

А.А. Кашканов, к.т.н., доц.
Г. Г. Кашканова, к.пед.н., доц.
Вінницький національний технічний університет
О.Г. Грисюк, викл.
Барський коледж транспорту та будівництва

ОЦІНЮВАННЯ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ВИМІРЮВАННЯ ШВИДКОСТІ АВТОМОБІЛЯ ПРИБАВТОВАНИХ ЕКСПЕРТИЗИ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД

Проаналізовано існуючі методи і засоби вимірювання швидкості руху автомобіля, що можуть використовуватись при автотехнічній експертизі дорожньо-транспортних пригод, з метою виявлення шляхів підвищення ефективності експертного оцінювання механізму аварійних ситуацій. Для досягнення мети запропоновано враховувати похибки вимірювань швидкості автомобіля.

Сучасні автоматизовані технології (GPS, EDR та ACN) дозволяють зменшити ці похибки і з достатньою точністю визначити швидкість руху транспортного засобу, інші параметри руху та технічні дані, що сприяє прискоренню досліджень на різних етапах експертизи, але існує низка об'єктивних проблем, що перешкоджають їх широкому використанню в Україні.

Для розв'язання цих проблем необхідно розвинути та вдосконалити існуючі експертні методики дослідження обставин дорожньо-транспортних пригод з урахуванням можливостей автоматизації процесів фіксування механізму і місця пригоди, проведення вимірювань і виконання розрахунків параметрів руху транспортних засобів. Це дозволить підвищити ефективність традиційних методів та мінімізувати вплив суб'єктивних факторів.

Ключові слова: автомобілі; швидкість руху; реєстратори даних; невизначеність вимірювань; експертиза дорожньо-транспортних пригод.

Вступ. Постановка проблеми. Дорожньо-транспортні пригоди (ДТП) посідають лідируюче положення в списку факторів, що обумовлюють рівень травматизму і загибелі людей. Порушення правил дорожнього руху відрізняються не лише значною розповсюдженістю і підвищеною суспільною небезпекою, а й складністю їх розслідування [1, с. 15]. Одною з причин, що обумовлює складність розслідування таких правопорушень, є необхідність не лише оцінювання події на якісному рівні, а й встановлення фактичних даних, що характеризують швидкості та траєкторії руху транспортних засобів, розташування учасників дорожнього руху в момент ДТП, видимість з робочого місця водія [2, с. 120; 3, с. 8; 4, с. 7; 5, с. 58].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Сучасна судова автотехнічна експертиза є експертним дослідженням, що проводиться з метою встановлення механізму і обставин ДТП з врахуванням показників технічного стану АТЗ, якості та параметрів дороги, психофізіологічних характеристик її учасників та інших факторів [1, с. 22; 4, с. 9; 6, с. 5]. Проведення автотехнічної експертизи пов'язано з розрахунками, для яких експерт за вихідні дані використовує результати тих чи інших вимірів, наданих йому слідчим або судом, а також типові довідкові дані – параметри і коефіцієнти, числові значення яких обираються експертом самостійно зі спеціальної науково-технічної та довідкової літератури відповідно до характеру та умов скоєння ДТП [2, с. 121; 3, с. 28]. До переліку таких характеристик і параметрів належить швидкість руху автомобіля, яка є одним з визначних чинників, що впливають на результати експертизи ДТП.

Для проведення автотехнічної експертизи експерту достатньо розрахувати ті чи інші параметри за відомими з теорії експлуатаційних властивостей автомобіля формулами. Проте отримати надійні і достовірні результати розрахунків можливо лише за умови підстановки в формули достовірних чисельних значень відповідних вихідних даних – результатів вимірювань, параметрів та коефіцієнтів. Це має принципове значення, оскільки лише за умови достовірності вихідних даних можна говорити про обґрунтованість, об'єктивність, достовірність висновків експерта та можливість їхнього використання як доказів [3, с. 40–41; 5, с. 73].

Метою даної роботи є пошук шляхів зменшення невизначеності результатів вимірювання, довідкових та експертних даних під час експертизи ДТП та підвищення ефективності експертного оцінювання механізму аварійних ситуацій.

Результати досліджень. Під час руху водій контролює швидкість автомобіля за показниками спідометра. В момент ДТП початкова швидкість автомобіля може бути також зафіксована водієм за спідометром. За відсутності такої можливості для отримання інформації про швидкість автомобілів та інших транспортних засобів в момент пригоди можна користуватись показами свідків, результатами слідчого експерименту або даними технічних засобів, які дозволяють фіксувати рух ТЗ в процесі ДТП:

відеореєстратори, навігатори, системи EDR – Event Data Recorder (реєстрація даних про події) [1, с. 218; 7, с. 3; 8, с. 4; 9, с. 6; 10, с. 875; 11, с. 42–46].

