

МОДЕЛЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ РУХУ УЧАСНИКІВ ДТП

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовано математичні методи, які використовуються при автотехнічній експертизі дорожньо-транспортних пригод (ДТП). Запропоновані шляхи подолання труднощів, що виникають при моделюванні параметрів руху учасників ДТП традиційними методами.

Ключові слова: автомобілі, математичні методи, моделювання, автотехнічна експертиза, дорожньо-транспортні пригоди.

Abstract

Analyzed the mathematical methods used in the examination autotechnical traffic accidents. The ways of overcoming difficulties that arise when modeling parameters traffic accident participants traditional methods.

Keywords: cars, mathematical methods, modeling, expertise autotechnical, traffic accidents.

Вступ

Методики аналізу і реконструкції обставин ДТП, які використовуються в світовій практиці, засновані на математичних моделях, що описують два основних процеси, які відбуваються в ДТП з автомобілями, – процес руху і процес удару. Обидва процеси описують моделями, побудованими на науковій основі, з використанням відомих законів механіки та базованих на тих чи інших експериментальних даних [1-5].

ДТП можна охарактеризувати як «розлагодження» взаємодії системи водій – автомобіль – дорога. Як правило, пригоди розвиваються за декілька секунд, а інколи за долі секунди. Як відомо, кожна ДТП має свої певні особливості, при чому в більшості пригод одночасно діють декілька видів причинно-наслідкових зв'язків. Це ускладнює експертизу ДТП і зумовлює те, що об'єктивність розслідування залежить від правильності вибору початкових даних та методики інженерного розрахунку.

Метою роботи є виявлення перспективних шляхів розв'язання проблем, пов'язаних з отриманням об'єктивної доказової інформації при розслідуванні дорожньо-транспортних пригод.

Результати дослідження

Із множини питань, розв'язання яких дозволяє успішно завершити розслідування ДТП, можна виділити три основних, обов'язкових для кожного конкретного випадку:

1. Як у відповідності з Правилами дорожнього руху України повинні були діяти учасники ДТП в досліджуваних обставинах?

2. Чи мали водії транспортних засобів в даних обставинах ДТП можливість уникнути чи попередити наїзд, зіткнення?

3. Чи відповідали дії учасників ДТП (водіїв, пішоходів) в досліджуваних обставинах вимогам Правил дорожнього руху України?

Експертному рішенню цих питань повинно передувати створення математичної моделі ДТП. Така модель дає експерту можливість проаналізувати усі задані варіанти механізму ДТП, окремі його позиції і сформулювати обґрунтовані висновки з поставлених питань.

Математична модель ДТП – це система рівнянь, які описують за поданою інформацією характер руху транспортних засобів (ТЗ) та інших учасників дорожнього руху, їх просторове положення на дорозі в місці пригоди відносно місця наїзду, зіткнення в задані чи інші моменти часу, а також раптову зупинку транспортного засобу з моменту виникнення небезпечної ситуації.

В якості класичного прикладу можна навести математичну модель наїзду транспортного засобу на пішохода, що перетинає проїзну частину справа наліво чи зліва направо по ходу руху ТЗ. В загальному випадку вона буде мати такий вигляд:

$$S_n = \frac{V_n}{3,6} \cdot t; \quad S'_n = \frac{V_n}{3,6} \cdot T_a;$$

$$t_n = \frac{S_n}{V_n} \cdot 3,6; \quad t'_T = \frac{V_a}{3,6 \cdot j} - \sqrt{\frac{2 \cdot S'_T}{j}};$$

$$S_a = (t_n - t'_T) \cdot \frac{V_a}{3,6} + S'_T, \text{ якщо } t_n > t'_T;$$

$$T_a = \frac{S_a - S'_T}{V_a} \cdot 3,6 + t'_T;$$

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

Судячи зі спеціальних публікацій з теорії та розрахунку автомобіля [6-8], які є теоретичною основою для проведення автотехнічної експертизи, та з експертизи ДТП [1-5], найбільше розповсюдження отримали: імовірно-статистичний підхід, регресійний аналіз, метод фазового інтервалу, логічний висновок, теорія нечітких множин та енергетичні методи реконструкції ДТП. Обмеження використання вищезгаданих методів зведені в табл. 1 (А – ймовірно-статистичний метод; Б – регресійний аналіз; В – метод фазового інтервалу; Г – логічне програмування; Д – теорія нечітких множин; Е – Енергетичні методи реконструкції ДТП; + (-) – наявність (відсутність) труднощів).

З табл. 1 видно, що розглянуті методи, на відміну від теорії нечітких множин, не пристосовані до роботи з якісними (нечисловими) та нечіткими знаннями, тобто знаннями, які задаються на природній мові. Проте, саме такі евристичні або інтуїтивні знання часто використовуються при розслідуванні ДТП. Іншими словами, при вирішенні задач автотехнічної експертизи ДТП прийняття рішень відбувається в умовах неповноти інформації, тобто в умовах невизначеності, тому для підвищення ефективності розслідування та проведення автотехнічних експертиз ДТП за декількома критеріями будемо використовувати теорію нечітких множин [9].

