

ЗАСТОСУВАННЯ КОМПЛЕКСНОЇ ПРОГРАМИ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ В ЗАДАЧАХ АВТОТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЕРТИЗИ ДТП, ЯКІ СТАЛИСЯ В ТЕМНУ ПОРУ ДОБИ

Дорожньо-транспортні пригоди (ДТП) виникають внаслідок порушення нормального функціонування системи «водій – транспортний засіб – дорога – середовище руху». В темну пору доби безпечний режим руху визначається допустимою швидкістю руху, яку водій має обирати в залежності від дальності видимості. Основні причини великої кількості ДТП у темну пору доби – зниження видимості, осліплення водіїв фарами автомобілів [1]. Саме дальність видимості об'єктів на дорозі в темну пору доби визначається при розслідуванні механізму ДТП, а порівняння його значення з відстанню, на якій знаходився транспортний засіб (ТЗ) від місця наїзду в момент виникнення небезпеки для руху дає висновок про технічну можливість водія уникнути ДТП.

Отже за існуючою методикою [1, 2] безпосередньо на місці пригоди або за аналогічних умов визначених експертом (з метою врахування взаємозв'язку зовнішніх факторів впливу) проводиться натурний експеримент з визначення дальності видимості, який є надзвичайно трудомістким і потребує залучення висококваліфікованих фахівців та значних матеріальних ресурсів. На сьогоднішній день відсутні математичні залежності та експертні програми визначення дальності видимості, які б дозволили уникнути натурального експерименту.

Для вирішення вищерозглянутих проблем на основі методу ідентифікації нелінійних об'єктів нечіткими базами знань [2, 3] була розроблена математична модель визначення дальності видимості дорожніх об'єктів в світлі автомобільних фар. Процес побудови моделі розподілявся на два етапи - структурна та параметрична ідентифікації (рис. 1). Були обрані найвагоміші фактори впливу на дальність видимості, які характеризують водія: B - гострота зору, у.о; T - тривалість роботи за кермом, год.; C - коефіцієнт засліплення, у.о.; автомобіль: G - рівень завантаження, кг; E - освітленість дороги, лк; дорогу та середовище: W - прозорість атмосфери, м; F - розташування перешкоди, м; K - контраст об'єкта розрізнення з фоном, у.о. Також була розроблена нечітка база знань, визначені параметри функцій належності після налаштування. Перевірка адекватності моделі показала похибку, яка не перевищує 10,4%.

На основі розробленої та налаштованої моделі [2, 4] була створена з використанням пакету програм Fuzzy Expert експертна програма для визначення дальності видимості дорожніх об'єктів в умовах неточності та невизначеності вихідних даних, діалогові вікна якої наведені на рисунках 3, 4. Вихідні дані можуть задаватися числом, термом або за принципом “термометра” [3], коли експерт не в змозі оцінити змінну ні числом, ні якісним термом, а лише інтуїтивно відчуває її рівень. Програма дає змогу визначати значення дальності видимості дорожнього об'єкту за конкретних умов дорожньої обстановки.