Розглянемо питання невизначеності результатів вимірювання власної швидкості автомобіля спідометром. Спідометри усіх видів, що встановлені на транспортні засоби, не належать до класу точних приладів [3, с. 167; 12, с. 69]. Для кожного виду даних приладів встановлені допустимі похибки, які стосуються самих приладів і не враховують конструктивні зміни та фізичний знос вузлів автомобіля. За технічними вимогами ЄЕК ООН № 39, спідометри не можуть знижати покази, їх середня похибка може бути лише позитивною та не повинна перевищувати дійсну швидкість транспортних засобів категорій М та N більше ніж на 10 % + 6 км/год. за температури вимірювання 23 ± 5 °C та нормальному тиску в шинах, встановленому заводом-виробником.

За температурах навколишнього повітря, що відрізняються від нормальних, виникає додаткова похибка вимірювань швидкості спідометром [3, с. 171]. Для кожних 10 градусів відхилення температури повітря від нормальної додаткова похибка спідометра не перевищує значень, вказаних в таблиці 1.

Таблиця 1

Додаткова похибка вимірювань швидкості спідометром

Діапазон температур, °C	Додаткова похибка (%) від верхньої межі показань
Від -25 до +60	± 2
Від -25 до -40	± 5

Особливістю спідометрів як засобів вимірювання власної швидкості автомобіля є те, що вони протягом усього періоду експлуатації автомобіля не підлягають і не піддаються періодичній повірці органами метрологічної служби та ремонту, тобто метрологічні характеристики спідометрів, в тому числі похибка вимірювань, контролюються лише під час випуску їх на виробництві. Виробник гарантує відповідність спідометрів технічним вимогам при дотриманні умов експлуатації. При цьому вказується, що гарантійний строк та гарантійне напрацювання спідометрів повинні бути рівними гарантійному строку та гарантійному напрацюванню автомобіля, на якому вони встановлені. Гарантійний строк зберігання спідометрів складає три роки, тому, враховуючи реальні терміни експлуатації автомобілів, не можна виключити вихід за допустимі межі характеристик похибки вимірювань спідометрів за весь термін служби.

Як оцінити сумарну граничну похибку вимірювання швидкості спідометром? Слід звернути увагу на те, що основна похибка спідометра нормована лише зі знаком «плюс». Таке одностороннє нормування похибки протирічить метрологічним правилам оцінювання похибки симетричним інтервалом [12, с. 78; 13]. Це означає, що кожна позначка шкали штучно зсунута в бік більших значень швидкості на величину, що дорівнює половині розмаху основної похибки, та любій позначці шкали насправді відповідає менше дійсне значення швидкості (рис. 1). Так при похибці спідометра +18 км/год. показам спідометра 120 км/год. насправді відповідає швидкість 111 км/год. (рис. 2).

Таким чином, щоб підрахувати сумарну похибку вимірювання, необхідно спочатку прийняти за основу відраховане за шкалою значення швидкості V_a . Після цього основна похибка може бути представлена симетричним інтервалом $\pm (0,1V_a + 6)/2$ км/год. Тоді сумарна гранична похибка спідометра визначиться як сума скорегованої основної похибки та додаткової похибки (табл. 1) без врахування знаку. Наприклад, при швидкості 80 км/год. і температурі навколишнього середовища 40 °C похибка складе $\pm (7 + 1,6)$ км/год., тобто $\pm 8,6$ км/год.

Як видно з наведених даних, похибка вимірювань швидкості автомобіля спідометром в багатьох випадках може бути значною, що необхідно враховувати як невизначеність при розв'язанні питань судової автотехнічної експертизи (САТЕ).

