

НЕВИЗНАЧЕНІСТЬ ВИХІДНИХ ДАНИХ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РУХУ УЧАСНИКІВ ДТП

¹Вінницький національний технічний університет

У статті проаналізовано стан і тенденції розвитку автотехнічної експертизи ДТП, розглянуто питання обчислення похибок та обробки результатів вимірювань при проведенні експертиз дорожньо-транспортних пригод на прикладі визначення параметрів повороту та величини зупинного шляху автомобіля.

ВСТУП

Автомобіль є засобом підвищеної небезпеки. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, щороку у світі в дорожньо-транспортних пригодах (ДТП) гинуть сотні тисяч і одержують поранення мільйони людей. Наноситься величезний матеріальний збиток економіці. Україна за рівнем смертності від ДТП займає п'яте місце в Європі, причому смертність в результаті ДТП є головною причиною загибелі дітей та молоді віком від 5 до 29 років.

ДТП можна охарактеризувати як «розлагодження» взаємодії системи водій-автомобіль-дорога-середовище. 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.

Як теоретичні, так і експериментальні дослідження в галузі експертного аналізу ДТП виконували А. М. Туренко, В. І. Клименко, О. В. Сараєв, С. В. Данець, В. М. Ребедайло, С. А. Евтюков, Н. Franck, D. Franck, D. Struble, Н. Steffan [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Зв'язок невизначеності вихідних матеріалів та об'єктивності результатів розслідування ДТП розглядався у роботах [4, 5, 7, 8, 9, 10].

Мета дослідження. Оцінка впливу невизначеності довідкових та розрахункових параметрів на результати експертизи дорожньо-транспортних пригод та формування шляхів підвищення ефективності та об'єктивності експертних досліджень.

ОСНОВНА ЧАСТИНА

Означення терміну «невизначеність», що використовується в багатьох галузях науки відповідно до діючої в даний час редакції «Міжнародного словника основних та загальних термінів в галузі метрології» [11], таке: «Параметр, що пов'язаний з результатом вимірювань і характеризує розсіювання значень, які з достатніми підставами можуть бути приписані вимірюваній величині». Цим параметром може бути, наприклад, стандартне відхилення чи кратне йому число, ширина довірчого інтервалу. В загальному, невизначеність вимірювань має багато складових. Деякі з цих складових можна оцінити на основі статистичного розподілу результатів низки спостережень та охарактеризувати своїми стандартними відхиленнями [12]. Інші складові, які також можуть бути виражені у вигляді стандартних відхилень, оцінюють на основі очікуваних розподілів ймовірностей, на підставі досвіду чи іншої інформації [13]. Ці два випадки кваліфікують як оцінювання типу А і типу В відповідно [12, 14].

Невизначеність вимірювання не означає сумніву в достовірності вимірювання, навпаки, знання невизначеності передбачає збільшення ступеня [14]. Об'єктивність висновків, отриманих в процесі проведення автотехнічної експертизи ДТП суттєво залежить від достовірності результату вимірювань та прийняття значень вхідних величин, вибору методики проведення досліджень [1–10].

Математичне моделювання руху учасників ДТП є однією з розповсюджених прикладних задач. На даний час існує велика кількість математичних моделей різного ступеня складності і точності [1, 3, 4, 6], але в реальних умовах проведення експертиз ці математичні моделі не завжди мають широке застосування в силу специфіки використання вихідних даних. Наприклад, при розробці звичайної математичної моделі руху автомобіля, врахування більшої кількості факторів, що діють на автомобіль, підвищує точність математичної моделі. Але при моделюванні руху автомобіля, точні параметри якого невідомі, по поверхні дороги, властивості якої змінюються в певних межах, ситуація може бути протилежною [2, 7, 8, 10].

На обмеженість традиційного детерміністського підходу при розрахунках вказував, наприклад, визнаний авторитет в області автотехнічної експертизи В. А. Ілларіонов [15]. У підручнику, виданому ще в 1989 р., він писав, що, враховуючи неминуче розсіяння довідкових параметрів і коефіцієнтів відносно їх табличних значень, для розрахунків параметрів гальмівної ефективності автомобіля необхідно застосовувати статистичні методи. Проте, говорив він, «впровадженню статистичних методів перешкоджають їх складність і відсутність експериментальних даних про розсіяння і закони розподілу вірогідності довідкових значень, однак, з урахуванням загальних тенденцій розвитку науки впровадження статистичних методів в майбутньому представляється неминучим».

На сьогодні сталися не дуже значні позитивні зрушення в практичній реалізації поставлених завдань, хоча у технічній літературі практично не зустрічається описи результатів детальних досліджень, пов'язаних з проблемами невизначеності розрахункових і експериментальних даних. У таблицях як і раніше наводяться дискретні, фіксовані значення параметрів і коефіцієнтів, створюючи ілюзію їх достовірності все більшою і більшою їх диференціацією. Звичайно, вказані В. А. Ілларіоновим перешкоди до впровадження статистичних методів мають місце, але складність методів не найголовніша причина цього. Набагато важливіше те, що, мабуть, через недостатню спеціальну технічну підготовку або через недооцінку можливостей статистичних та сучасних математичних методів в юридичній практиці слідчими працівниками, суддівським корпусом, адвокатами і експертами, ці методи залишаються все ще не затребуваними. Тільки їх затребуваність забезпечить проведення відповідних досліджень.