Таблиця 1 – Труднощі застосування математичних методів в практиці розслідування ДТП

Труднощі	Методи					
	А	Б	В	Г	Д	Е
– збору та обробки статистичної інформації	+	+	–	–	–	+
– поповнення бази знань	+	+	–	–	–	+
– забезпечення стійкості моделі до факторів впливу	+	+	–	–	–	+
– врахування якісних параметрів	+	+	+	+	–	+
– роботи з нечіткими знаннями	+	+	+	+	–	+

Постановка задачі підвищення ефективності автотехнічної експертизи виглядає таким чином. Нехай задана множина можливих варіантів проведення конкретної автотехнічної експертизи X : $X = \{x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n\}$.

Кожний варіант характеризується множиною параметрів оцінювання якості Y : $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_j, \dots, y_m\}$.

Між кожним членом множини X і кожним членом множини Y має місце нечітке відношення, позначене через μ_{ij} або μ_{ij} . Іншими словами, μ_{ij} відображає рівень відповідності i -го варіанта експертизи вимогам за j -м параметром ($\mu_{ij} \in [0,1]; i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, m$). Якщо узяти разом всі нечіткі відношення x_i та y_j , то отримаємо матрицю нечітких відношень R розміром nm :

$$R = \{\mu_{ij} | i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, m\}.$$

Необхідно обрати кращий варіант x^* із множини X .

Задачу підвищення ефективності автотехнічної експертизи можна записати так:

$$x^* = opt(X, Y, R, M),$$

де M – використовувана модель рішення задачі, обрана особою, що приймає рішення. В залежності від використовуваної моделі результати рішення поставленої задачі можуть бути різними при одних і тих же вихідних даних.

Якість процесу розробки рішень залежить від повноти врахування всіх факторів, що впливають на наслідки прийнятих рішень. Невизначеність можна усунути повністю чи частково двома шляхами: поглибленим вивченням наявної інформації або набуттям інформації, якої не вистачає.

Висновки

При відсутності можливості використання традиційних математичних методів, які базуються на виявленні точних кількісних взаємозв'язків, вихід із важкої ситуації вбачається в застосуванні логічних методів. З іншого боку слід додати, що більшість оцінюваних (вимірюваних) параметрів носять неперервний характер. Об'єкти, що характеризуються такими параметрами, природно вивчати засобами неперервних (неперервнозначних) логік. В цьому випадку об'єкт вивчення і формальний апарат найбільш адекватні один одному. Таким чином, для моделювання і діагностики робочих процесів автомобілів в умовах невизначеності доцільно застосовувати наближені методи моделювання, які засновані на нечітких (неперервних) логіках.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Туренко А. М. Автотехнічна експертиза. Дослідження обставин ДТП : підручник для вищих навчальних закладів / А. М. Туренко, В. І. Клименко, О. В. Сараєв, С. В. Данець. – Харків : ХНАДУ, 2013. – 320 с.
2. Экспертиза ДТП: методы и технологии / С. А. Евтюков, Я. В. Васильев. – С.-Петербург: СПбГАСУ, 2012. – 310 с.
3. Кашканов А. А. Оцінка експлуатаційних гальмових властивостей автомобілів в умовах неточності вихідних даних : монографія / А. А. Кашканов, В. М. Ребедаєло, В. А. Кашканов. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 148 с.
4. 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..
5. Волков В. П. Совершенствование методов автотехнической экспертизы при дорожно-транспортных происшествиях: монография / В. П. Волков, В. Н. Торлин, В. М. Мищенко, А. А. Кашканов, В. А. Кашканов, В. П. Кужель, В. А. Ксенофонтова, А. А. Ветрогон, Н. В. Скляров. – Харьков: ХНАДУ, 2010. – 476 с.
6. Литвинов А. С. Автомобиль. Теория эксплуатационных свойств / А. С. Литвинов, Я. Е. Фаробин. – М. : Машиностроение, 1989. – 237 с.
7. Волков В.П. Теорія руху автомобіля : підручник / В.П. Волков, Г.Б. Вільський. – Суми : Університетська книга, 2010. – 320 с.
8. Солтус А.П. Теорія експлуатаційних властивостей автомобіля: Навчальний посібник для ВНЗ / А.П. Солтус. – К.: Арістей, 2010. – 155 с.
9. Дубовой В. М. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів і систем керування : навчальний посібник / В. М. Дубовой. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 308 с.

Кашканов Андрей Альбертович, канд. техн. наук, доцент кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: a.kashkanov@gmail.com;

Kashkanov Andriy A, Ph.D., associate professor of automobiles and transportation management department, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, e-mail: a.kashkanov@gmail.com