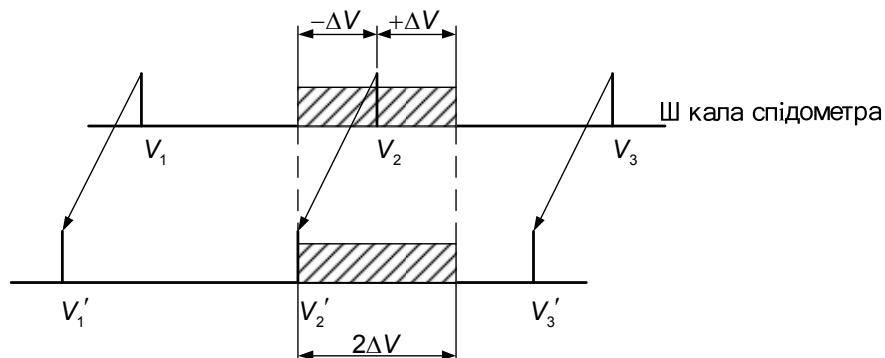


Рис. 1. До нормування похибки спідометра

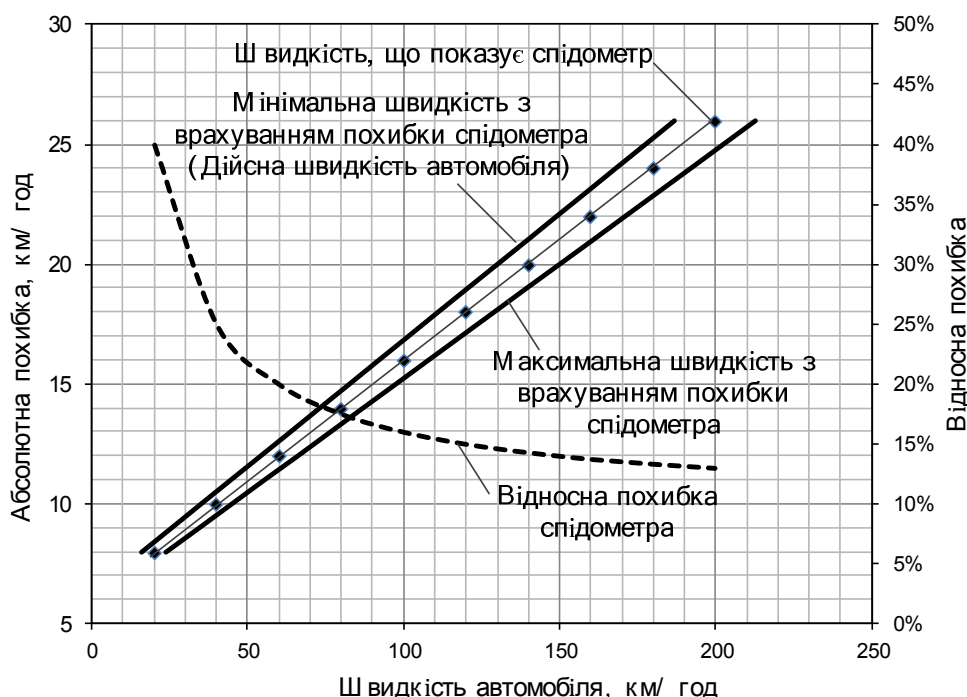


Рис. 2. До визначення похибки спідометра

На даний час існує можливість встановлення швидкості автомобіля за допомогою сучасних електронних приладів. Так науковці Харківського національного автомобільно-дорожнього університету (ХНАДУ) та науково-дослідного експертно-криміналістичного центру (НДЕКЦ) при ГУМВС України в Харківській області провели експерименти з визначення швидкості руху ТЗ за допомогою запису з відеореєстратора, який не обладнаний GPS-навігатором. Відеозаписи детально аналізувались за допомогою програмного забезпечення «Кіностудія Windows Live». У таблиці 2 наведено результати розрахунків абсолютної та відносної похибки виміру швидкостей ТЗ за даними відеореєстратора, порівняно з даними спідометра.

Отримані результати показали, що на ділянці запису 30–100 м у діапазоні швидкостей 40–130 км/год. відносна похибка розрахункової середньої швидкості руху ТЗ складала 0,06–4,39 %, при цьому абсолютна похибка не перевищувала 0,29–5,0 км/год., що цілком припустимо.

Використання сучасних можливостей GPS дозволяє визначати точність положення на місцевості в радіусі не менше 13 м при постійному положенні GPS-приймача. При русі автомобіля можна розраховувати на радіус кола від 5 м у випадку відсутності суттєвих перешкод для прийому сигналу із супутників – щільна міська забудова, щільна хмарність, сильний снігопад тощо [10, с. 880; 11, с. 290]. Але навіть ці 5 м на автомобільних швидкостях руху можуть, і вносять, суттєву похибку у визначення дійсної швидкості руху автомобіля. У переважній більшості сучасних GPS-пристроїв дані про місцеположення оновлюються з частотою один раз на секунду [10, с. 882]. Визначимо можливу похибку показань швидкості для випадку руху з фактичною швидкістю 20 м/с (72 км/год.) протягом 3 с. З цієї

швидкістю за 3 с автомобіль пройде 60 м. При похибці визначення місцеположення с точністю до 5 м можемо отримати розрахункову пройдену відстань в межах від 50 до 70 м. Відповідно похибка визначення швидкості складає $\pm 16,67\%$, що призводить до можливого визначення швидкості в діапазоні від 60 до 84 км/год. (рис. 3).

