільства. На сьогоднішній день страхування від нещасного випадку являє собою самий надійний спосіб захисту від наслідків раптових і руйнівних подій, які все частіше і частіше трапляються при сучасному ритмі життя. Щоб вірно визначити розмір страхової суми, необхідно розробити комплексний підхід до оцінки страхового ризику. Під ризиком слід розуміти події, які у випадку виникнення вимагаються від страхової компанії компенсувати застрахованій особі її збитки [1].

Для ефективного визначення розміру страхової суми, необхідно розробити комплексний підхід до оцінки страхового ризику. Методологічний апарат нечіткої логіки дозволяє аналітично обґрунтувати суму страхової виплати і раціонально розмежувати клієнтів на групи ризику. Це стає можливим завдяки створенню систем нечітких баз знань [4].

Імовірність настання страхової події визначається апостеріорі, тобто виходячи з минулого досвіду. У класичній теорії нетто-ставка, яка виражена у відсотках, являє собою ймовірність виникнення страхової події [2].

Характерною особливістю страхових ризиків є неповнота вихідної інформації, відсутність нормального розподілу серед статистичних даних, що є стримуючим фактором використання класичних методів математичної статистики. Виникає необхідність у нових методах, в тому числі, методів нечіткої логіки. Їх основні особливості:

- можливість роботи з апріорно невизначеною вхідною інформацією;
- облік кількісних і якісних змінних і критеріїв;
- можливість впровадження знань експерта у вигляді відповідних правил висновку;
- можливість навчання системи в процесі експлуатації.

Першим кроком у створенні моделі оцінки страхового ризику необхідно визначитися в предметній області. Нехай потрібно оцінити найбільш ймовірний страховий випадок і визначити міру цієї ймовірності в області особистого страхування. Страхування від нещасного випадку – види страхування, де в якості страхового випадку передбачається зовнішня причина, як правило, короткочасного впливу, що призвела до тимчасової або постійної втрати працездатності, або смерті застрахованого. На відміну від страхування життя, яке носить довгостроковий характер (від декількох років до декількох десятків років), страхування від нещасного випадку укладаються на термін до одного року [2]. Отже, вихідною множиною змінних виходу є наступні страхові випадки:

Y₁ Травма застрахованої особи в результаті нещасного випадку {0 % -100 % }

Y₂ Визнання застрахованої особи інвалідом {0 % – 100 % };

Y₃ Тимчасова втрата працездатності {0 % -100 % };

Y₄ Смерть {0 % -100 % };

Визначимо вхідну множину лінгвістичних змінних X за різними критеріями:

X₁ Вік {«молодий»; «середніх літ»; «старий» }

X₂ Розмір сім'ї, чол. {«маленька»; «середня»; «велика» }

X₃ Умови роботи {«оптимальні»; «допустимі»; «шкідливі»; «небезпечні» }

Ці змінні задаються функціями приналежності, вибір яких залежатиме від розробника бази знань. Найчастіше використовуються функція Гаусса, трапецієвидна функція, трикутна та ін. У даному випадку використовується трапецієвидна функція (1):

$$\mu = \begin{cases} 0, \text{ если } u \leq a \text{ или } u \geq d \\ \frac{u-a}{b-a}, \text{ если } a \leq u \leq b \\ 1, \text{ если } b \leq u \leq c \\ \frac{d-u}{d-c}, \text{ если } c \leq u \leq d \end{cases} \quad (1)$$

(A, d) – носій нечіткої множини – песимістична оцінка нечіткого числа;

[B, c] – ядро нечіткої множини – оптимістична оцінка нечіткого числа;

Будемо вважати, що відомі експериментальні залежності Y від X. Мета навчання нечіткої бази знань Сугено полягає в пошуку вектора (P, B), який забезпечує наступний принцип (2):

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{M} \sum_{r=1..M} (y_r - F(P, B, X_r))^2} \rightarrow \min \quad (2)$$

де P – вектор параметрів функцій належності нечітких термів;

B – вектор коефіцієнтів у висновках правил;

F (P, B, X_r) – результат логічного висновку для вхідного вектора X_r по нечіткій моделі з параметрами (P, B).

