

УДК 629.017.001.4

Є.Л. Старіков, старший експерт

*Науково-дослідного експертно-криміналістичного
центру при ГУМВС України в Харківській області*

ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ МАНЕВРУ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

Проаналізовано методики, рекомендовані для дослідження маневру транспортного засобу при провадженні автотехнічної експертизи, з метою визначення такої, що найбільше відповідає дійсним параметрам маневру.

Ключові слова: ДТП, експертиза, маневр, дослідження, розрахунок, порівняння, експеримент.

Проанализированы методики, рекомендованные для исследования маневра транспортного средства при производстве автотехнической экспертизы, с целью определения наиболее отвечающей действительным параметрам маневра.

Different recommended methods for forensic examination of maneuver of a vehicle are compared so that to determine the one that best matches the actual parameters of the maneuver.

Правилами дорожнього руху України у разі виникнення перешкоди для руху передбачено два способи запобігання дорожньо-транспортній пригоді: зниження швидкості руху транспортного засобу аж до повної його зупинки або безпечний об'їзд перешкоди [1]. У зв'язку з цим під час розслідування дорожньо-транспортних пригод суд або органи дізнання часто ставлять експертам запитання: «Чи мав водій транспортного засобу технічну можливість здійснити безпечний об'їзд перешкоди на зазначеній відстані?» Крім того, в усіх випадках застосування водієм транспортного засобу маневру під час дослідження механізму розвитку дорожньо-транспортної ситуації експерт повинен перевірити вихідні дані на технічну спроможність, тобто перевірити, чи міг транспортний засіб на заданій відстані до перешкоди відхилити смугу свого руху від цієї перешкоди. Для цього експерту необхідно розрахувати траєкторію руху транспортного засобу у процесі маневру.

На сьогодні в експертній практиці досліджуються три види маневру [3; 4]:

- «вхід у поворот» (відворот від перешкоди) (рис. 1 а);
- «вхід-вихід» (рис. 1 б);
- «зміна смуги руху» (перестроювання) (рис. 1 в).

У випадку маневру «вхід у поворот» водій транспортного засобу повертає рульове колесо з нейтрального положення (відповідно до прямолінійного руху транспортного засобу) на певний кут, після чого фіксує рульове колесо в цьому положенні. Наприкінці маневру транспортний засіб рухається по дузі окружності з

постійним радіусом. Цей вид маневру застосовується водіями, як правило, у критичних ситуаціях і є найпростішим у виконанні, але й найнебезпечнішим, тому що може призвести до заносу і перекидання транспортного засобу.

