

Ю.П. Рак, д-р техн. наук, професор, О.Б. Зачко, канд. техн. наук, І.В. Дворянин, канд. техн. наук, В.Б. Федан (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОГНОЗУВАННЯ ЧАСУ ЛІКВІДАЦІЇ ПОЖЕЖІ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕОРІЇ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Розглянуто наукову задачу прогнозування часу ліквідації пожежі на основі розроблення нелінійної багатофакторної моделі залежності ендогенної змінної від екзогенних факторів, що впливають на час ліквідації пожежі. Запропоновано структуру експертної системи для прогнозування часу ліквідації пожежі з підтримкою бази даних по статистиці пожеж, бази моделей під кожен клас об'єктів та модуля нейронної мережі. Запропоновано структуру нейронної мережі для побудови моделей прогнозування часу ліквідації пожежі

Ключові слова: інформаційні технології, нейронні мережі, експертні системи, час ліквідації пожежі

Прогнозування часу ліквідації пожежі є актуальною науковою задачею, оскільки даним показником оперує керівник ліквідації надзвичайної ситуації при розрахунку необхідних сил та засобів. Маючи прогнозований час ліквідації пожежі, керівник може передбачати сценарій розвитку пожежі, залучати додаткові сили та засоби для її локалізації та ліквідації.

На сьогоднішній день не існує достатньої системи методів розрахунку прогнозованого часу ліквідації пожежі. Для вирішення цієї задачі нами визначено ряд факторів, які впливають на час ліквідації пожежі. Для цього було проведено експертне оцінювання. В результаті проведеного дослідження було визначено такий перелік факторів:

1. Клас пожежі
2. Температурний режим
3. Розміри отворів (вікна, двері)
4. Час до введення стволів
5. Вогнестійкість будівлі
6. Межа поширення

Наступним етапом цього дослідження є збір даних за вказаними факторами. Для цього необхідно сформувати навчальну вибірку, де прогнозований час ліквідації пожежі буде результируючим показником, на який впливають фактори ліквідації пожежі. Проте в залежності від класу об'єкта, на якому ліквідовують пожежу, фактори в своєму чисельному виразі будуть сильно відрізнятися, що вплине на похибки моделі. Тому необхідно здійснити декомпозицію задачі. Для кожного класу об'єкта потрібно розробити окрему модель, а сукупність моделей буде складати експертну систему.

Під експертною системою будемо розуміти комп'ютерну програму, створену для виконання тих видів діяльності, які під силу експертів, в тому числі імітуючи спосіб дій експерта, проте яка істотно відрізняється від точних алгоритмів та математичних процедур [1-3].

Проблема розробки методів прогнозування часу ліквідації пожежі є характерною для експертної системи, оскільки для цієї задачі точно не відома аналітична форма запису [4-7]. Якщо з допомогою експертів визначати екзогенні фактори, які впливають на ендогенну змінну – прогнозований час ліквідації пожежі, то можна робити припущення про певний вид моделі чи залежності, наприклад трендову модель. Проте таке припущення не є науково обґрунтованим. Те ж саме стосується вибору лінійної чи нелінійної форми залежності. Використання ж експертної системи, одним із ключових модулів якої є нейронна мережа [8-11] для побудови моделі прогнозування часу ліквідації пожежі, дозволить уникнути цих складнощів.

Структура експертної системи для прогнозування часу ліквідації пожежі представлена на рис. 1.