Таким чином, при проведенні експертного дослідження та використанні вихідних даних необхідно вказати джерело інформації, середнє значення параметра та щільність розподілення ймовірності відхилень значення цього параметра від середнього значення. При цьому відповідь на поставлене перед експертами питання повинна надаватись з обов'язковим вказанням ймовірності такої події. З іншого боку осіб, що поставили перед експертами запитання, у більшості випадків ймовірнісні відповіді не задовольняють, оскільки не можуть бути однозначним доказом тієї чи іншої події. Тому, наприклад, при визначенні зупинного шляху транспортного засобу необхідно розрахувати два параметри: мінімально-можливий зупинний шлях та максимально можливий зупинний шлях транспортного засобу. Після чого, з'являється можливість дати три варіанти відповіді: 1) якщо відстань на якій водій міг виявити небезпеку для руху менша мінімально можливого зупинного шляху, то робиться висновок про відсутність технічної можливості запобігти ДТП; 2) якщо відстань на якій водій міг виявити небезпеку для руху більша максимально можливого зупинного шляху, то робиться висновок про наявність технічної можливості запобігти ДТП; 3) у випадку якщо відстань на якій водій міг виявити небезпеку для руху знаходиться в межах між величиною мінімально можливого зупинного шляху та величиною максимально можливого зупинного шляху, то робиться висновок про неможливість однозначно відповісти на поставлене питання. Отже, розробка методик розрахунку, що дозволяють зменшити величину невизначеності параметрів руху учасників ДТП є актуальною науковою задачею.

В експертній практиці для визначення параметрів повороту та величини зупинного шляху прийнято використовувати рівняння [1, 3, 4, 6, 7, 9, 15]:

$$X = V_a \sqrt{\frac{6 \cdot Y}{g \cdot \varphi}}, \quad (1)$$

$$S_0 = (t_1 + t_2 + 0,5t_3) \cdot V_a + \frac{V_a^2}{2g \cdot \varphi}, \quad (2)$$

де V_a – швидкість руху автомобіля; Y – переміщення автомобіля в напрямку перпендикулярному напрямку руху; X – переміщення автомобіля в напрямку початкового руху; φ – коефіцієнт зчеплення коліс з дорогою; g – прискорення вільного падіння; S_0 – зупинний шлях автомобіля; t_1 – час реакції водія на дорожню ситуацію; t_2 – час спрацьовування гальмівної системи транспортного засобу; t_3 – час наростання сповільнення транспортного засобу.

Розглянемо вплив невизначеності значень двох основних параметрів, використовуваних при обчисленнях гальмівної ефективності автомобіля: часу реакції водія і коефіцієнта зчеплення шин автомобіля з дорогою.

Час реакції людини з різних позицій вивчається психологами, фізіологами, інженерами. Розрізняють просту і складну реакції [1–9, 15]. Проста реакція є відгуком випробовуваного на

одиничний сигнал (світловий, звуковий та ін.) і характеризує головним чином швидкість передачі сигналів в його нервовій системі. Контроль простої реакції часто використовується при оцінці професійної придатності людини – водія автомобіля, машиніста електропоїзда. Складна реакція включає вибір людиною реакції у відповідь на поєднання подразників і умов їх виникнення. Саме час такої реакції представляє інтерес у випадках розслідування ДТП. Чи може бути час реакції конкретного водія постійним? Звичайно, не може!

Час реакції, тобто інтервал часу від моменту появи подразника у полі зору водія до початку дії на органи управління автомобілем (педаль гальма, зчеплення, кермо) залежить від багатьох чинників, у тому числі: віку водія; його досвіду і професійної підготовки; умов руху (вночі, вдень, по слизькій дорозі та ін.); швидкості руху; інтенсивності інформаційного навантаження; тривалість робочого часу; індивідуальних особливостей водія та ін.

Розрізняють латентний і моторний періоди часу реакції [1, 4–6]. Латентний (прихований) період – цей час, необхідний водієві для усвідомлення ситуації і вироблення рішення для початку моторної (рухової) реакції. Відповідно моторний період – це інтервал часу від початку рухової реакції до початку дії на орган управління автомобілем. Зазвичай моторний період на порядок менший латентного, і лише при дуже малому часі реакції він може бути порівняний з латентним. Так для автомобіля середнього класу моторний період рівний (0,16 + 0,08) с.

Аналіз робіт з вивчення часу реакції багатьох людей показує, що він варіює в широких межах, проте при виборі значень часу реакції для розрахунків, пов'язаних з гальмуванням автомобіля, слідчий, суддя, експерт користуються довідковими даними, які даються у вигляді фіксованого значення, що відповідає певній транспортній ситуації [1-9]. Таблиці охоплюють діапазон значень часу реакції від 0,3 до 1,4 с. Так для випадку, коли дорожньо-транспортна ситуація, що передувала ДТП, могла свідчити про велику вірогідність її виникнення, в таблиці вказаний час реакції 0,8 с, а для ситуації, коли на проїжджій частині несподівано з'являється пішоход – 1,2 с. Але 0,8 с і 1,2 с – це тільки середні значення, і вони не несуть інформацію про можливе розсіяння (невизначеності) часу реакції окремого водія і усієї сукупності водіїв. Для експерта, адвоката (як, втім, і для суду) важливо оцінити, якою за великою може бути ця невизначеність і як вона позначиться на достовірності експертного висновку. Насправді, уявимо собі, що для відповідної дорожньої ситуації час реакції водія, що потрапив в ДТП, був би вказаний в таблиці не точно 1,2 с, а $(1,2 \pm 0,4)$ с. Тоді при швидкості 90 км/год (25 м/с), орієнтуючись на табличні значення, відстань, пройдену автомобілем за цей час, в першому випадку ми б оцінили в 30 м, тоді як в другому – вона могла б складати (30 ± 10) м, тобто бути від 20 до 40 м.