Таблиця 2

Результати експерименту з визначення середньої швидкості ТЗ за даними з відеореєстратора, що не обладнаний GPS-навігатором [1, с. 229]

Марка автомобіля	Швидкість за спідометром, км/год.	Розрахункова швидкість, км/год.	Абсолютна похибка розрахунку швидкості, км/год.	Відносна похибка розрахунку швидкості, %	Відстань між орієнтирами, м
Skoda Fabia	55	55,38	0,38	0,7	70
Skoda Fabia	60	62,22	2,22	3,7	70
Skoda Fabia	70	72,22	2,22	3,17	70
Daewoo Lanos	53	54,21	1,21	2,28	100
Daewoo Lanos	63	62,71	0,29	0,46	100
BMW 520	51	51,87	0,87	0,06	33
BMW 520	40	37,05	2,95	0,27	35
BA3-21099	91	87	4,0	4,39	50
BA3-21099	121	126	5,0	4,13	50

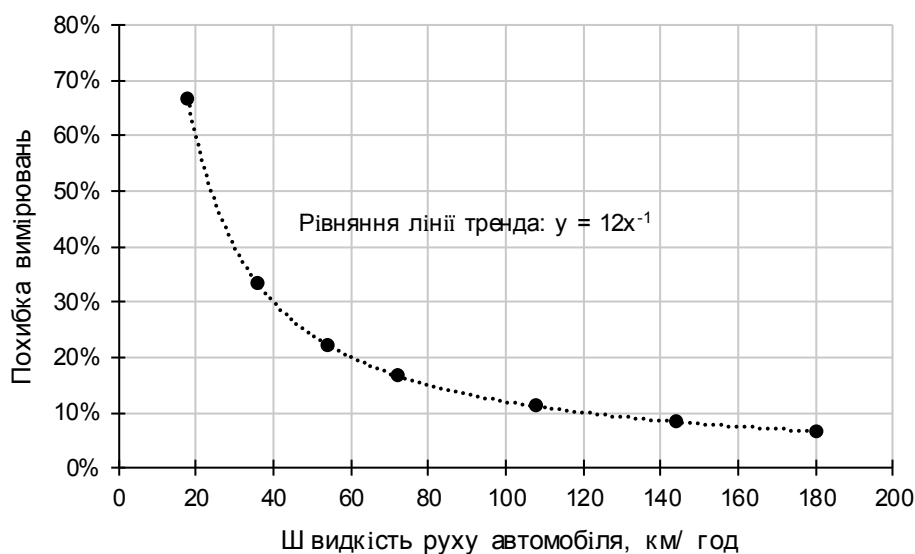


Рис. 3. Похибки визначення швидкості GPS-пристроями

Для зменшення похибки показань GPS-приймача застосовують програмну апроксимацію, яка показує поточну швидкість, спираючись в том числі і на попередні показу. В результаті навігаційні програми при рівномірному русі зі швидкістю 80–90 км/год. постійно змінюють свої покази в діапазоні $\pm 3\text{--}8$ км/год. навіть при візуально нерухомій стрілці спідометра. Оскільки похибка визначення місцеположення постійна, то зі зростанням швидкості руху її вплив на визначення швидкості зменшується. Так, за швидкості руху 40 м/с (144 км/год.), максимальна похибка зменшується в два рази – до 8,33 %, що підтверджується досвідом [10, с. 883; 11, с. 292]: при русі зі швидкостями 110 і більше км/год. коливання показань швидкості в навігаційних програмах практично відсутні. З іншого боку, при різкій та суттєвій зміні швидкості руху (наприклад, гальмуванні) поточні покази швидкості за GPS

можуть істотно відрізнятись від фактичної швидкості. Так, на одному з відео з відеореєстратора при фактичній швидкості біля 40 км/год. зафіксована швидкість 74 км/год.

Таким чином, точність показів швидкості за GPS суттєво залежить від якості прийому сигналу з супутників та алгоритмів апроксимації цього сигналу.

На сьогодні у державах з розвинутими технологіями слідчими при розслідуванні ДТП активно використовується інформація, що отримана з автомобільних реєстраторів вхідних даних про події, – EDR модулів. Об'єм інформації, фіксованої модулем EDR, залежить від моделі устрою та комплектації транспортного засобу, але, як правило, містить три групи даних [5, с. 140–142; 7, с. 31–32; 8, с. 9–12] (рис. 4).

