

# ВИЗНАЧЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕКСПЕРТНИХ СИСТЕМ ПРИ РОЗСЛІДУВАННІ ДТП В ТЕМНУ ПОРУ ДОБИ

Вінницький національний технічний університет

## **Анотація**

*Розглянуто можливості використання експертних систем в темну пору доби при експертизі ДТП, труднощі, які постають перед експертами-автотехніками при проведенні експертиз, розглянуто можливість їх вирішення за допомогою використання розробленої експертної програми.*

**Ключові слова:** дальність видимості, дорожньо-транспортна пригода, темна пора доби, дорожній об'єкт, автомобіль, експертна система.

## **Abstract**

*Considered the possibility of using expert systems in the dark time of the day in the examination of road accidents, difficult-to-do, which appear to experts-automakers during the examination, the possibility of their solutions is considered through the use of the developed expert program.*

**Keywords:** visibility, traffic accident, nighttime, road object, expert system

## **Вступ**

Основні причини великої кількості ДТП у темну пору доби – зниження дальності видимості, осліплення водіїв [1-3]. Експертами при проведенні експертиз ДТП, що сталися в темну пору доби, визначається саме дальність видимості дорожніх об'єктів для виявлення правомірності вибору водієм швидкості руху за даних дорожніх умов, адже у відповідності з п. 12.2. Правил дорожнього руху (ПДР), в темну пору доби і в умовах недостатньої видимості швидкість руху повинна бути такою, щоб водій мав можливість зупинити транспортний засіб в межах відстані видимості дороги.

Зазначимо, що дорожньо-транспортні пригоди (ДТП) виникають внаслідок порушення нормально-го функціонування системи „водій – автомобіль – дорога – середовище руху”. А в темну пору доби безпечний режим руху визначається допустимою швидкістю руху, яку водій має обирати в залежності від дальності видимості. основна задача експериментальних досліджень видимості в системі „водій – автомобіль – дорога – середовище руху” полягає в одержанні даних, що адекватно відображають процес сприйняття водієм зорової інформації в різних умовах [2].

Мета роботи полягає в вдосконаленні проведення автотехнічних експертиз ДТП, підвищенні їх точності за рахунок автоматизації визначення дальності видимості дорожніх об'єктів в темну пору доби. Для цього слід розробити автоматизовану комплексну програму для визначення дальності видимості об'єктів на дорозі при розслідуванні механізму ДТП в цей період.

## **Результати досліджень**

За існуючими методиками [1, 4–7] дорожній експеримент з визначення дальності видимості проводиться безпосередньо на місці пригоди або за аналогічних умов визначених експертом (з метою врахування взаємозв'язку зовнішніх факторів впливу), який є надзвичайно трудомістким і потребує залучення висококваліфікованих фахівців та значних матеріальних ресурсів [3].

Процес визначення дальності видимості об'єкту при проведенні автотехнічних експертиз ДТП, які сталися в темну пору доби можна розглядати як задачі ідентифікації в умовах невизначеності та неточності вихідних даних, що мають наступні властивості:

- 1) для прийняття рішення необхідно встановити залежність між вхідними та вихідними змінними;
- 2) вихідна змінна асоціюється з об'єктом ідентифікації;
- 3) вхідні змінні асоціюються з факторами впливу на об'єкт ідентифікації;
- 4) вихідна і вхідні змінні можуть мати кількісні і якісні оцінки;

5) структура взаємозв'язку між вихідною і вхідними змінними описується правилами ЯКЦО «вхідні змінні», ТО «вихід», які використовують якісні оцінки змінних і являють собою нечіткі бази знань [3-6].

Принципи побудови комплексної програми для ідентифікації дальності видимості:

1. Принцип лінгвістичності вхідних і вихідних змінних - рішення (вихідна змінна) та фактори впливу на нього (вхідні змінні) варто розглядати як лінгвістичні змінні з якісними термами («*терм*» – від англ. «*term*» – називати).