В даному прикладі ми прийняли розсіяння часу реакції в $\pm 0,4$ с (33,3%). Чи може бути таке розсіяння насправді? Щоб відповісти на це питання, приведемо результати деяких експериментальних досліджень часу реакції.

Дослідження, виконані спортивними психологами, показали, що час простої реакції у спортсменів, що займаються одним і тим же видом спорту, істотно відрізняється [7]. Дані про час реакції у 178 чоловіків у віці від 17 до 35 років на світловий сигнал показали, що середнє значення часу реакції в групі дорівнює 0,289 секунд. Мінімальне і максимальне значення рівні, відповідно 0,190 і 0,476 с. Найбільше відхилення від середнього значення складало 65%. Результати багатократних вимірювань часу реакції в тих же умовах, у двох спортсменів – майстрів спорту (тобто професіоналів) – показали, що середні значення часу реакції у них близькі – 0,208 і 0,193 с. Відхилення ж результатів окремих вимірювань від середнього значення у одного випробовуваного доходило до 35%, тоді як у іншого – не перевищувало 20%. При дослідженні впливу різних чинників на реакцію водіїв в умовах реального транспортного потоку з різною інтенсивністю руху було встановлено, що час реакції водія залежить від можливості прогнозування ним появи сигналу небезпеки і змінюється в межах від 0,4 до 2,3 с на двосмугових дорогах, і від 0,5 до 2,6 с на багатосмугових дорогах. Істотний вплив на можливість виявлення сигналу небезпеки чинить положення сигналу у полі зору водія, оскільки багато об'єктів водій фіксує периферійним зором. При цьому можливість виявлення і впізнання об'єкта залежить від світлових і колірних характеристик об'єкта і фону. Так, яскраве світло стоп-ліхтаря може бути сприйнятим при відхиленні по горизонталі до 50° від центра поля зору. Малокоонтрастний же об'єкт, навіть при відхиленні від центра поля зору всього на 30° може бути не виявлений. З'ясувалася істотна різниця в часі реакції на очікувані і несподівані сигнали: збільшується не лише середнє значення часу реакції, але і його розсіяння.

Вивчався вплив напруженості роботи водіїв на якийсь час при русі автомобіля в колоні автомашин. При русі в колоні водій увесь час знаходиться в напрузі і намагається прогнозувати, вгадати поведінку лідера, особливо при малій відстані між машинами або в дуже щільних

транспортних потоках. При збільшенні дистанції між автомобілями напруга роботи водія слабшає, і це відбивається на часі реакції. При збільшенні відстані між автомобілями час реакції і його розсіяння збільшується. Так у водія автомобіля, що йде за лідером на відстані близько 15 м, час реакції з вірогідністю 0,95 складає $(0,6 + 0,2)$ с, а при відстані близько 70 м середнє значення часу і його розсіяння збільшувалося удвічі, тобто до $(1,2 + 0,4)$ с.

Істотний вплив на швидкість реакції чинить стомлення людини, що наростає протягом робочого дня. Відомо, що стомлення знижує працездатність. Розрізняють фізіологічне і психологічне стомлення. Перше обумовлене дією на нервову систему людини продуктів розкладання речовин в організмі, друге – перевантаженістю нервової системи. В результаті їх спільної дії час реакції змінюється. У початковий період роботи він зменшується, потім, у міру наростання стомлення, спочатку стабілізується, а потім починає зростати. Зростає і розсіяння значень часу реакції. При появі стомлення час реакції водія збільшувався також зі збільшенням інтенсивності руху. Лише за рахунок стомлення водія розсіяння часу його реакції може досягати 25–30 %.

Таким чином, результати вимірювань показують велику мінливість індивідуального і групового часу реакції різних людей навіть в одних і тих же умовах. Тому завжди залишається сумнів в достовірності набутого експертом табличного значення часу реакції, оскільки існує безліч причин, за яких дійсний час реакції може розходитися з табличним.

Похибку отриманих результатів (коефіцієнт величини розкиду значень розрахованого параметра руху АТЗ), пов'язану з неможливістю у кожному конкретному випадку визначити величину коефіцієнта зчеплення колеса з дорогою, можна визначити, виходячи з рівняння

$$\delta R = \frac{R_{\max}(\varphi)}{R_{\min}(\varphi)}, \quad (3)$$

де $R_{\max}(\varphi)$, $R_{\min}(\varphi)$ – відповідно максимальне та мінімальне значення розрахункового параметра руху в прийнятому діапазоні значень φ .

На даний час для розрахунку параметрів руху автотранспортних засобів застосовуються дані прийняті в 70–80 роках минулого століття [7, 15, 16] значення яких наведені в табл. 1. Крім того, в цій таблиці представлені дані, отримані вітчизняними та закордонними спеціалістами за останні 15 років [1–6, 9, 17]. Значення коефіцієнта зчеплення подані для швидкості 40 км/год. При збільшенні швидкості руху АТЗ та зношених шинах, а також на брудних покриттях, коефіцієнт зчеплення різко знижується.