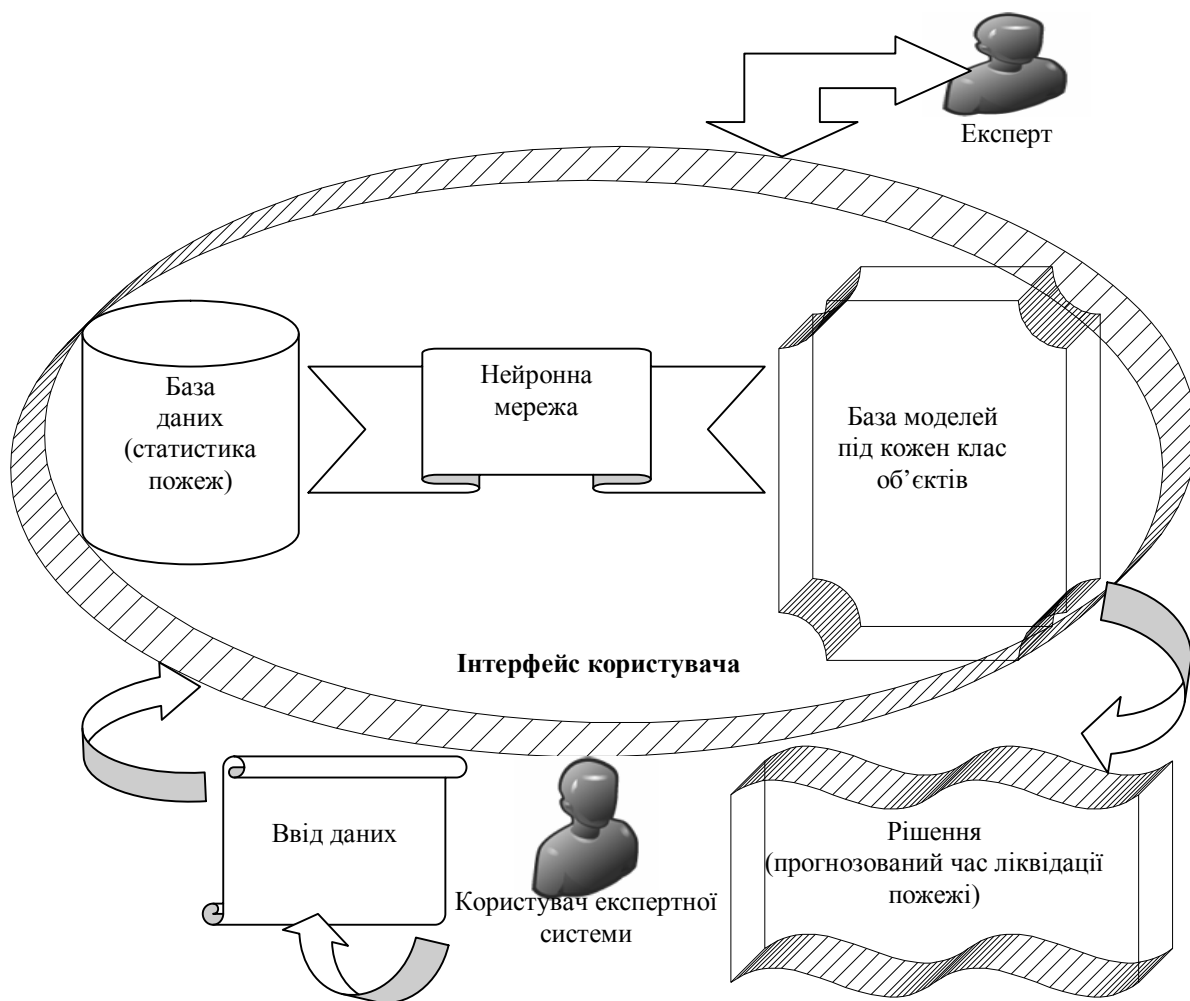


Рис. 1. Базова структура експертної системи для прогнозування часу ліквідації пожежі

База даних представляє собою інформаційний масив по статистиці пожеж у розрізі факторів, які визначили експерти. Слід зазначити, що в базі даних необхідно передбачити статистику пожеж відокремлено по різних класах об'єктів. Це дозволить у подальшому побудувати моделі прогнозування часу ліквідації пожежі по кожному з класів об'єктів (наприклад об'єкти житлової сфери, деревообробної промисловості тощо).

Дані по пожежах на певному класі об'єктів структуровані в розрізі факторів, які визначили експерти, формують матрицю факторів (табл. 1). Таку базу даних можна вести, використовуючи програмне забезпечення «Автоматизоване робоче місце працівника Держпожнадзора» (АРМ ДПН), яке встановлене фактично у всіх головних управліннях МНС і містить в собі всю статистику пожеж кожної адміністративно-територіальної одиниці.

Нейронна мережа – це ключовий модуль експертної системи [12-15]. Вона служить для побудови моделі прогнозування часу ліквідації пожежі під кожен клас об'єктів. Розглянемо структуру нейронної мережі, зокрема її вхідний та вихідний шар [16-18]. На вхід подаються фактори, фактори визначені експертами (матриця X), які з вагами синапсичних синапсів (матриця W) діють на нейрони в проміжному шарі нейронної мережі.