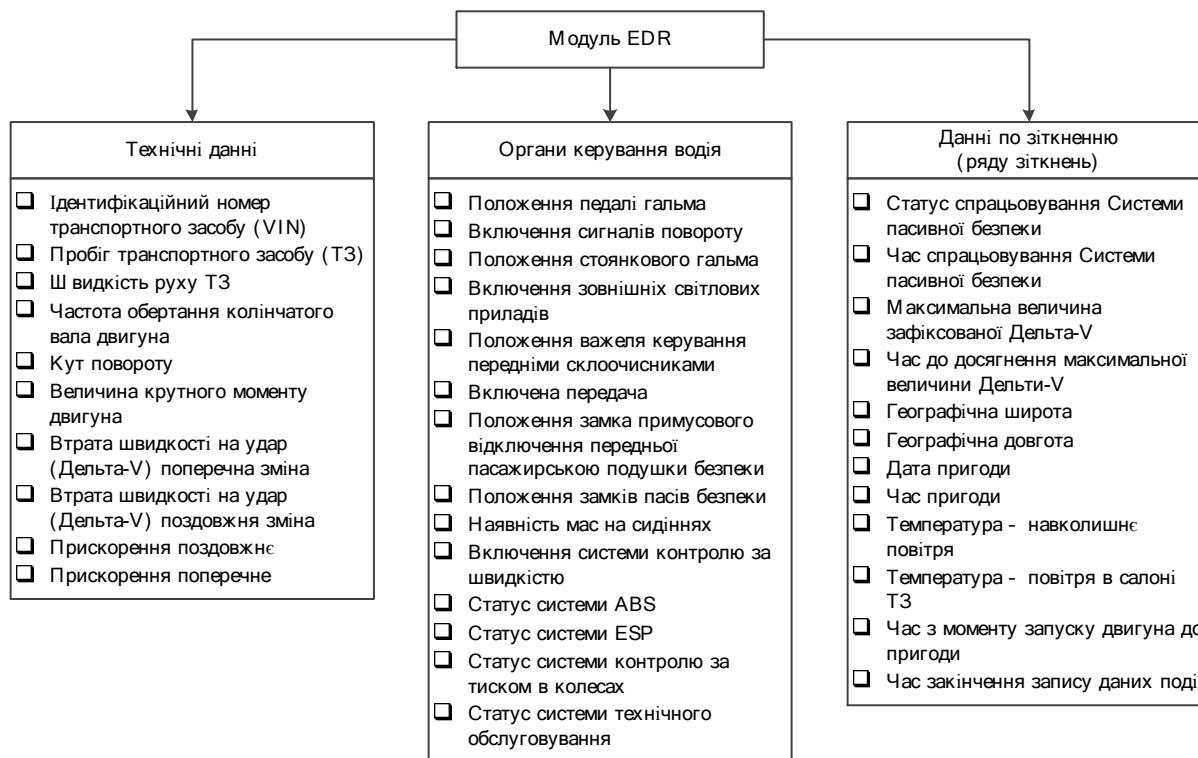


Рис. 4. Типовий склад даних, що зберігаються в модулі EDR

Деякі види EDR модулів виконують неперервний запис даних, поки запис не буде зупинений в результаті ДТП, інші активують запис в певних ситуаціях, що розпізнає модуль як зіткнення (наприклад, раптова різка зміна швидкості, різке гальмування, спрацьовування датчиків удару). При цьому інформація в модулі пам'яті зберігається до його перепрограмування. Сучасні EDR модулі зберігають інформацію всередині своєї плати на мікročіп типу EEPROM у вигляді шістнадцятиричного коду. Точність і похибка запису даних за трьома основними реєстрованими показниками надані у таблиці 3.

В більшості серійних транспортних засобів, що випускаються в США, вже є системи бездротових комунікацій (такі, наприклад, як OnStar від GM, Mbrace від Mercedes-Benz або BlueLink від Hyundai), які можуть передавати деякі дані, наприклад сигнал, що спрацювали подушки безпеки, у віддалений центр. Зокрема в 2008 році, General Motors випустила на ринок додаткову Автоматизовану систему повідомлення про ДТП (Automated Crash Notification – ACN). Основне завдання впровадження цієї системи – це обладнання автомобілів свого роду «датчиком ДТП», який може виявити, що ДТП мало місце, зафіксувати час ДТП і за допомогою бортової системи GPS позиціонувати місцезнаходження ТЗ, після чого сформував короткий текстовий звіт і через бездротовий модем автоматично повідомити поліцію, швидку медичну допомогу і страхову компанію про серйозність інциденту та вказати його точне географічне місце розташування.