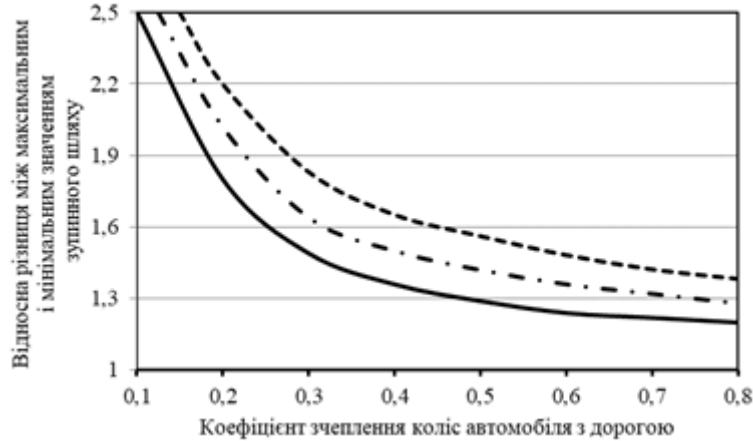
Таблиця 1 – Результати вимірювання величин коефіцієнтів зчеплення коліс автомобіля з дорогою для різних умов експлуатації

Тип шин \ Вид покриття		Сухий асфальт	Мокрий асфальт	Сніг	Лід
Літні	з АБС	0,78–1,07	0,56–0,85	0,26–0,37	0,07–0,1
	без АБС	0,65–0,88	0,51–0,75	0,22–0,34	0,06–0,08
Всесезонні	з АБС	0,68–0,89	0,52–0,77	0,33–0,45	0,09–0,14
	без АБС	0,65–0,80	0,46–0,71	0,29–0,41	0,08–0,12
Позашляхові	з АБС	0,72–0,86	0,57–0,82	0,20–0,45	0,09–0,20
	без АБС	0,53–0,78	0,53–0,72	0,18–0,42	0,07–0,15
Зимні без шипів	з АБС	0,67–0,95	0,51–0,90	0,33–0,50	0,12–0,21
	без АБС	0,60–0,86	0,48–0,65	0,33–0,46	0,09–0,19
Зимні з шипами	з АБС	0,52–0,74	0,60–0,97	0,36–0,54	0,10–0,28
	без АБС	0,56–0,83	0,45–0,57	0,22–0,50	0,10–0,26
Усі типи шин	з АБС	0,52–1,07	0,51–0,97	0,20–0,57	0,07–0,28
	без АБС	0,53–0,88	0,45–0,75	0,18–0,50	0,06–0,26
Рекомендовані значення для розрахунку параметрів гальмування АТЗ		0,70–0,80	0,40–0,60	0,20–0,40	0,05–0,10
Ймовірність потрапляння значення коефіцієнта зчеплення коліс з дорогою в рекомендований інтервал		43%	79%	86%	58%

Наведені у табл. 1 дані показують на скільки змінились параметри автомобільних шин за останні десятиліття. Зокрема дещо змістились або розширились діапазони можливих значень

коефіцієнта зчеплення, та ймовірність потрапляння його значення в рекомендований раніше інтервал складає 43–86%.

Розрахункові дані з визначення параметрів залежності точності визначення зупинного шляху від швидкості руху та коефіцієнта зчеплення коліс автомобіля з дорогою подані на рисунку 1, а точності розрахунків відхилення транспортного засобу від початкового напрямку руху на рисунку 2. Отримані дані свідчать, що при визначенні зупинного шляху існуючими методами різниця між максимальним та мінімальним значеннями не може бути меншою 20 %, а максимальна різниця – при моделюванні зупинного шляху при гальмуванні на льоду – 250 %. Приймаючи цю залежність як еталонну можна виявити потенційні можливості підвищення точності розрахунків при уточненні як самої класичної залежності, так і вихідних даних.



— — — — — для початкової швидкості руху 10 м/с (36 км/год); — · — · — для початкової швидкості руху 16,8 м/с (60 км/год); — — — — — для початкової швидкості руху 25 м/с (90 км/год)

Рисунок 1 – Зміна похибки розрахунку зупинного шляху транспортних засобів від коефіцієнта зчеплення коліс з дорогою

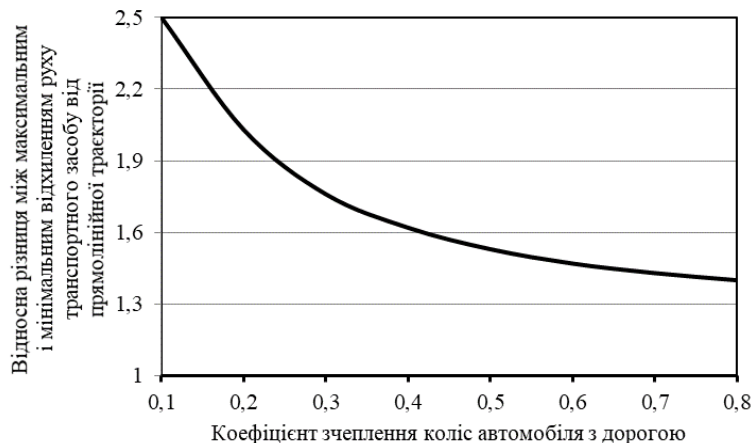


Рисунок 2 – Зміна похибки розрахунку відхилення транспортного засобу в напрямку перпендикулярному початковому напрямку руху від коефіцієнта зчеплення колеса з дорогою