Лінгвістична змінна [3] – це змінна, значенням якої є слова або речення природної мови, тобто якісні терми. Приклади лінгвістичних змінних та їх термів (вони наводяться праворуч в дужках):

ДАЛЬНІСТЬ ВИДИМОСТІ {дуже низька, низька, нижче середньої, середня, вище середньої, висока, дуже висока};

ВИД ДОРОЖНЬОГО ПОКРИТТЯ {асфальт, асфальтобетон, бруківка, щебінь, пісок, ґрунтова дорога};

СТАН ДОРОЖНЬОГО ПОКРИТТЯ {сухий, вологий, покритий гряззю, покритий снігом}.

Отже, при використанні поняття функції належності, кожний з лінгвістичних термів можна формалізувати у вигляді нечіткої множини, яка задана на відповідній універсальній множині

2. Принцип формування структури залежності «вхід-вихід» у вигляді нечіткої бази знань. Нечітка база знань (табл. 2) – це сукупність правил ЯКЦО «входи», ТО «вихід», які відтворюють досвід експерту і його розуміння причинно-наслідкових зв'язків в задачі прийняття рішення, яка розглядається. Приклад експертного правила «ЯКЦО–ТО» при визначенні дальності видимості..

**ЯКЦО** прозорість атмосфери = висока **I** стан і тип дорожнього покриття = сухий асфальт **I** колір об'єкту розрізнення = світлий **I** освітленість дороги автомобільними фарами = висока **I** режим роботи фар = дальнє світло **I** засліплення водія фарами зустрічних автомобілів = відсутнє, **ТО** дальність видимості об'єкту = дуже висока.

Особливість таких правил в тому, що їх адекватність не змінюється при незначних коливаннях умов експерименту. Формування нечіткої бази знань є аналогом етапу структурної ідентифікації – будується груба модель об'єкту з параметрами, які потребують налаштування.

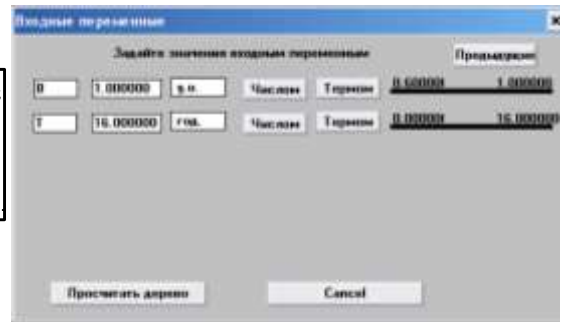
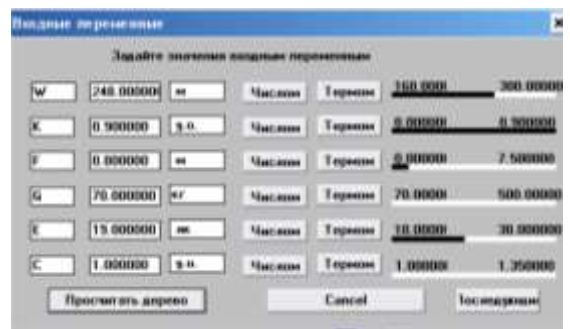
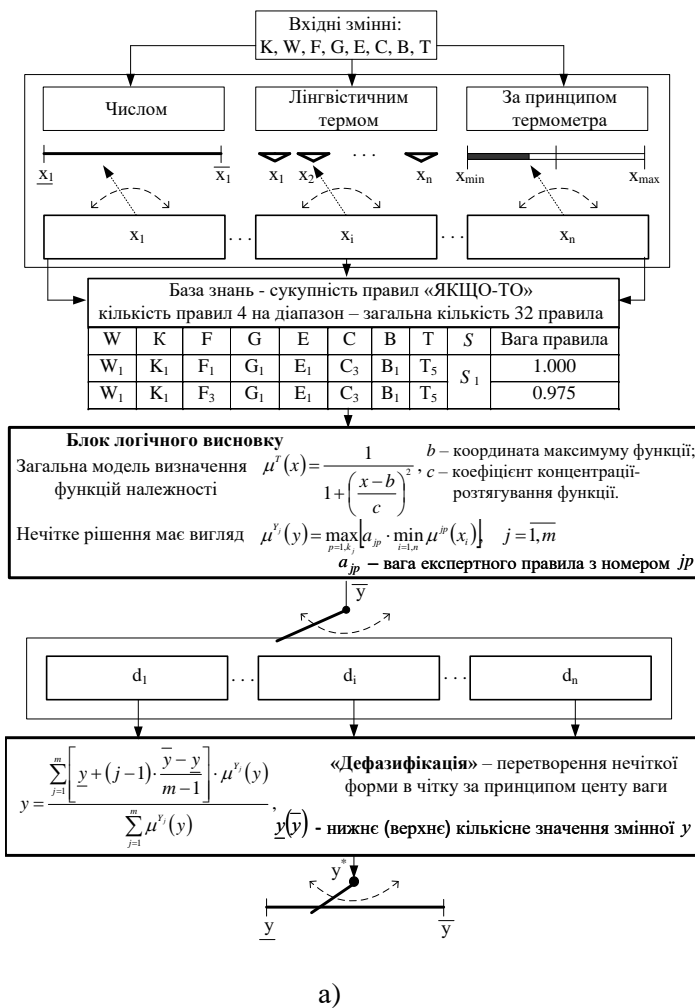
3. Принцип ієрархічності баз знань. За мови великого числа факторів впливу побудова системи висловлювань про причинно-наслідкові зв'язки «фактори впливу (причини) - наслідок» стає занадто важкою. Це пояснюється тим, що в оперативній пам'яті людини одночасно може утримуватись не більше  $7 \pm 2$  понять ознак [3, 5]. Тобто у зв'язку з цим доцільно провести класифікацію вхідних параметрів і згідно неї побудувати дерево висновку, яке визначає систему вкладених один в одного висловлювань-знань меншої розмірності.