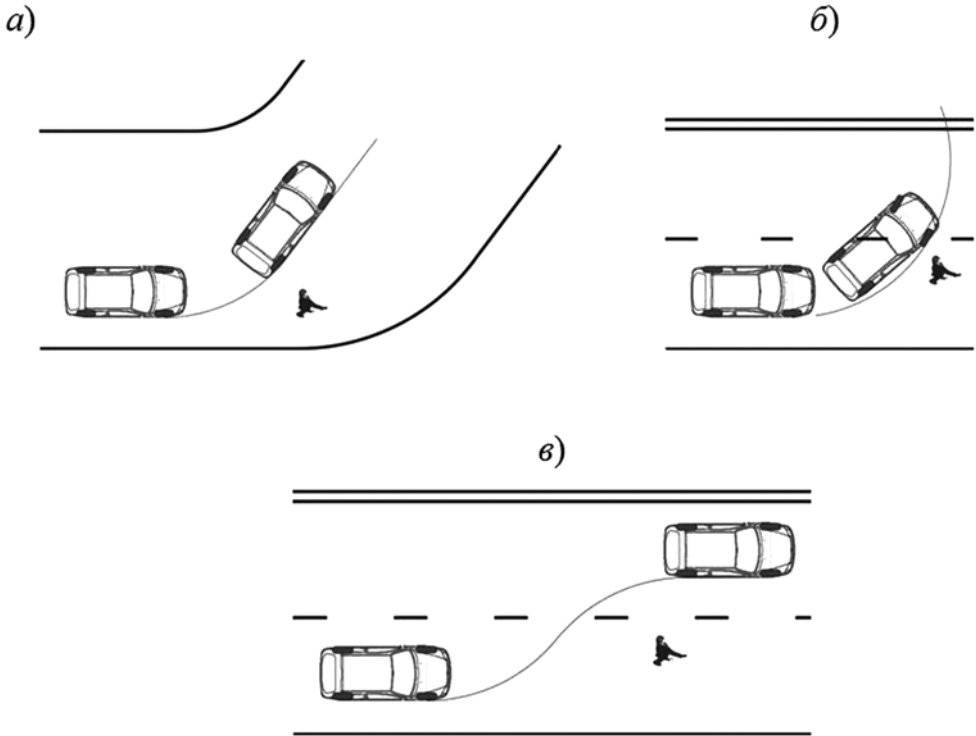


Рис. 1. Види застосування маневру транспортного засобу:
а) «вхід у поворот»; б) «вхід-вихід»; в) «зміна смуги руху»

У випадку маневру «вхід-вихід» водій транспортного засобу повертає рульове колесо з нейтрального положення, що відповідає прямолінійному руху транспортного засобу, на певний кут, а після бажаної зміни траєкторії руху транспортного засобу — знову у нейтральне положення. Наприкінці маневру транспортний засіб рухається прямолінійно під певним кутом до початкового напрямку його руху. Цей вид маневру також (як і маневр «вхід у поворот») потребує великої ширини дороги.

У випадку маневру «зміна смуги руху» водій транспортного засобу повертає рульове колесо з нейтрального положення, що відповідає прямолінійному руху транспортного засобу, на певний кут, після чого через нейтральне положення — у зворотний бік на такий самий кут і знову — у нейтральне положення. Наприкінці маневру транспортний засіб рухається паралельно до початкового напрямку його руху. Цей вид маневру водії застосовують не тільки при об'їзді перешкоди, але й при перестроюванні на сусідню смугу і при виконанні обгону.

Слід зазначити, що розрахунковим шляхом визначити дійсну траєкторію руху транспортного засобу при маневрі неможливо через те, що не можна точно встановити, з якою кутковою швидкістю водій здійснював поворот рульового колеса і як змінювалася ця швидкість у процесі повороту. Тому експерт може визначити лише

гранично можливі значення параметрів маневру транспортного засобу. Зрозуміло, що чим точніше експерт вибере метод розрахунку, тим більше підстав у нього дійти категоричного висновку.

Під час проведення автотехнічних експертиз зазначені вище види маневрів транспортних засобів можна дослідити за однією з трьох відомих експертних методик:

- методики, запропонованої Н.Н. Крісті у Методичних рекомендаціях з провадження автотехнічної експертизи [2];
- методики, запропонованої В.А. Ілларіоновим у виданні «Судова автотехнічна експертиза» [3];
- методики, запропонованої В.А. Ілларіоновим у методичному листі для експертів «Розрахунок параметрів маневру транспортних засобів» [4].

Жодна із зазначених методик не скасовує і не спростовує іншої. Вибір методики дослідження маневру транспортного засобу не регламентовано, а отже, експерт може вибирати методику на свій розсуд. Водночас, як зазначає В.А. Ілларіонов, результати дослідження того самого виду маневру транспортного засобу за різними методиками можуть суттєво відрізнятись, і за певних обставин ДТП це може призвести до того, що висновки автотехнічних експертиз можуть бути навіть протилежними [4].

Крім того, чинним методикам понад 20 років. З того часу конструкція автомобіля змінилася у бік кращих і безпечних моделей. Сьогодні вже складно уявити сучасний легковий автомобіль без підсилювача керма та незалежної багатоважільної підвіски. Крім того, завдяки впровадженню нових матеріалів і технологій зчеплення сучасних шин з дорожнім покриттям стало значно кращим, ніж кілька десятиліть тому.

У зв'язку з цим виникає запитання: «За якою із зазначених вище експертних методик можна найточніше розрахувати процес маневру сучасного автомобіля?» Теоретично відповісти на це запитання неможливо, тому що кожна із цих експертних методик базується на певних припущеннях. Відповідь можна отримати лише шляхом проведення експериментальних досліджень (випробувань).