В якості критерію оцінювання точності розрахунків можна використати такий параметр як коефіцієнт зменшення величини розкиду значень розрахункового параметра руху, яким може бути зупинний шлях автомобіля, початкова швидкість руху, відхилення від початкового напрямку руху тощо [18, 19]:

$$K_R = \frac{R_{\max}^1 \cdot R_{\min}^2}{R_{\min}^1 \cdot R_{\max}^2}, \quad (4)$$

де R_{\max}^1 , R_{\min}^2 – відповідно максимальне та мінімальне значення розрахункового параметра руху без врахування (1) та з врахуванням (2) додаткового фактора.

Так врахування наявності чи відсутності АБС на досліджуваному автомобілі дозволяє зменшити різницю у величині зупинного шляху на 5–10 %, а відхилення транспортного засобу в напрямку перпендикулярному початковому напрямку руху на 10–20 %. При врахуванні типу шин, встановлених на транспортному засобі, для випадку взаємодії із засніженою дорогою чи дорогою покритою ожеледицею дозволяє підвищити точність розрахунків на 30–40 % по величині зупинного шляху, та на 10–40 % по величині відхилення транспортного засобу в напрямку перпендикулярному початковому напрямку руху.

Слід відзначити відчутну залежність коефіцієнта зчеплення від швидкості автомобіля, температури та тиску в шині, бокового відведення колеса, товщини водяної плівки на поверхні дорожнього покриття, зношеності шин та багатьох інших факторів. Наприклад, в експерименті на асфальтобетонному покритті коефіцієнт зчеплення при швидкості автомобіля 10 км/год виявився рівним 0,65, а при швидкості 100 км/ч рівним 0,34 [7].

Таким чином, все сказане свідчить про ненадійність табличних довідкових даних і про необхідність серйозних досліджень характеристик параметрів і коефіцієнтів, використовуваних для розрахунків при автотехнічній експертизі ДТП. Якість процесу розробки рішень залежить від повноти врахування всіх факторів, що впливають на наслідки прийнятих рішень. При розв'язанні задач автотехнічної експертизи ДТП прийняття рішень відбувається в умовах неповноти інформації, тобто в умовах невизначеності. Невизначеність може мати стохастичну або нечітку природу. При прийнятті рішень стохастична невизначеність виникає якщо використано дані про які відомо не точні значення, а їх статистичні оцінки. Нечітка невизначеність властива практично будь-якій ситуації експертного оцінювання і може бути об'єктивною, властивою всім реальним величинам [20] чи суб'єктивною, властивою людській природі в цілому, і особливо можливостям людини оцінювати інформацію.

Невизначеність можна усунути повністю чи частково двома шляхами: поглибленим вивченням наявної інформації або набуттям інформації, якої не вистачає. Ступінь неповноти інформації про ситуацію прийняття рішень може характеризуватись різними показниками. Уявляється доцільним використання ентропійного показника невизначеності, який є достатньо загальним як для статистичних, так і для експертних оцінок [21]. Для здійснення розрахунків з використанням нечітких та стохастичних даних можна використати систему узагальнюючих функцій [20, 21], оскільки, аналізуючи спільні та відмінні риси стохастичної та нечіткої невизначеності, а також результати, отримані в процесі розробки методу узагальнюючих функцій невизначеності, можна дійти до висновку, що відповідні методи прийняття рішень мають переважно спільні риси, які дозволяють об'єднання в одному підході. Висновок зумовлений такими міркуваннями:

- нечіткі твердження експерта ґрунтуються на його досвіді, який є неформальним (інтуїтивним) усередненням попередніх подій і обставин, які зустрічались експерту;
- методи налаштування (навчання) нечітких систем підтримки прийняття рішень в основному аналогічні методам накопичення статистичних даних, а отже їх результати з часом наближаються;
- операції згортки ймовірностей стохастичних даних, як і максимінні композиції функцій належності, є узагальненням операцій над чіткими детермінованими даними, отже вони мають спільну межу при наближенні невизначеності до нуля.

Аксиоматична основа системи узагальнюючих функцій базується на множенні аксіом теорії ймовірностей, нечіткої логіки та обробки числових даних:

- аксіоми очікуваної корисності Неймана–Моргенштерна [20];
- аксіоми системи узагальнення стохастичної та нечіткої невизначеностей [20, 21];
- аксіоми функціонального аналізу [21].

В якості критерію оптимальності береться узагальнена ентропія, яка є мірою невизначеності втрат від прийнятого рішення

$$E_d(d) = \int_G \beta(g/d) \log \beta(g/d) dg, \quad (5)$$

де G – система узагальнюючих функцій переваг (втрат) при прийнятті рішення; d – рішення; g – функція невизначених параметрів задачі; β – узагальнююча функція.

На основі аналізу проблем удосконалення якості розслідування та проведення автотехнічних експертиз ДТП [1–10] можна зробити висновок, що в кінцевому підсумку якість їх розслідування та проведення відображає весь спектр взаємодії учасників цього процесу. Щоб наблизитись до розуміння якості як загальноприйнятої категорії, слід розглянути якість судової автотехнічної

експертизи в загальному плані. При оцінюванні якості товарів і послуг розглядають дві характеристики: 1 – якість виконання; 2 – якість відповідності.