Таблиця 3

Приклади похибки запису даних EDR

Параметр	Діапазон вимірювання	Мінімальна реєстрована	Похибка	Частота оновлення

		одиниця		
Втрата швидкості на удар	±89,44 км/год.	0,64 км/год.	±10 %	Запис кожні 0,01 с, вимірювання кожні 0,00125 с
Швидкість руху ТЗ	253,4 км/год.	0,96 км/год.	±4 %	Зміна швидкості на ≥ 0,2 км/год.
Частота обертання колінчатого валу	16383 об./хв.	¼ об./хв.	±1 об./хв.	Зміна частоти на ≥ 32 об./хв.

Потенційні споживачі (а саме особи та організації, що пов'язані з організацією безпеки дорожнього руху, аналізом та експертизою ДТП) даних EDR, що зберігаються та (або) передаються через системи зв'язку, наведені в таблиці 4.

Таблиця 4

Приклади використання даних EDR за сферами діяльності людини

Потенційні споживачі	Сфера застосування даних, що зберігаються в ECU
Виробники	Удосконалення систем пасивної безпеки автомобілів
Уряд	Отримання статистичних даних про дорожньо-транспортні пригоди
	Розв'язання завдань державних програм
	Удосконалення законодавства
Поліція	Отримання фактичних даних про дорожньо-транспортні пригоди
	Автоматична реєстрація подій
Страхові компанії	Автоматичне повідомлення про настання події та її обставини
Прокуратура та адвокатські компанії	Можливість виключити будь-які суб'єктивні дані про обставини ДТП в обвинуваченні та захисті
Суспільні організації	Просування соціальних програм
Водій та пасажир	Формування критичної оцінки та позначення ролі учасника дорожнього руху ще на заняттях в автошколі
Медицина та Міністерство надзвичайних ситуацій	Автоматичне повідомлення про настання події
	Формування аналітичного банку даних про тяжкість тілесних пошкоджень залежно від інформаційного сигналу про зіткнення
Продаж/покупка транспортних засобів на вторинному ринку	Можливість визначити історію автомобіля за записаними подіями
Експертні організації	Отримання об'єктивних даних безпосередньо з об'єкта дослідження
	Можливість повної адекватної реконструкції механізму ДТП

Також варто підкреслити, що елементи даних, що передаються системами ACN, є додатковим джерелом корисної дослідницької інформації при проведенні експертиз ДТП. Оскільки лише у 80 % випадків дані, записані в пам'ять EDR, вдається отримати і обробити (причому в 2 % саме пошкодження корпусу, плати або роз'єму EDR призводило до неможливості отримання даних, а приблизно в 17 % до неможливості отримання даних призводило відключення бортової мережі і різке падіння запасу електроенергії ще на початку зіткнення, при цьому увесь запас в конденсаторах модуля системи керування розкриттям подушок безпеки був повністю витрачений на розгортання подушок безпеки, і лише 1 % склали випадки, коли сам власник ТЗ заборонив доступ до модуля) [5, с. 142]. Таким чином, дані ACN можуть бути також використані експертами у разі неможливості отримати дані з EDR.

Проведені національною адміністрацією безпеки дорожнього руху США (NHTSA) багаторічні дослідження та випробування підтвердили надійність і високу точність даних, що фіксуються модулями EDR, і цим даним надається велике значення при встановленні обставин та механізму дорожньо-транспортної пригоди [8, с. 2].

Питанням застосування EDR у судовій автотехнічній експертизі в Україні займалися Ананьєв П.О. і Пясецький Ю.В. [9, с. 14]. Отримання інформації за допомогою EDR має процесуальні обмеження. По-перше, автовиробники надають право доступу до вказаної інформації лише своїм уповноваженим сертифікованим станціям технічного обслуговування та дослідницьким центрам, що мають відповідне обладнання. По-друге, така інформація надається лише за постановою слідчого (ухвалою суду) або за заявою власника автомобіля, а також, якщо отримання такої інформації зумовлено проведенням автовиробником власних досліджень з метою модернізації систем безпеки.

Ще більша невизначеність у встановленні швидкості автомобіля перед ДТП виникає у випадку неможливості оцінити швидкість за показами спідометра, різних електронних приладів чи

розрахунковим шляхом. Як вихід з положення в літературі з розслідування ДТП рекомендується використовувати покази свідків, потерпілих та обвинувачених. Безперечно, що це будуть дуже наближені оцінки швидкості від V_{\min} до V_{\max} . В цьому випадку, як показано в [3, с. 181; 12, с. 78; 13], за найбільш ймовірне значення швидкості доцільно прийняти середнє арифметичне значення $(V_{\min} + V_{\max}) / 2$, вказавши граничні відхилення: $V = V_{cp} \pm \Delta V$.