За допомогою принципу ієрархічності можна врахувати практично необмежену кількість факторів, що впливають на рішення, які необхідно прийняти. Також залишається в силі правило, що при побудові дерева висновку необхідно намагатися зробити так, щоб число аргументів (вхідних стрілок) в кожній постановці (вузлі дерева висновку) задовольняло правилу  $7 \pm 2$  [3, 5, 6].

4. Принцип термометра в оцінці якісних змінних – експертна оцінка того чи іншого показника здійснюється шляхом закреслення частини шкали (рис. 1), ліва та права границі якої відповідають найменшому та найбільшому рівням показника. Принцип термометра зручно застосовувати в тих випадках, коли експерт не в змозі оцінити деяку змінну ні числом, ні якісним термом, а лише інтуїтивно відчуває її рівень. Зручність такого підходу полягає в тому, що він дозволяє розглядати різні за своєю природою лінгвістичні змінні на єдиній універсальній множині

5. Принцип двоетапного налаштування нечітких баз знань. Ці два етапи відповідають відомим в класичній теорії етапам – структурна та параметрична ідентифікація. Перший етап полягає в розробці лише грубої моделі об'єкту на підставі доступної експертної інформації, яка задається у вигляді нечітких правил «ЯКЦО–ТОДІ». В свою чергу, на другому етапі відбувається оптимізація нечіткої моделі за допомогою навчаючої вибірки, тобто експериментальних даних «входи-вихід». Керованими змінними, що підлягають налаштуванню, являються: а) форма функцій належності; б) коефіцієнти вагомості нечітких правил.

Для вирішення вищезгаданих проблем на основі методу ідентифікації нелінійних об'єктів нечіткими базами знань [3, 4] була розроблена комплексна експертна програма для визначення дальності видимості дорожніх об'єктів в світлі автомобільних фар (рис. 1).