Перша – це характеристика, яка відображає ступінь задоволення запитів, потреб учасників ДТП та окремих ланок системи «слідство–експертиза–суд». Друга – це характеристика, яка відображає ступінь відповідності прийнятим стандартам, внутрішнім специфікаціям та інше.

В аналізі якості слід виділити три основні компоненти: аналіз професійних якостей експерта, забезпеченості технічним обладнанням, умов організації праці та фінансування (якість структури); аналіз технологій (якість процесу), аналіз результатів (якість результатів). Безумовно, що цими трьома компонентами аналіз якості не обмежується, на практиці проводиться багато досліджень, в яких ці питання непрямо розглянуті або мають відбиття в іншому контексті.

ВИСНОВКИ

З метою підвищення обґрунтованості та об'єктивності результатів експертизи ДТП необхідно:

- забезпечити використання сучасних інструментальних засобів збору, обробки, зберігання та передачі даних з місця ДТП;
- для звуження діапазону можливих оцінок значення довідкових та розрахункових параметрів визначати з врахуванням як стохастичної, так і нечіткої невизначеностей.

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. Кашканов В.А. Интеллектуальная технология идентификации коэффициента сцепления при автотехнической экспертизе ДТП : монография / В.А. Кашканов, В.М. Ребедаило, А.А. Кашканов, В.П. Кужель. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 128 с.
3. Экспертиза ДТП: методы и технологии / С. А. Евтюков, Я. В. Васильев. – СПб. : СПбГАСУ, 2012. – 310 с.
4. Franck, H. Mathematical methods for accident reconstruction: a forensic engineering perspective / H. Franck, D. Franck. – Boca Raton : CRC Press, 2009. – 328 p.
5. Struble, D. Automotive accident reconstruction: practices and principles / Donald E. Struble. – Boca Raton : CRC Press, 2013. – 498 p.
6. Steffan H. Accident reconstruction methods / H. Steffan // Vehicle System Dynamics. – 2009. – V.47. – Is. 8: State of the art papers of the 21st IAVSD symposium. – P. 1049–1073.
7. Тартаковский Д. Ф. Проблемы неопределенности данных при экспертизе дорожно-транспортных происшествий / Д. Ф. Тартаковский. – СПб. : Юридический центр Пресс, 2006. – 268 с.
8. 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.
9. Кашканов А. А. Оцінка експлуатаційних гальмових властивостей автомобілів в умовах неточності вихідних даних : монографія / А. А. Кашканов, В. М. Ребедаило, В. А. Кашканов. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 148 с.
10. Кашканов А. А. Концептуальні засади підвищення ефективності автотехнічної експертизи ДТП / А. А. Кашканов // Вісник НТУ «ХП». Серія: Автомобіле- та тракторобудування. – 2015. – № 8 (1117). – С. 89–95.
11. International Vocabulary of Metrology – Basic and general concept and associated terms (VIM). Guide JCGM 200:2012. – [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.bipm.org/utis/common/documents/jcgm/JCGM_200_2012.pdf (дата звернення 11.09.2018). – Назва з екрана.
12. Васілевський О. М. Основи теорії невизначеності вимірювань : підручник / О. М. Васілевський, В. Ю. Кучерук, Є. Т. Володарський. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 230 с.
13. Клепик Н. К. Статистическая обработка эксперимента в задачах автомобильного транспорта : учебное пособие / Н. К. Клепик. – Волгоград : ВГТУ, 1995. – 96 с.
14. Руководство ЕВРАХИМ/СИТАК. Количественное описание неопределенности в аналитических измерениях. – 2-е издание. – СПб. : ВНИИМ им. Д. И. Менделеева, 2002. – 149 с.
15. Иларионов В. А. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий : учебник для вузов / В. А. Иларионов. – М. : Транспорт, 1989. – 255 с.
16. Работа автомобильной шины / В. И. Кнороз, Е. В. Кленников, И. П. Петров [и др.] ; под ред. В. И. Кнороза. – М.: Транспорт, 1976. – 238 с.

17. Bosch Automotive Handbook; [Translated from the German]. – 9th Edition / Konrad Reif, Karl-Heinz Dietsche & others. Karlsruhe : Robert Bosch GmbH, 2014. – 1544 p.
18. Вахидов У. Ш. Некоторые вопросы математического моделирования криволинейного движения транспортных средств / У. Ш. Вахидов, Ю. И. Молев, Д. Н. Прошин // Приоритеты развития отечественного автотракторостроения и подготовки инженерных и научных кадров : материалы 65-й Международной научно-технической конференции и Ассоциации автомобильных инженеров (ААИ) Международного научного симпозиума «Автотракторостроение – 2009». – Книга 4. – М. : МГТУ «МАМИ», 2009. – С. 39–45.
19. Никонов В. Н. Классификация математических моделей ДТП и их допустимость в судебном процессе / В. Н. Никонов // Законность. – М. – 2007. – № 5. – С. 30–34.
20. Дубовой В. М. Моделі прийняття рішень в управлінні розподіленими динамічними системами : монографія / В. М. Дубовой, О. О. Ковалюк. – Вінниця : Універсум-Вінниця, 2008. – 185 с.
21. Дубовой В. М. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів і систем керування : навчальний посібник / В. М. Дубовой. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 308 с.