Статистика пожеж у розрізі факторів, визначених експертами

Фактори, що впливають на час ліквідації пожежі:	Пожежі			
	1-а пожежа	2-а пожежа	...	n-а пожежа
	a_{i1}	a_{i2}	a_{ij}	a_{in}
Клас пожежі	a_{11}	a_{12}	a_{1j}	a_{1n}
Температурний режим	a_{21}	a_{22}	a_{2j}	a_{2n}
Розміри отворів (вікна, двері)	a_{31}	a_{32}	a_{3j}	a_{3n}
Час до введення стволів	a_{41}	a_{42}	a_{4j}	a_{4n}
Вогнестійкість будівлі	a_{51}	a_{52}	a_{5j}	a_{5n}
Межа поширення	a_{61}	a_{62}	a_{6j}	a_{6n}
Час ліквідації НС (реальний)	t_1	t_2	t_j	t_n

На виході маємо прогнозований час ліквідації пожежі – Y . Структура нейронної мережі зображена на рис. 2.

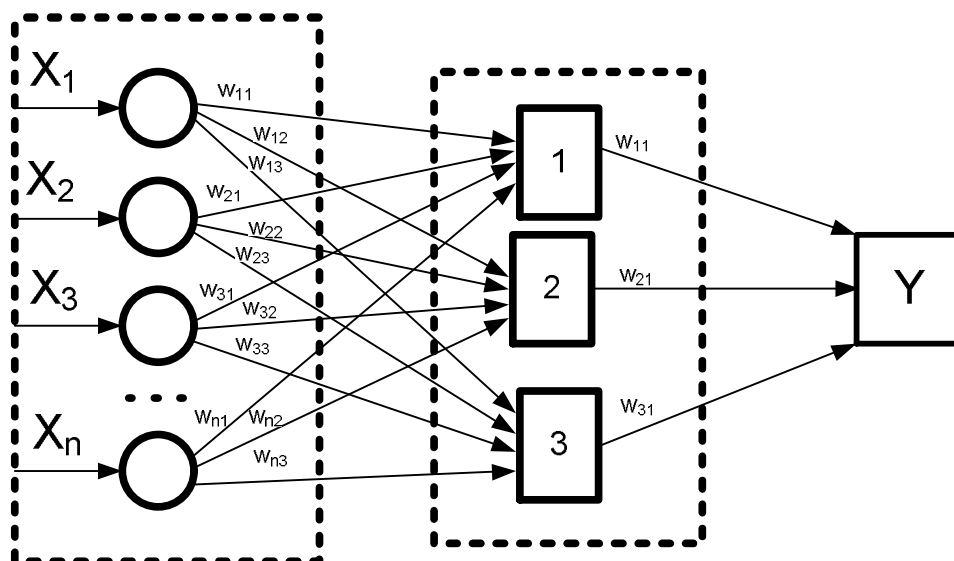


Рис. 2. Структура нейронної мережі для прогнозування часу ліквідації пожежі:

X_1, X_2, \dots, X_n – фактори, що впливають на час ліквідації пожежі, визначені експертами (див. табл. 1); w_{ij} – вагові коефіцієнти нейронної мережі, що з'єднують i -ий нейрон попереднього шару з j -им нейроном наступного шару

В найпростішому варіанті модель прогнозування часу ліквідації пожежі запишеться таким чином:

$$Y = \sum_{i=1}^n x_i w_i, \quad (1)$$

де Y – прогнозований час ліквідації пожежі;
 x_i – фактори, визначені експертами;
 w_i – вагові коефіцієнти факторів.

Перевагою такої методики прогнозування часу ліквідації пожежі є те, що побудована модель не є жорстко закріпленою, а адаптивною до вхідного масиву даних. Тобто, якщо доповни-

ти базу даних статистичною інформацією по факторах, що впливають на час ліквідації пожежі, відповідно в процесі підбору вагових коефіцієнтів нейронної мережі зміняться параметри моделі. Адаптивність даної моделі покращить точність прогнозу часу ліквідації пожежі.

Висновки. В статті запропонований розв'язок актуальної наукової задачі прогнозування часу ліквідації пожежі, зокрема, отримано такі результати:

1. На основі проведеного експертного оцінювання визначені екзогенні фактори, які впливають на ендогенний показник – час ліквідації пожежі.

2. Запропонована структура експертної системи для прогнозування часу ліквідації пожежі з використанням бази даних по статистиці пожеж та бази моделей під кожен клас об'єктів.

3. Визначено структуру нейронної мережі для побудови моделей прогнозування часу ліквідації пожежі.