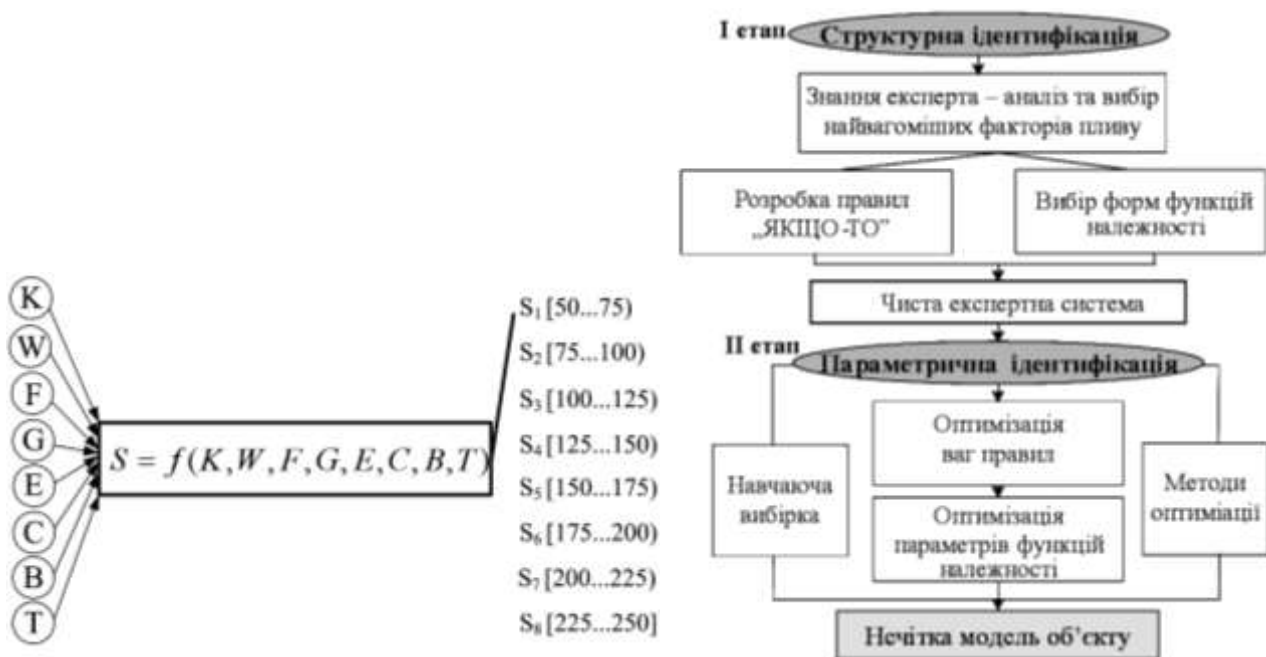


Рис. 1. Структура моделі визначення дальності видимості та етапи її налаштування

Для використання розробленої експертної програми в практиці автотехнічної експертизи ДТП необхідно вдосконалити існуючий протокол огляду місця ДТП, для чого в нього слід внести додаткові графи з факторами впливу на дальність видимості (W, K, F, G, E, C, B, T) для обов’язкового заповнення на місці ДТП, при відсутності кількісних значень, потрібно якісно описати параметри конкретного фактору (рис. 2).

На основі вихідних даних з удосконаленого протоколу огляду місця ДТП проводиться розрахунок дальності видимості об’єкту для конкретної дорожньої обстановки з використанням розробленої експертної програми. (рис. 3, 4).

Параметри, які характеризують дальність видимості об’єкту на дорозі в темну пору доби:

W - прозорість атмосфери ___ м; (160...300м (Н, нС, С, вС, В) _____)	K - контраст об’єкта розрізнення з фоном ___ у.о. (0...0,9 у.о.(Н, нС, С, вС, В) _____)
F - розташування перешкоди на дорозі ___ м; (0...7,5 м (ліве, праве узбіччя, на осі дороги))	G - рівень завантаження автомобіля ___ кг; (70...500 кг (без навантаження, середнє, повне) _____)
E - освітленість дороги _____ лк; (10...30 лк (понижена, нормальна, підвищена))	C - коефіцієнт засліплення _____ у.о. (1...1,35 у.о.(засліплення відсутнє, середнє, високе))
B - гострота зору водія ___ у.о.; (0,6...1 у.о. (нС, С, В) _____)	T - тривалість роботи за кермом ___ год. (0...16 год (Н до 2, нС 2-4, С 4-8, вС 8-12, В понад 12 год.))

Н, нС, С, вС, В – відповідні якісні терми для оцінки факторів впливу:
 низький, нижче середнього, середній, вище середнього, високий.

Рис. 2. Нові графи в удосконаленому протоколі огляду місця ДТП

Приклад застосування розробленої експертної програми. О 23 год. 35 хв. сталося ДТП – автомобілем ВАЗ–21099 здійснено наїзд на пішохода, який перетинав проїзну частину дороги. Ділянка дороги пряма, горизонтального профілю, покриття – сухий асфальтобетон. Зустрічних ТЗ не було.

Технічно справний автомобіль зі швидкістю 84 км/год. рухався в правому ряду з ввімкненим дальнім світлом фар. До наїзду автомобіль рухався без гальмування. Пішохід у темному одязі без світловідбиваючих елементів рухався зі швидкістю 8-12 км/год. біля лівого краю проїзної частини, а потім розпочав її перетин. Отже з удосконаленого протоколу ДТП відомо: W - прозорість атмосфери - 199,5м; K - контраст об'єкта розрізнення з фоном - 0,1 у.о.; F - розташування перешкоди - 1 м; G - рівень завантаження автомобіля - 160 кг; E - освітленість дороги - 18 лк; C - коефіцієнт засліплення - 1,0 у.о.; B - гострота зору водія - 0,8 у.о.; T - тривалість роботи за кермом - 4 год.