REFERENCES

1. Turenko A. M., Klymenko V. I., Sarajev O. V. and Danec' S. V. (2013), Avtotehnicna ekspertyza. Doslidzhennja obstavyni DTP : pidruchnyk dlja vyshhyh navchal'nyh zakladiv, HNADU, Harkiv, 320 p.
2. Kashkanov V.A., Rebedajlo V.M., Kashkanov A.A. and Kuzhel' V.P. (2011), Intelektual'na tehnologija identyfikacii' koeficijenta zchepлення pry avtotehnicnij ekspertyzi DTP : monografija, VNTU, Vinnycja, 128 p.
3. Evtjukov S. A. and Vasil'ev Ya. V. (2012), Ekspertiza DTP: metody i tekhnologii, SPbGASU, S.-Peterburg, 310 p.
4. Franck, H. and Franck, D. (2009), Mathematical methods for accident reconstruction: a forensic engineering perspective, Boca Raton: CRC Press, 328 p.
5. Struble, D. (2013), Automotive accident reconstruction: practices and principles, Boca Raton: CRC Press, 498 p.
6. Steffan, H. (2009), «Accident reconstruction methods» Vehicle System Dynamics, Volume 47, Issue 8: State of the art papers of the 21st IAVSD symposium, pp. 1049-1073.
7. Tartakovskiy D. F. (2006), Problemy neopredelennosti dannykh pri ekspertize dorozhno-transportnykh proisshestvij, Yuridicheskij tsentr Press, SPb, 268 p.
8. Kuzhel' V. P., Kashkanov A. A. and Kashkanov V. A. (2010), Metodyka zmenshennja nevyznachenosti v zadachah avtotehnicnoi' ekspertyzi DTP pry identyfikacii' dal'nosti vydymosti dorozhnykh ob'ektiv v temnu poru doby : monografija, VNTU, Vinnycja, 200 p.
9. Kashkanov, A. A., Rebedajlo, V. M. and Kashkanov, V. A. (2010), Otsinka ekspluatatsiinykh halmovykh vlastyivostei avtomobiliv v umovakh netochnosti vykhidnykh danykh : monografija, VNTU, Vinnytsia, 148 p.
10. Kashkanov A. A. (2015), «Konceptual'ni zasady pidvyshhennja efektyvnosti avtotehnicnoi' ekspertyzi DTP», Visnyk NTU «HPI». Serija: Avtomobile- ta traktorobuduvannja, № 8 (1117), NTU «HPI», Harkiv, pp. 89-95.
11. International Vocabulary of Metrology – Basic and general concept and associated terms (VIM). Guide JCGM 200:2012 (2012), Available from: https://www.bipm.org/utls/common/documents/jcgm/JCGM_200_2012.pdf, (accessed 11.09.2018).
12. Vasilevs'kyj O.M., Kucheruk V.Ju., Volodars'kyj Je.T. (2015), Osnovy teorii' nevyznachenosti vymirjuvan' : pidruchnyk, VNTU, Vinnycja, 230 p.
13. Klepik N. K. (1995) Statisticheskaya obrabotka eksperimenta v zadachakh avtomobil'nogo transporta: Uchebnoe posobie, VGTU, Volgograd, 96 p.
14. Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement (2000), translated by Kadis R.L., Nezhikhovskiy G.R., Simin V.B., pod obshchey redaktsiey L.A. Konopel'ko (2002) Rukovodstvo EVRAKhIM/SITAK. Kolichestvennoe opisanie neopredelennosti v analiticheskikh izmereniyakh. 2-e izdanie, VNIIM im. D.I. Mendeleeva, S.-Peterburg, 149 p.
15. Ilarionov V.A. (1989), Ekspertiza dorozhno-transportnykh proisshestvij: uchebnik dlya vuzov, Transport, Moskva, 255 p.
16. Knoroz V.I., Klennikov E.V., Petrov I.P. & others. (1976), Rabota avtomobil'noy shyny, pod. red. V.I. Knoroza, Transport, Moskva, 238 p.

17. Konrad Reif, Karl-Heinz Dietsche & others (2014), Bosch Automotive Handbook, 9th Edition, Robert Bosch GmbH, Karlsruhe, 1544 p.
18. Vakhidov U. Sh., Molev Yu. I. and Proshin D. N. (2009), «Nekotorye voprosy matematicheskogo modelirovaniya krivolinyenogo dvizheniya transportnykh sredstv», *Materialy 65-oy Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii Assotsiatsii avtomobil'nykh inzhenerov (AAI) «Priority razvitiya otechestvennogo avtotraktorostroeniya i podgotovki inzhenernykh i nauchnykh kadrov» Mezhdunarodnogo nauchnogo simpoziuma «Avtotraktorostroenie – 2009»*, Kniga 4, MGTU «MAMI», Moskva, pp. 39-45.
19. Nikonov V. N. (2007), «Klassifikatsiya matematicheskikh modeley DTP i ikh dopustimost' v sudebnom protsesse», *Zakonost'*, № 5, Moskva, pp. 30–34.
20. Dubovoj V. M. and Kovaljuk O. O. (2008), *Modeli pryjnattja rishen' v upravlinni rozpodilenykh dynamichnykh systemamy : monografija*, Universum-Vinnycja, Vinnycja, 185 p.
21. Dubovoj V. M. (2012), *Identyfikacija ta modeljuvannja tehnologichnykh ob'ektiv i system keruvannja : navchal'nyj posibnyk*, VNTU, Vinnycja, 308 p.