Такі експериментальні випробування провели експерти Науково-дослідного експертно-криміналістичного центру (НДЕКЦ) при ГУМВС України у Харківській області та науковці Харківського національного автомобільно-дорожнього університету (ХНАДУ) на майданчику горизонтального профілю із сухим асфальтобетонним покриттям на автомобілях ВАЗ-2111 (2005 р. в.), ВАЗ-21099 (2007 р. в.), Форд Мондео (2006 р. в.) і Опель Корса (2011 р. в.).

За основу експериментального дослідження маневру транспортного засобу було взято методику випробувань за ДСТУ 3310-96, який встановлює методи визначення параметрів стійкості транспортних засобів [5]. Згідно із цим Стандартом визначення швидкості порушення курсової стійкості під час виконання маневру проводиться на спеціальних ділянках або на дорогах загального використання 1—3 категорії. У процесі випробувань виконувався маневр автомобіля відповідно до схеми (рис. 2). Ширина вхідного коридору В1 (ділянка 1) на схемі визначається шириною транспортного засобу. Наприклад, для транспортних засобів шириною 1,56 м — 1,65 м ширина вхідного коридору повинна становити 2 м, для транспортних засобів шириною 1,66 м — 1,75 м — 2,2 м тощо.

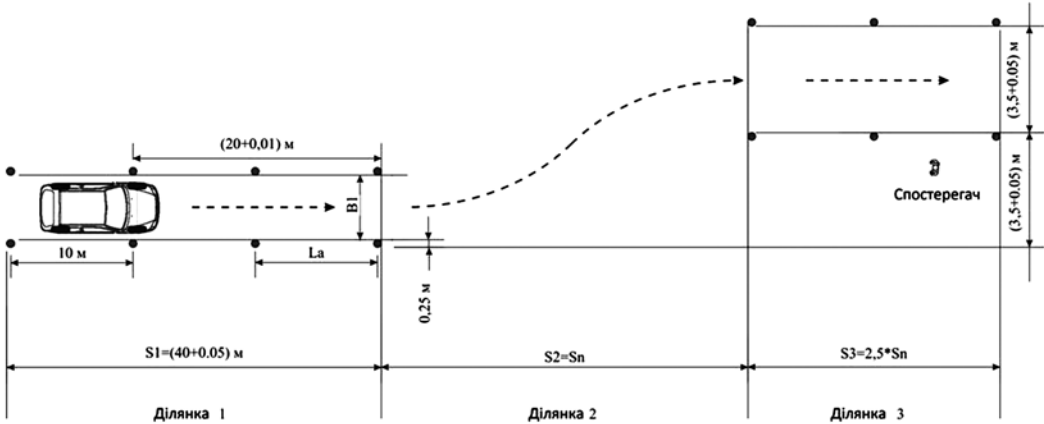


Рис. 2. Розмітка ділянки випробувань для виконання маневру

Під час експерименту при дослідженні маневрів типу «вхід у поворот» і «вхід-вихід» було застосовано аналогічну розмітку, але без лівого ряду фішок вихідного коридору (ділянка 3).

Під час випробування автомобілі по черзі виконували заданий маневр згідно з розміткою, поступово збільшуючи швидкість від заїзду до заїзду доти, доки під час руху на ділянці 2, де відбувалася зміна смуги руху, автомобіль не починало заносити. Заїзди, в яких автомобілі контактували з маркерними фішками, не враховувалися. Заїзди виконувалися як на порожньому автомобілі, так і на автомобілях з повним завантаженням. Задане бічне зміщення на 3,5 м смуги руху автомобіля виконувалося на ділянці 2 завдовжки 12 м.

Швидкість руху автомобіля задавалася за допомогою штатного спідометра, показання якого фіксувалися на відеореєстратор, і вимірювалася цифровою відеосистемою «Фоторвіт». Швидкість руху автомобіля за допомогою цифрової системи «Фоторвіт» визначали так:

- рух автомобіля фіксують на цифрову відеокамеру;
- під час обробки відеозапису на комп'ютері визначають час руху автомобіля між двома маркерними фішками, відстань між якими заздалегідь визначено під час розмітки траєкторії маневру перед випробуваннями;
- виходячи з часу рівномірного руху автомобіля на заданій відстані між фішками, визначають швидкість руху автомобіля.