Для того щоб навчити нечітку базу знань Сугено за даним критерієм, скористаємося ANFIS редактором. ANFIS є аббревіатурою Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System □ (адаптивна нейро-нечітка система). ANFIS-редактор дозволяє автоматично синтезувати з експериментальних даних нейро-нечіткі мережі. Нейро-нечітку мережу можна розглядати як одну з різновидів систем нечіткого логічного висновку типу Сугено. При цьому функції приналежності синтезованих систем налаштовані (навчені) так, щоб мінімізувати відхилення між результатами нечіткого моделювання та експериментальними даними [3].

Нехай є навчальна вибірка з 40 даних (таблиця 1). У ній представлені значення факторів: вік, розмір сім'ї на утриманні клієнта, коефіцієнт умов праці, наявність авто, кількість виплат клієнтам з 100 договорів, які отримали інвалідність.

Використовуючи програмний пакет Matlab в робочій області створюємо 2 файли з змінними, які включають навчальний і тестові вибірки. У тестову вибірку включаємо 20 даних. За допомогою ANFIS редактора завантажуюмо вихідні дані (рис. 1).

Таблиця 1 – Навчальна вибірка

Вік	Розмір сім'ї	Коефіцієнт умов праці	Наявність авто	Кількість тих, хто став інвалідом зі 100 застрахованих
30	1	0,29	0	0,03
59	2	0,77	0	0,02
36	0	0,39	1	0,02
54	0	0,69	1	0,04
52	1	0,66	1	0,03
35	2	0,38	1	0,01
60	2	0,79	1	0,07
37	0	0,26	1	0,01
32	0	0,33	1	0,01
44	2	0,53	0	0,03
39	2	0,45	1	0,03
27	1	0,26	1	0,01
40	1	0,37	0	0,02

Дані в області візуалізації результати моделювання виводяться у вигляді безлічі точок у двовимірному просторі. При цьому по осі абсцис відкладається порядковий номер рядка даних у вибірці (навчальної, тестуючої або контрольної), а по осі ординат – значення вихідної змінної для цього рядка вибірки. Експериментальним даними відповідає маркер гуртків, а тестовим – крапки.

Створюємо вихідну систему нечіткого виводу. Як правило, використовується метод розбиття, згідно з яким функції приналежності нечітких термів рівномірно розподіляються всередині діапазону зміни даних. База знань містить всі можливі варіанти правил. Коефіцієнти у висновках правил дорівнюють нулю [3].

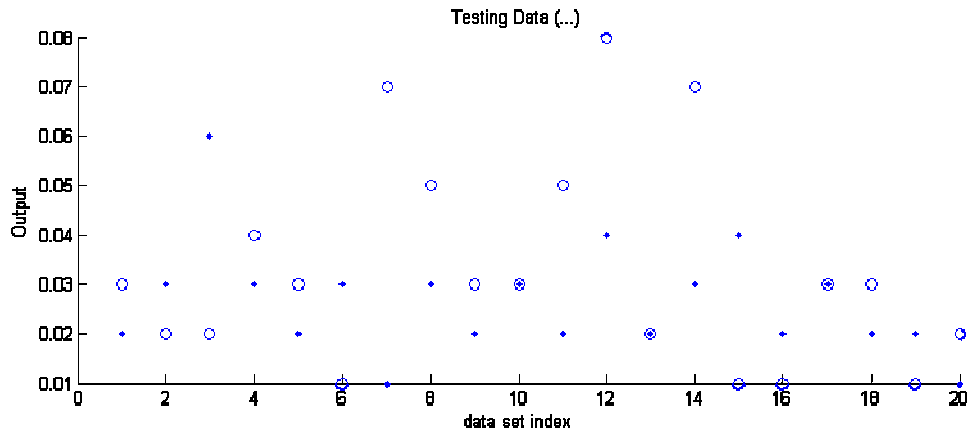


Рисунок 1 – Навчальна та тестова вибірки

Наступний крок – навчання бази знань за умовою (2). Для цього необхідно вказати число ітерацій. Вибираємо 7 ітерацій і в результаті отримуємо графік помилок RMSE (рис. 2).