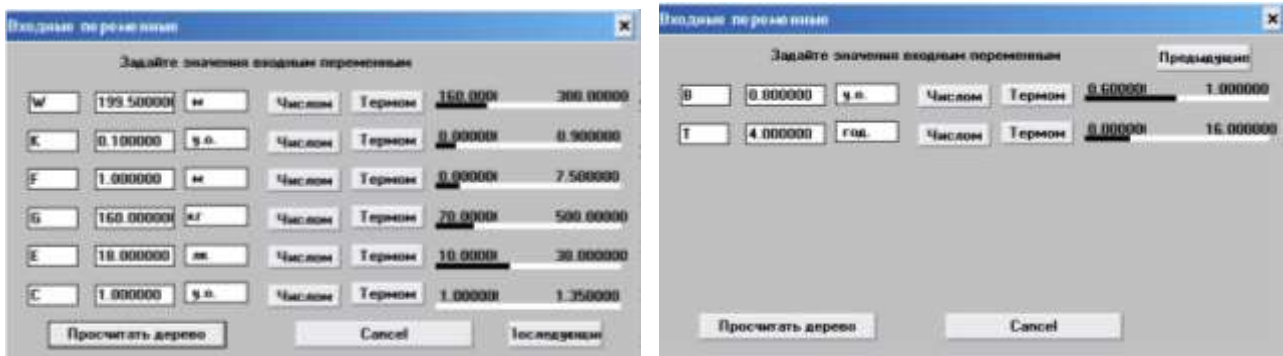


Рис. 3. Форма експертної програми для введення вихідних даних

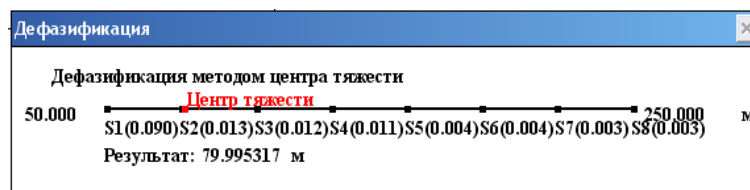


Рис. 4. Форма перетворення нечіткої інформації в чітку за принципом «центру ваги» – дефазифікація. Дальність видимості складає 80 м (79,995 м).

При проведенні експерименту (для перевірки адекватності програми) була визначена дальність видимості, яка склала 78,4 м. Похибка експертної програми склала 2%. Визначимо допустиму швидкість руху автомобіля, яка за даних умов відповідає дальності видимості з умови рівності відстані видимості шляхові зупинки автомобіля (1):

$$V_d = 3,6 \cdot j \cdot T \cdot \left(\sqrt{\frac{2S_e}{j \cdot T^2} + 1} - 1 \right) = 88,8 \text{ км/год.}, \quad (1)$$

де S_e – дальність видимості, м; j – сповільнення при гальмуванні – 6,7 м/с²; T – час, необхідний для приведення гальмової системи в дію, с:

$$T = t_1 + t_2 + 0,5 \cdot t_3 = 1,4 \text{ с}, \quad (2)$$

де t_1 – час реакції водія при вирішенні питання про відповідність швидкості видимості дороги – 1,0 с; t_2 – час запізнювання спрацьовування гальмової системи – 0,2 с; t_3 – час наростання сповільнення при гальмуванні – 0,4 с;

Максимально допустима швидкість руху, яка відповідає загальній видимості дороги, рівній 80 м, складає 88,8 км/год., що більше швидкості 84 км/год., з якою рухався автомобіль ВА3–21099. Небезпека настала в момент зміни пішоходом напрямку руху. Відстань, на якій знаходився автомобіль від місця наїзду в момент виникнення небезпеки для руху (3):

$$V_n = \frac{V_a}{V_b} \cdot S_n = 28 \div 42 \text{ м}, \quad (3)$$

де V_a – швидкість руху автомобіля – 84 км/год.; V_b – швидкість руху пішохода – $8 \div 12$ км/год.; S_n – шлях, який подолав пішохід з моменту виникнення небезпеки для руху до моменту наїзду – 4 м.

Отже, в момент виникнення небезпеки для руху автомобіль знаходився від місця наїзду на відстані $28 \div 42$ м. Визначимо шлях, який необхідний для зупинки автомобіля (4):

$$S_0 = (t_1 + t_2 + 0,5 \cdot t_3) \frac{V_a}{3,6} + \frac{V_a^2}{26 \cdot j} = 73,2 \text{ м}, \quad (4)$$

де t_1 – ситуаційний час реакції водія в наведеній дорожній ситуації – 0,6 с.

Шлях, необхідний для зупинки автомобіля, при швидкості руху 84 км/год. складає 73,2 м, що більше відстані на якій він знаходився від місця наїзду в момент виникнення небезпеки для руху. Слід зробити висновок, що в момент виникнення небезпеки для руху водій не мав технічної можливості шляхом гальмування уникнути наїзду на пішохода.

Отже можливість використання нечіткої експертної інформації про значення факторів впливу на дальність видимості в удосконаленому протоколі огляду місця ДТП дозволяє зменшити невизначеність та неточність вихідних даних, об'єм експериментальних досліджень. Застосування розробленої експертної програми дасть змогу звужити діапазон можливих рішень експерта, тим самим підвищити об'єктивність прийняття рішення.

Список використаних джерел

1. Использование специальных познаний в расследовании дорожно-транспортных происшествий / [Кривицкий А. М., Шапоров Ю. И., Фальковский В.В. и др.] : под общ. ред.: канд. техн. наук Кривицкого А. М. и канд. юрид. наук Шапорова Ю. И. – Мн. : Харвест, 2004. – 128 с.
2. Кужель В. П. Методика зменшення невизначеності в задачах автотехнічної експертизи ДТП при ідентифікації дальності видимості дорожніх об'єктів в темну пору доби : монографія / В. П. Кужель, А. А. Кашканов, В. А. Кашканов – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 200 с.
3. Ротштейн А. П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткие множества, генетические алгоритмы, нейронные сети / А. П. Ротштейн. – Винница: «УНІВЕРСУМ-Вінниця», 1999. – 320 с – ISBN 966-7199-49-5.