Автор підручника [6, с. 44] повідомляє про цікаву особливість візуального оцінювання швидкості автомобіля людиною. На основі дослідів, проведених за участі декілька тисяч людей, встановлено, що більшість спостерігачів занижують швидкість автомобіля, що рухається повільно, і, навпаки, завищують швидкість автомобіля, що рухається швидко. Максимальний збіг візуального оцінювання V_{pok} із дійсною швидкістю автомобіля V_{dav} спостерігається при швидкостях руху в діапазоні 45–55 км/год. (12–15 м/с). В середньому В.А. Іларіонов рекомендує приймати $V_{dav} = 1,25 V_{pok} - 3,5$ (м/с).

Висновки. В результаті проведених досліджень встановлено, що похибка вимірювань швидкості автомобіля спідометром в багатьох випадках може бути значною, що необхідно враховувати як невизначеність при розв'язанні питань САТЕ. Сучасні автоматизовані технології (GPS, EDR та ACN) дозволяють подолати цю проблему і з достатньою точністю визначити швидкість руху транспортного засобу, інші параметри руху та технічні дані, що сприяє прискоренню досліджень обставини ДТП на різних етапах експертизи, але існує ряд проблем, пов'язаних з їх впровадженням в Україні:

- всі автоматизовані засоби дослідження ДТП іноземного виробництва;
- існує брак досвіду застосування автоматизованих засобів і методів дослідження ДТП;
- результати дослідження ДТП за допомогою автоматизованих методів можуть суттєво відрізнитись від результатів дослідження того ж ДТП за традиційною методикою.

Таким чином, виникає необхідність розвивати та вдосконалювати існуючі експертні методики дослідження обставин ДТП з урахуванням можливостей автоматизації процесів фіксування механізму і місця ДТП, проведення вимірювань і виконання розрахунків параметрів руху транспортних засобів з метою підвищення ефективності традиційних методів та мінімізації впливу суб'єктивних факторів.

Список використаної літератури:

1. Автотехнічна експертиза. Дослідження обставин ДТП : підручник / А.М. Туренко, В.І. Клименко, О.В. Сараєв, С.В. Данець. – Харків : ХНАДУ, 2013. – 320 с.
2. Кашиканов А.А. Мінімізація суб'єктивності експертного оцінювання в задачах автотехнічної експертизи дорожньо-транспортних пригод / А.А. Кашиканов // Вісник НТУ «ХПІ» / Серія : Автомобіле- та тракторобудування. – Харків : НТУ «ХПІ», 2013. – № 29 (1002). – С. 120–125.
3. Тартаковский Д.Ф. Проблемы неопределенности данных при экспертизе дорожно-транспортных происшествий / Д.Ф. Тартаковский. – СПб. : Юридический центр Пресс, 2006. – 268 с.
4. Совершенствование методов автотехнической экспертизы при дорожно-транспортных происшествиях : монография / В.П. Волков, В.Н. Торлин, В.М. Мищенко и др. – Харьков : ХНАДУ, 2010. – 476 с.
5. Евтюков С.А. Экспертиза ДТП: методы и технологии / С.А. Евтюков, Я.В. Васильев. – СПб. : СПбГАСУ, 2012. – 310 с.
6. Иларионов В.А. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий : учебник / В.А. Иларионов. – М. : Транспорт, 1989. – 255 с.
7. Event Data Recorders – Europa [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://ec.europa.eu/transport/road_safety/pdf/vehicles/study_edr_2014.pdf (дата звернення 11.08.2016). – Назва з екрану.
8. DOT HS 810 935. Marco P daSilva. Analysis of Event Data Recorder Data for Vehicle Safety Improvement 2008 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.nhtsa.gov/DOT/NHTSA/NRD/Multimedia/PDFs/EDR/Research/811015.pdf> (дата звернення 11.08.2016). – Назва з екрану.
9. Ананьев П.О. Реестратор даних про події («Even Data Recorder») – нове джерело отримання інформації про параметри руху транспортного засобу під час дорожньо-транспортної пригоди (інформаційний лист) / П.О. Ананьев, Ю.В. Пясецький. – К. : ДНДЕКЦ МВС України, 2011. – 40 с.
10. A GPS Velocity Sensor: How Accurate Can It Be? – A First Look / L.Serrano, D.Kim, Richard B. Langley, Kenji Itani and Mami Ueno // Proceedings of the 2004 National Technical Meeting of The Institute of Navigation (January 26–28, 2004). – The Catamaran Resort Hotel San Diego, California, 2004. – Pp. 875–885.