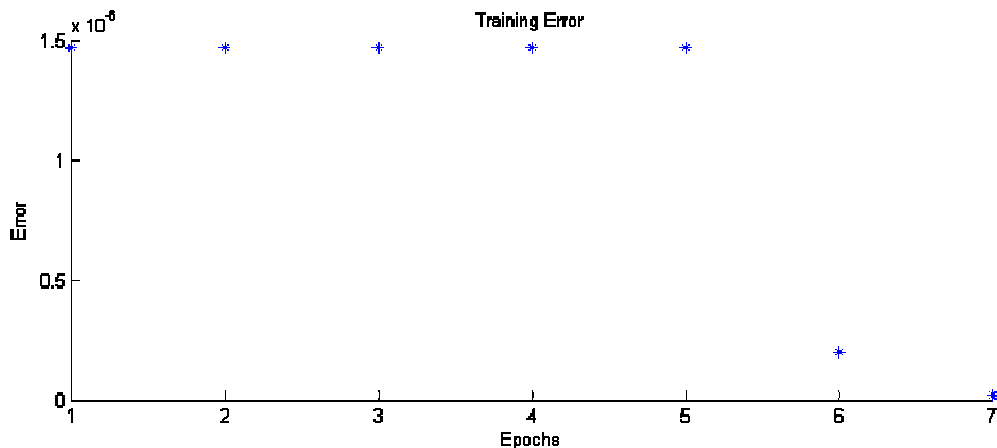


Рисунок 2 – Динаміка навчання нечіткої системи

Таким чином, найменше значення помилки RMSE на навчальній вибірці приблизно дорівнює 0 і досягається воно на сьомій ітерації. Для перевірки моделі на тестовій вибірці необхідно переключитися на тестовий режим. У підсумку, в області візуалізації з'явиться наступний графік (рис. 3).

Помилка тестової вибірки становить 0,028. Експериментальні дані показані крапками, а результати моделювання – зірочками. Після того, як була складена база знань Сугено, можна виявити ряд закономірностей змінними і висновком. Для цього можна скористатися візуалізацією правил, і редактор буде поверхню (рис. 4).