Список літератури:

1. Криворучко О.В. Основи експертних систем: Навч. посіб. / О.В. Криворучко, С.В. Цюцюра. – К.: КНТЕУ 2006. – 141 с.
2. Месюра В.І. Експертні системи: Навч. посіб. для студ. спец. «Інтелектуальні системи прийняття рішень» / В.І. Месюра, А.А. Яровий, І.Р. Арсенюк. – Вінниця: ВНТУ 2006. – 114 с.
3. Тоценко В.Г. Експертні системи діагностики і підтримки рішень / В.Г. Тоценко. – К.: Наукова думка 2004. – 126 с.
4. Гаврилов Т.А. Базы знаний интеллектуальных систем: Учебник для вузов. / Т.А. Гаврилов, В.Ф. Хорошевский. – СПб.: Питер, 2000. – 384 с.
5. Stamou G.B. Expert systems. / G.B. Stamou, S.G. Tzafestas. – 2002 vol. 29, pp. 694.
6. Питер Джексон. Введение в экспертные системы. / Джексон Питер. – Издательский дом "Вильямс", Москва, Санкт-Петербург, Киев, 2001. – 278 с.
7. Статические и динамические экспертные системы / З.В. Попов, И.Б. Фоминых, Е.Б. Кисель, М.Д. Шапот. – М.: финансы и статистика, 1996. – 411 с.
8. Тимошук П. В. Основи теорії проектування нейронних мереж. Навчальний посібник / П.В. Тимошук, М.В. Лобур. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2007. 328 с.
9. Царегородцев В.Г. Общая неэффективность использования суммарного градиента выборки при обучении нейронной сети / В.Г. Царегородцев // Нейроинформатика и ее приложения: Матер. XII Всеросс. семинара. – Красноярск, 2004. – С. 145–151.
10. Саймон Хайкин. Нейронные сети / Хайкин Саймон. – М.: Вильямс, 2006. – 1103 с.
11. Круглов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. / В.В. Круглов, В.В. Борисов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2001. – 382 с.
12. Медведев В.С. Нейронные сети. MATLAB 6 / В.С. Медведев, В.Г. Потемкин. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. – 486 с.
13. Оссовский С. Нейронные сети для обработки информации / Станислав Оссовский. Пер. с польского И.Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344 с.
14. Круг П.Г. Нейронные сети и нейрокомпьютеры: Учебное пособие по курсу «Микропроцессоры» / П.Г. Круг – М.: Издательство МЭИ, 2002. – 176 с.
15. Саймон Хайкин. Нейронные сети: полный курс 2-е издание. / Хайкин Саймон. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2005. – 1104 с.
16. Бондарев В.Н. Искусственный интеллект: Учеб. пособие для вузов. / В.Н. Бондарев, Ф.Г. Аде. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2002. – 615 с.
17. Рапопорт Г. Н. Искусственный и биологический интеллект. Общность структуры, эволюция и процессы познания / Г.Н. Рапопорт, А.Г. Герц. – М.: КомКнига, 2005.– 312 с.
18. Люгер Дж.Ф. Искусственный интеллект: Стратегии и методы решения сложных проблем. / Дж.Ф. Люгер. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2003. – 864 с.

Ю.П. Рак, д-р техн. наук, профессор, О.Б. Зачко, канд. техн. наук, И.В. Дворянин, канд. техн. наук, В.Б. Федан (Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности)

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВРЕМЕНИ ЛИКВИДАЦИИ ПОЖАРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕОРИИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Рассмотрена научная задача прогнозирования времени ликвидации пожара на основе создания нелинейной многофакторной модели зависимости эндогенной переменной от экзогенных факторов, которые влияют на время ликвидации пожара. Предложена структура экспертной системы для прогнозирования времени ликвидации пожара с поддержкой базы данных по статистике пожаров, а также базы моделей под каждый класс объектов и модуля нейронной сети. Предложена структура нейронной сети для построения моделей прогнозирования времени ликвидации пожара

Ключевые слова: информационные технологии, нейронные сети, экспертные системы, время ликвидации пожара

Yu.P. Rak, Doctor of Sciences (Engineering), Professor, O.B.Zachko, Candidate of Sciences (Engineering), I.V. Dvoryanyn, Candidate of Sciences (Engineering), V.B.Fedan (Lviv State University of Vital Activity Safety)

INFORMATION TECHNOLOGIES FOR PREDICTING THE TIME OF FIRE SUPPRESSION BY USING THE THEORY OF NEURAL NETWORKS

A scientific task of predicting the time of fire suppression based on the development of the nonlinear multifactor model of dependence internal variable on external factors which influence the fire suppression time is examined.

The structure of expert system to predict the time of fire suppression using statistic database of fire, bases of models for every kind of object and module of neural network is suggested. The structure of neural network for building the models of predicting the time of fire suppression is suggested.

Key words: information technology, neural networks, expert systems, time of fire suppression