11. Пржибыл П. Телематика на транспорте / П.Пржибыл, М.Свитек. – М. : МАДИ (ГТУ), 2003. – 540 с.
12. Васілевський О.М. Основи теорії невизначеності вимірювань : підручник / О.М. Васілевський, В.Ю. Кучерук, С.Т. Володарський. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 230 с.
13. JCGM 100:2008. Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.iso.org/sites/JCGM/GUM/JCGM100/C045315e-html/C045315e.html> (дата звернення 12.08.2016). – Назва з екрану.

References:

1. Turenko, A.M., Klymenko, V.□, Sarajev, O.V. and Danec', S.V. (2013), *Avtotehnicna ekspertyza. Doslidzhennja obstavyn DTP*, HNADU, Kharkiv, 320 p.
2. Kashkanov, A.A. (2013), "Minimizacija sub'ektivnosti ekspertnogo ocinjuvannja v zadachah avtotehnicnoi' ekspertyzy dorozhn'o-transportnyh prygod", *Visnyk NTU "HPI". Serija: Avtomobile- ta traktorobuduvannja*, Vol. 29 (1002), pp. 120–125.
3. Tartakovskiy, D.F. (2006), *Problemy neopredelennosti dannykh pri ekspertize dorozhno-transportnykh proisshestvij*, Yuridicheskiy tsentr Press, St. Petersburg, 268 p.
4. Volkov, V.P., Torlyn, V.N., Myshhenko, V.M., Kashkanov, A.A., Kashkanov, V.A., Kuzhel', V.P., Ksenofontova, V.A., Vetrogon, A.A. and Skljarov, N.V. (2010), *Sovershenstvovanie metodov avtotehnicneskoj ekspertizy pri dorozhno-transportnykh proisshestvijakh*, HNADU, Kharkiv, 476 p.
5. Evtyukov, S.A. and Vasil'ev, Ya.V. (2012), *Ekspertiza DTP: metody i tekhnologii*, SPbGASU, St. Petersburg, 310 p.
6. Parionov, V.A. (1989), *Ekspertiza dorozhno-transportnykh proisshestvij*, Transport, Moscow, 255 p.
7. http://ec.europa.eu/transport/road_safety/pdf/vehicles/study_edr_2014.pdf (accessed 11 August 2016).
8. daSilva, M.P. (2008), "Analysis of Event Data Recorder Data for Vehicle Safety Improvement", available at: www.nhtsa.gov/DOT/NHTSA/NRD/Multimedia/PDFs/EDR/Research/811015.pdf (accessed 11 August 2016).
9. Anan'jev, P.O. and Pjasec'kyj, Ju.V. (2011), *Rejestrator danyh pro podii' ("Event Data Recorder") – nove dzherelo otrymannja informacii' pro parametry ruhu transportnogo zasobu pid chas dorozhn'o-transportnoi' prygody*, DNDEKC MVS Ukraïny, Kyiv, 40 p.
10. Serrano, L., Kim, D., Langley, R.B., ĩani, K. and Ueno, M. (2004), "A GPS Velocity Sensor: How Accurate Can ĩ Be? – A First Look", *Proceedings of the 2004 National Technical Meeting of The Institute of Navigation*, The Catamaran Resort Hotel, San Diego, CA, USA, pp. 875–885.
11. Przhibyl, P. and Svitek, M. (2003), *Telematika na transporte*, MAD□(GTU), Moscow, 540 p.
12. Vasilev'skyj, O.M., Kucheruk, V.Ju. and Volodars'kyj, Je.T. (2015), *Osnovy teorii' nevyznachenosti vymirjuvan'*, VNTU, Vinnycja, 230 p.
13. JCGM (2008), "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", available at: www.iso.org/sites/JCGM/GUM/JCGM100/C045315e-html/C045315e.html (accessed 12 August 2016).

КАШКАНОВ Андрій Альбертович – кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету.

Наукові інтереси:

- моделювання та дослідження експлуатаційних властивостей автотранспортних засобів;
- експертиза ДТП.

E-mail: kashkanov_a@ukr.net.

КАШКАНОВА Галина Григорівна – кандидат педагогічних наук, доцент кафедри вищої математики Вінницького національного технічного університету.

Наукові інтереси:

- інноваційні методи;
- ігрові форми та прикладні задачі навчання загальнотехнічним дисциплінам як засіб формування професійної спрямованості студентів.

E-mail: kashkanov_a@ukr.net.

ГРИСЮК Олег Григорович – викладач Барського коледжу транспорту та будівництва Національного транспортного університету.

Наукові інтереси:

- безпека дорожнього руху.

E-mail: aloha_bar@ukr.net.

Стаття надійшла до редакції 15.08.2016