б)



в)

Рисунок 1. Блок схема апроксимації визначення дальності видимості (а) та її реалізація у вигляді комплексної програми (б, в): б – форма для введення вихідних даних; в – форма перетворення нечіткої інформації в чітку за принципом «центру ваги» – дефазифікація (в даному випадку дальність видимості складає 155 м)

На основі вищевикладеного розроблена та налаштована експертна програма для визначення дальності видимості дорожніх об'єктів в умовах неточності та невизначеності вихідних даних, діалогові вікна якої наведені на рисунку 1. Вихідні дані можуть задаватися числом, термом або за принципом “термометра” (рис. 1), коли експерт не в змозі оцінити змінну ні числом, ні якісним термом, а лише інтуїтивно відчуває її рівень (рис 1б). Для можливості внесення даних в форми експертної програми рекомендується удосконалити існуючі протоколи огляду місця ДТП, а саме додати в них строки з факторами впливу на дальність видимості та можливим діапазоном їх зміни, при відсутності кількісних значень фактора є можливість якісно описати його словами, реченнями і т.д.

### Висновки

Для зменшення невизначеності вихідних даних при автотехнічній експертизі ДТП запропонована експертна програма дозволяє удосконалити проведення автотехнічних експерти, за рахунок автоматизації визначення дальності видимості з можливістю використання нечіткої експертної інформації, що зменшує час, який витрачається експертом-автотехніком для поглибленого аналізу пригоди, допиту учасників пригоди та очевидців, а також для проведення натурного слідчого експерименту з залученням фахівців у сфері автотехнічної експертизи для одноособових чи комплексних експертиз на 80 %. Похибка комплексної програми в 10,2 % є задовільною для практичних розрахунків та визначення такого параметра як дальність видимості.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кужель В.П. Принципи побудови експертної програми визначення дальності видимості дорожніх об'єктів при проведенні експертизи ДТП в темну пору доби / В.П. Кужель // Вісник Машинобудування та транспорту. №1, 2015. - С. 46 – 53.
2. Павленко В.М. Визначення можливості використання експертних систем при обслуговуванні автомобілів / В.М. Павленко, В.П. Кужель, Горшкова М.В., Погодін Я.К., Ханевський П.В // Матеріали X міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 23–25 жовтня, 2017 р.: Збірник наукових праць / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – С. 187 – 189.
3. Кужель В. П. Методика зменшення невизначеності в задачах авто технічної експертизи ДТП при ідентифікації дальності видимості дорожніх об'єктів в темну пору доби : монографія / В. П. Кужель, А. А. Кашканов, В. А. Кашканов. ВНТУ, 2010. – 200 с.
4. Кужель В. П. Оцінка дальності видимості дорожніх об'єктів у темну пору доби при експертизі ДТП за допомогою нечіткої логіки / В. П. Кужель // Вестник Харьковського національного автомобільно-дорожного університета. – 2008. – №41. – С. 91 – 95.
5. Кужель В. П. Теоретичні основи оптимізації функціонування автомобільних систем адаптивного освітлення / В. П. Кужель, А. А. Кашканов, В. А. Кашканов, Ю. Ю. Кукурудзяк // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Міжвузівський збірник. Випуск №1(3) 2015. – Луцьк. – 2015. – С. 103 – 110.
6. Кужель В. П. Розробка комплексної програми для вдосконалення проведення автотехнічних експертиз ДТП, які сталися в темну пору доби / В. П. Кужель, В. А. Кашканов // НАУКОВІ НОТАТКИ. Міжвузівський збірник. Випуск 28 (Травень 2010). –Луцьк. – 2010. – С. 284 – 289.
7. Кужель В. П. Зменшення невизначеності вихідних даних при автотехнічній експертизі ДТП в темну пору доби / В. П. Кужель. – Вісник національного технічного університету «ХП». Серія «Автомобіле- та тракторобудування». № 10 (1119), Харків, НТУ «ХП», 2015. – С. 107 – 114.

**Кужель Володимир Петрович**, канд. техн. наук, доцент кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: kuzhel2017@gmail.com

**Kuzhel Volodimir P.**, Ph.D., associate professor of automobiles and transportation management department, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsa, e-mail: kuzhel2017@gmail.com