А. А. Кашканов¹

НЕВИЗНАЧЕНІСТЬ ВИХІДНИХ ДАНИХ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РУХУ УЧАСНИКІВ ДТП

¹Вінницький національний технічний університет

Цілеспрямоване управління підвищенням ефективності та об'єктивності експертних досліджень дорожньо-транспортних пригод (ДТП), застосування сучасних інструментальних засобів збору, обробки, зберігання та передачі даних з місця ДТП, засобів обчислювальної техніки дозволяє досягнути більш високого рівня продуктивності праці автотехнічних експертів. Встановлення обставин та механізму взаємодії учасників руху при експертизі ДТП характеризується багатофакторністю моделей та нелінійністю зв'язків вхідних та вихідних параметрів. Тому є важливим реалістичне моделювання цих процесів з врахуванням максимальної кількості факторів впливу, яке дозволить не тільки мінімізувати час та вартість експертних досліджень, але й підвищить їх об'єктивність.

У статті проаналізовано сучасний стан і тенденції розвитку автотехнічної експертизи ДТП, розглянуто питання обчислення похибок та обробки результатів вимірювань при проведенні експертиз дорожньо-транспортних пригод на прикладі визначення параметрів повороту та величини зупинного шляху автомобіля. При моделюванні визначено межі зміни похибки розрахунку зупинного шляху автотранспортних засобів та відхилення транспортного засобу в напрямку перпендикулярному початковому напрямку руху від коефіцієнта зчеплення коліс з дорогою.

У висновках подано результати аналізу проблем удосконалення якості розслідування та проведення автотехнічних експертиз ДТП.

Ключові слова: система водій–автомобіль–дорога–середовище, невизначеність даних, підвищення ефективності, об'єктивність прийняття рішень, експертиза дорожньо-транспортних пригод.

Кашканов Андрій Альбертович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: a.kashkanov@gmail.com

A. Kashkanov¹

THE UNCERTAINTY OF THE ORIGINAL DATA AND ITS IMPACT ON THE RESULTS OF THE STUDY PARAMETERS OF THE MOVEMENT OF PARTICIPANTS IN AN ACCIDENT

¹Vinnitsa National Technical University

Purposeful management of improving the efficiency and objectivity of expert studies of road traffic accidents, the use of modern tools for collecting, processing, storing and transmitting data from the accident

scene, computer equipment allows us to achieve a higher level of productivity of auto-technical experts. Establishing the circumstances and the mechanism of interaction of participants in the movement during the examination of accidents is characterized by the multifactorial nature of the models and the nonlinearity of the connections between the input and output parameters. Therefore, it is important to realistic simulation of these processes, taking into account the maximum number of influence factors, which will not only minimize the time and cost of expert research, but also increase their objectivity.

The article analyzes the current state and trends in the development of auto technical expertise of road accidents, addresses the issues of calculating errors and processing measurement results during road crash examinations using the example of determining the rotation parameters and the stopping distance of a car. In the simulation, the boundaries of the change in the calculation error of the stopping distance of vehicles and the deviation of the vehicle in the direction perpendicular to the initial direction of motion from the coefficient of adhesion of wheels to the road are determined.

The conclusion presents the results of the analysis of the problems of improving the quality of the investigation and conducting autotechnical examinations of accidents.

Key words: driver-car-road-environment system, data uncertainty, increase in efficiency, objective decision-making, examination of road accidents.

Kashkanov Andriy, Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnitsa National Technical University, e-mail: a.kashkanov@gmail.com

А. А. Кашканов¹

НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ УЧАСТНИКОВ ДТП

¹Винницкий национальный технический университет

Целенаправленное управление повышением эффективности и объективности экспертных исследований дорожно-транспортных происшествий (ДТП), применение современных инструментальных средств сбора, обработки, хранения и передачи данных с места ДТП, средств вычислительной техники позволяет достичь более высокого уровня производительности труда автотехнических экспертов. Установление обстоятельств и механизма взаимодействия участников движения при экспертизе ДТП характеризуется многофакторностью моделей и нелинейностью связей входных и выходных параметров. Поэтому важно реалистичное моделирование этих процессов с учетом максимального количества факторов влияния, которое позволит не только минимизировать время и стоимость экспертных исследований, но и повысит их объективность.

В статье проанализировано современное состояние и тенденции развития автотехнической экспертизы ДТП, рассмотрены вопросы вычисления погрешностей и обработки результатов измерений при проведении экспертиз ДТП на примере определения параметров поворота и величины остановочного пути автомобиля. При моделировании определены границы изменения погрешности расчета остановочного пути автотранспортных средств и отклонения транспортного средства в направлении перпендикулярном начальному направлению движения от коэффициента сцепления колес с дорогой.

В заключении представлены результаты анализа проблем совершенствования качества расследования и проведения автотехнических экспертиз ДТП.

Ключевые слова: система водитель–автомобиль–дорога–среда, неопределенность данных, повышение эффективности, объективность принятия решений, экспертиза дорожно-транспортных происшествий.

Кашканов Андрей Альбертович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры автомобилей и транспортного менеджмента, Винницкий национальный технический университет, e-mail: a.kashkanov@gmail.com.