Під час проведення випробувань показання спідометра кожного з автомобілів було перевірено за допомогою JPRS-навігатора. При цьому кожен з автомобілів, рухаючись на прямолінійній ділянці дороги, розганявся до швидкості, що відповідає критичній, зафіксованій під час виконання маневру. Після рівномірного руху автомобіля із заданою швидкістю упродовж 10—15 с швидкість руху на спідометрі зрівнялася з показниками швидкості JPRS-навігатора.

Виходячи з експериментально визначеної максимальної швидкості руху автомобіля при виконанні кожного типу маневру, згідно з експертними методиками було визначено розрахункове значення поперечного відхилення.

Так, за методикою, запропонованою Н.Н. Крісті у 1971 році в Методичних рекомендаціях з провадження автотехнічної експертизи, розрахунок величини

поперечного відхилення смуги руху (маневр типу «вхід у поворот») проводився за формулами 1, 2:

$$R_{np} = \frac{V_a^2}{127 * \phi'} + \frac{B_a}{2}, \quad (1)$$

$$a = R_{np} - \sqrt{R_{np}^2 - S_m^2}, \quad (2)$$

де: R_{np} — граничне по зчепленню значення радіуса повороту передньої габаритної зовнішньої точки транспортного засобу, м;
 V_a — експериментально визначена максимальна швидкість руху транспортного засобу при виконанні маневру, км/год;
 ϕ' — коефіцієнт зчеплення при бічному ковзанні;
 B_a — габаритна ширина транспортного засобу, м;
 S_m — відстань, яку подолав транспортний засіб при виконанні маневру, м.

Розрахунок величини поперечного зміщення при маневрі «зміна смуги руху» за цією самою методикою проводився за формулою 3:

$$a = 2 * R_{np} - B_a - \sqrt{(2 * R_{np} - B_a)^2 - S_m^2} \quad (3)$$

Згідно з методикою, запропонованою В.А. Іларіоновим у 1980 році у видінні «Судова автотехнічна експертиза», розрахунок величини поперечного відхилення смуги руху проводився за формулами 4, 5, 6, 7:

$$\Theta_{max} = \frac{g * \phi' * L}{V}, \quad (4)$$

$$\gamma = \frac{V * \Theta_{max} * T \left(1 - \cos\left(\frac{2 * \pi * t}{T}\right) \right)}{2 * \pi * L}, \quad (5)$$

$$\begin{aligned} Y = & V * t \left[1 - 0.25 * \left(\frac{\Theta_{max} * V * T}{2 * \pi * L} \right)^2 \right] * \sin\left(\frac{\Theta_{max} * V * T}{2 * \pi * L}\right) - \\ & - \left(\frac{\Theta_{max} * V^2 * T^2}{4 * \pi^2 * L} \right) * \left[1 - \frac{1}{6} * \left(\frac{\Theta_{max} * V * T}{2 * \pi * L} \right)^2 \right] * \cos\left(\frac{\Theta_{max} * V * T}{2 * \pi * L}\right) * \sin\left(\frac{2 * \pi * t}{T}\right) - \\ & - \left(\frac{\Theta_{max}^2 * V^3 * T^3}{64 * \pi^3 * L^2} \right) * \sin\left(\frac{\Theta_{max} * V * T}{2 * \pi * L}\right) * \sin\left(\frac{4 * \pi * t}{T}\right) - \\ & - \left(\frac{\Theta_{max}^3 * V^4 * T^4}{1152 * \pi^4 * L^3} \right) * \left(3 * \sin\left(\frac{2 * \pi * t}{T}\right) - \sin\left(\frac{6 * \pi * t}{T}\right) \right) * \cos\left(\frac{\Theta_{max} * V * T}{2 * \pi * L}\right), \quad (6) \end{aligned}$$

$$Y_n = Y + Z_a * \gamma \quad (7)$$

- де: Θ_{max} — максимальний кут повороту рульових коліс за умовами заносу, рад;
 g — прискорення вільного падіння, м/с²;
 L — база автомобіля, м;
 V — експериментально визначена максимальна швидкість руху транспортного засобу при виконанні маневру, м/с;
 γ — максимальна величина курсового кута наприкінці маневру, рад;
 t — час виконання маневру, с;
 T — період, с:
 – для маневру типу «вхід у поворот» $T = 4*t$;
 – для маневру типу «вхід-вихід» $T = 2*t$;
 – для маневру типу «зміна смуги руху» $T = t$;
 Y — максимальна величина поперечного відхилення середньої точки заднього моста транспортного засобу, м;
 Z_a — довжина транспортного засобу, м.