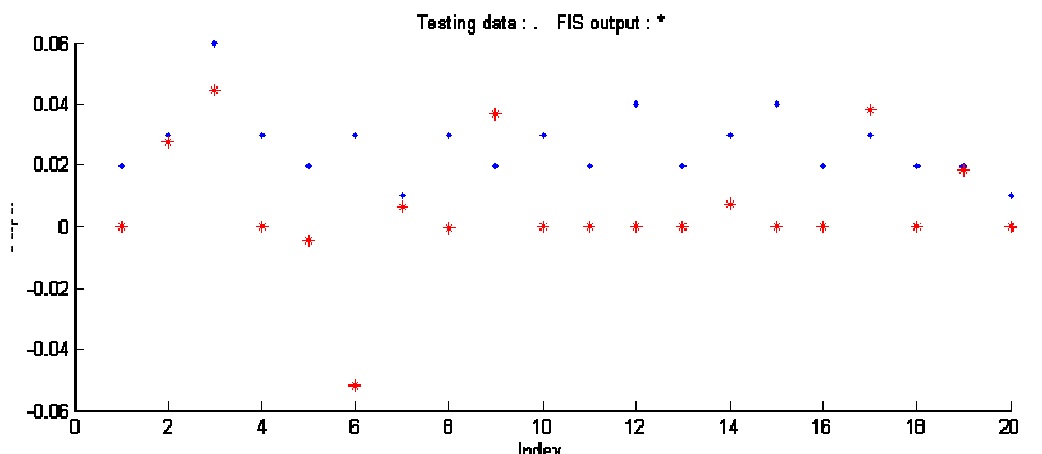


Рисунок 3 – Тестування нечіткої системи

Для факторів «Умови праці» та «Вік» поверхня приймає вигляд височини з деякими порожнинами. При цьому максимальне значення припадає на високий коефіцієнт умов праці і вік людини 40-50 років. Для страхового випадку «Інвалідність» ці люди найбільш ризиковані вимагають і особливого підходу. Решта 3 бази знань формуються аналогічним способом. Таким чином, база знань – важливий компонент інтелектуальної системи. Найбільш поширений клас таких систем – експертні системи. Вони призначені для пошуку способів вирішення проблем з деякої предметної області, ґрунтуючись на записах бази знань і на призначеному для користувача описі ситуації.

Прості бази знань можуть бути використані для створення експертних систем зберігання даних в організації, статей технічного забезпечення. Головна мета створення таких баз – допомогти менш досвідченим людям знайти вже існуюче опис способу вирішення якої-небудь проблеми [4].

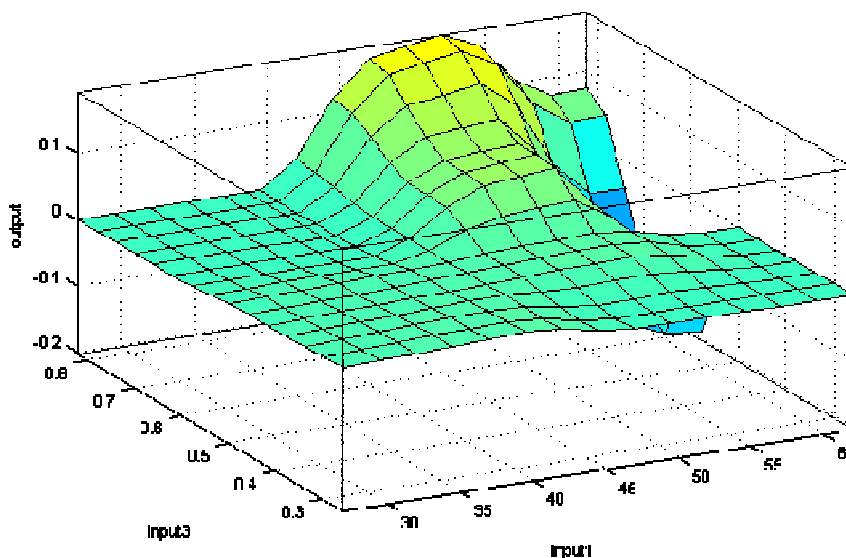


Рисунок 4 – Поверхня для страхового випадку «Інвалідність»

Після того, як складена база знань, необхідно вибрати оболонку її реалізації. Програма Simulink є додатком до пакету MATLAB. При моделюванні з використанням Simulink реалізується принцип візуального програмування, відповідно до якого, користувач на екрані з бібліотеки стандартних блоків створює модель пристрою і здійснює розрахунки. При цьому, на відміну від класичних способів моделювання, користувачеві не пот-

рібно досконально вивчати мову програмування і чисельні методи математики, а досить загальних знань, що вимагаються при роботі на комп'ютері і знань тієї предметної області, в якій він працює [3].

Представимо складену базу знань у вигляді системи (рис. 5).