Відповідно до методики, запропонованої В.А. Ілларіоновим у 1989 році у методичному листі для експертів «Розрахунок параметрів маневру транспортних засобів», розрахунок величини поперечного відхилення смуги руху проводився за формулами 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14:

– для маневру типу «вхід у поворот»:

$$\gamma = 63,6 * \frac{\varphi' * X}{V_a^2}, \quad (8)$$

$$Y = \frac{21,2 * X * \varphi'}{V_a^2}, \quad (9)$$

$$Y_n = Y + Z_a * \gamma \quad (10)$$

– для маневру типу «вхід-вихід»:

$$\gamma = 63,6 * \frac{\varphi' * X}{V_a^2}, \quad (11)$$

$$Y = \frac{31,8 * X^2 * \varphi'}{V_a^2}, \quad (12)$$

$$Y_n = Y + Z_a * \gamma, \quad (13)$$

– для маневру типу «зміна смуги руху»:

$$Y_n = \frac{16 * X^2 * \varphi'}{V_a^2}, \quad (14)$$

- де: X — відстань, яку подолав транспортний засіб при виконанні маневру, м;
 V_a — експериментально визначена максимальна швидкість руху транспортного засобу при виконанні маневру, км/год;
 Z_a — довжина транспортного засобу, м.

Після отримання експериментальних і розрахункових даних було визначено відносну похибку результатів розрахунків стосовно дійсного значення поперечно-го відхилення (зміщення смуги руху) кожного автомобіля. Результати розрахунків наведено у таблицях 1—3.

Таблиця 1

Розрахункові значення величини відхилення смуги руху автомобілів при виконанні маневру «вхід у поворот»

Марка автомобіля/ рік випуску/ марка та розмір шин	Методичні рекомендації, Н.М. Крісті ($\varphi' = \varphi = 0,8$)	Судова автотехнічна експертиза, В.А. Ілларіонов ($\varphi' = 0,7 * \varphi = 0,7 * 0,8 = 0,56$)		Методичний лист для експертів «Расчет параметров маневра транспортных средств» ($\varphi' = \varphi = 0,8$)	
	а, м	Y, м	Y _п , м	Y _м , м	Y _п , м
ВАЗ-2111/ 2005 р. в./ Planet Antel 175/70R13	3,29	1,02	2,04	1,06	2,20
Відн. пох., %	6,0	—	41,7	—	37,1
ВАЗ-21099/ 2007 р. в./ Кама-205 165/70R13	2,65	0,84	1,66	0,87	1,78
Відн. пох., %	24,3	—	52,6	—	49,1
Ford Mondeo/ 2007 р. в./ KUMNO 205/55R16	2,35	0,75	1,58	0,78	1,70
Відн. пох., %	32,9	—	54,9	—	51,4
Opel Corsa/ 2011 р. в./ Continental 185/65R15	2,04	0,66	1,26	0,68	1,36
Відн. пох., %	41,7	—	64,0	—	61,1
<i>Середня відносна похибка, %</i>	26,2	—	53,3	—	49,7

Таблиця 2

**Розрахункові значення величини відхилення смуги руху автомобілів
при виконанні маневру «вхід-вихід»**

Марка автомобіля/ рік випуску/ марка та розмір шин	Методичні рекомендації, Н.М. Крісті ($\varphi' = \varphi = 0,8$)	Судова автотехнічна експертиза, В.А. Ілларіонов ($\varphi' = 0,7 * \varphi = 0,7 * 0,8 = 0,56$)		Методичний лист для експертів «Расчет параметров маневра транспортных средств» ($\varphi' = \varphi = 0,8$)	
	а, м	Y, м	Y _п , м	Y _м , м	Y _п , м
ВАЗ-2111/ 2005 р. в./ 175/70R13	–	1,41	2,42	1,59	2,73
Відн. пох., %	–	–	30,8	–	22,0
ВАЗ-21099/ 2007 р. в./ Кама-205 ECO 165/70R133	–	1,20	2,05	1,35	2,30
Відн. пох., %	–	–	41,4	–	34,3
Ford Mondeo/ 2007 р. в./ KUMNO ESTA SPT 205/55R16	–	1,00	1,79	1,13	2,02
Відн. пох., %	–	–	48,8	–	42,3
Opel Corsa/ 2011 р. в./ Continental 185/65R15	–	0,94	1,56	1,05	1,75
Відн. пох., %	–	–	55,4	–	50,0
<i>Середня відносна похибка, %</i>	–	–	44,1	–	37,2

Таблиця 3

**Розрахункові значення величини відхилення (зміни) смуги руху
автомобілів при виконанні маневру «зміна смуги руху»**

Марка автомобіля/ рік випуску/ марка та розмір шин	Методичні рекомендації, Н.М. Крісті ($\varphi' = \varphi = 0,8$)	Судова автотехнічна експертиза, В.А. Ілларіонов ($\varphi' = 0,7 * \varphi = 0,7 * 0,8 = 0,56$)		Методичний лист для експертів «Расчет параметров маневра транспортных средств» ($\varphi' = \varphi = 0,8$)	
	а, м	Y, м	Y _п , м	Y _м , м	Y _п , м
ВАЗ-2111/ 2005 р. в./ Planet Antel 175/70R13	1,35	0,59	0,59	0,67	0,67
Відн. пох., %	61,4	–	83,1	–	80,8
ВАЗ-21099/ 2007 р. в./ Кама-205 165/70R13	1,12	0,49	0,49	0,56	0,56
Відн. пох., %	68,0	–	86,0	–	84,0
Ford Mondeo/ 2007 р. в./ KUMNO ESTA SPT 205/55R16	1,14	0,50	0,50	0,57	0,57

Відн. пох., %	67,4	—	85,7	—	83,7
Opel Corsa/ 2011 р. в./ Continental 185/65R15	0,93	0,41	0,41	0,46	0,46
Відн. пох., %	73,4	—	88,3	—	86,8
<i>Середня відносна похибка, %</i>	67,6	—	85,6	—	83,8

За результатами аналізу ходових випробувань і проведених розрахунків можна дійти таких висновків:

– відомі експертні методики розрахунку маневру автомобіля побудовані на основі низки припущень, які спрощують розрахунки і знижують їх точність. У результаті дослідження того самого маневру за різними методиками отримані розрахункові значення відрізняються один від одного і можуть відрізнятися настільки, що це може призвести до протилежних експертних висновків (цю проблему окреслено в експертних колах);

– розрахункові значення максимального поперечного відхилення смуги руху легкових автомобілів при всіх типах маневру значно відрізняються від дійсних значень, отриманих експериментальним шляхом — відносна похибка становить 21—88 % (за винятком розрахунку маневру типу «вхід у поворот» за методикою Н.М. Крісті, де відносна похибка становить 6 %);

– для отримання точніших та об'єктивніших параметрів маневру сучасного автомобіля під час проведення автотехнічної експертизи слід застосовувати експериментальний метод дослідження, продовжуючи при цьому вдосконалювати розрахунковий метод.

Список використаної літератури

1. *Правила дорожнього руху*. Офіційне видання / [кол. авт. Наук-досл. центру безп. дор. руху та ГУДАІ МВС України]. — К. : Арій, 2009. — 64 с. : ил.
2. *Кристи Н.М.* Методические рекомендации по производству автотехнической экспертизы / Н.М. Кристи. — М. : ЦНИИЛСЭ, 1971. — 123 с.
3. *Судебная автотехническая экспертиза* / [под ред. Илларионова В.А.]. — М. : ВНИИСЭ, 1980. — Ч. 2. — 485 с.
4. *Расчет параметров маневра транспортных средств* : методическое письмо для экспертов. — М. : ВНИИСЭ, 1989. — 31 с.
5. *Засоби транспортні дорожні. Стійкість. Методи визначення основних параметрів випробуваннями* : ДСТУ 3310-96. — [Чинний від 1997-01-01]. — К. : Держстандарт України, 1996. — 10 с.