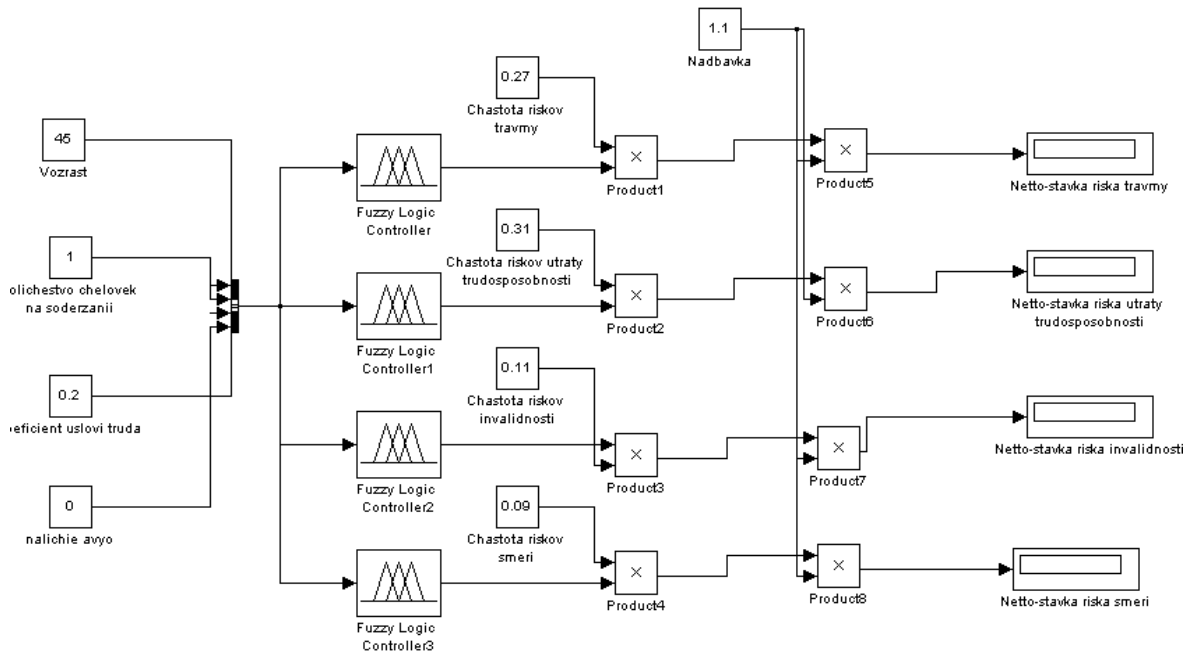


Рисунок 5 – Подання бази знань в оболонці Simulink

Таким чином, модель являє собою експертну систему. Основне призначення моделі полягає в комплексній оцінці страхового ризику. Перевагами наведеного підходу є числова оцінка різних страхових випадків, що дозволяє якісно поліпшити ризик-менеджмент страховика, надійніше контролювати ризикову позицію компанії, ефективно управляти страховою діяльністю і забезпечувати фінансову стійкість страховика.

Висновки. Ефективне управління ризиком страхування вимагає використання відповідних сучасним вимогам методик і класифікацій, що сприяє оптимізації процесу прийняття подальших управлінських рішень, пов'язаних з ризиками та пошуку шляхів їх мінімізації. В основі баз знань лежить принцип логіки, за допомогою якого здійснюється логічний висновок на основі досвіду, фактів і евристик. Використання баз знань дозволяє вирішити ряд складних і неординарних завдань, в яких присутня неповнота інформації. База знань є основою експертної системи, призначення якої – спростити прийняття рішення. База знань служить втіленням знання фахівців установи, відділу і досвід а групи. Використання оцінки ризику при даному методі дозволяє ефективно визначити величину страхового тарифу, який є важливим компонентом формування стійкого фінансового потенціалу страхової компанії.

Література

1. Гутко Л. М. Страховий ринок України: стан, проблеми розвитку та шляхи їх вирішення / Л. М. Гутко // Економіка. Фінанси. Право. – 2006. – № 7. – С. 19-24.
2. Нечипоренко В. Страховой риск: отдельные вопросы толкования, правового определения, менеджмента / В. Нечипоренко // Финансовые услуги. – 2001. – № 1-2. – С. 38-43.
3. Штовба С. Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB / С. Д. Штовба. – М. : Горячая линия – Телеком, 2007. – 288 с.
4. Титоренко Г. А. Автоматизированные информационные технологии в экономике : учебник / Г. А. Титоренко. – М. : ЮНИТИ, 2004. – 399 с.