

УДК 656.08

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ МАНЕВРА АВТОМОБИЛЯ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ДТП

**Е.Л. Стариков, старший эксперт сектора автотехнических исследований НИЭКЦ  
ГУМВД Украины в Харьковской обл., майор милиции**

*Аннотация.* Рассмотрена проблематика исследования обстоятельств дорожно-транспортных происшествий, связанных с маневром автомобиля. Проанализированы недостатки существующих расчетных методик исследования маневров автомобилей. Предложено синтезировать расчетную и экспериментальную методики исследования маневра.

*Ключевые слова:* автомобиль, дорожно-транспортное происшествие, маневр, расчет, ходовые испытания.

## ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ МАНЕВРУ АВТОМОБІЛЯ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ДТП

**Є.Л. Старіков, старший експерт сектора автотехнічних досліджень НДЕКЦ  
ГУМВС України в Харківській обл., майор міліції**

*Анотація.* Розглянуто проблематику дослідження обставин дорожньо-транспортних подій, пов'язаних із маневром автомобіля. Проаналізовано недоліки існуючих розрахункових методик дослідження маневрів автомобілів. Запропоновано синтезувати розрахункову й експериментальну методики дослідження маневру.

*Ключові слова:* автомобіль, дорожньо-транспортна подія, маневр, розрахунок, ходові випробування.

## DETERMINATION OF PARAMETERS OF VEHICLE'S MANEUVER AT ROAD ACCIDENTS INVESTIGATION

**E. Starikov, Senior Expert of Research Forensic Center of the Main Department of the  
Ministry of Internal Affairs of Ukraine in Kharkiv Region, major of militia**

*Abstract.* Problems of research of road accidents cause related to vehicle's maneuver is examined. Disadvantages of modern calculation methods of research of steering movements are analyzed. The author proposed to synthesize the calculated and experimental research methods for maneuver investigation.

*Key words:* vehicle, road accident, maneuver, calculation, running tests.

### Введение

В данной работе рассмотрены варианты исследования дорожно-транспортного происшествия (ДТП), связанные с определением наличия у водителя технической возможности предотвратить происшествие путем маневра. На основании экспериментальных и теоретических исследований автором сформулированы конкретные рекомендации по исследованию обстоятельств ДТП, связан-

ных с исследованием маневра автомобиля. Данные рекомендации позволят уточнить параметры маневра автомобиля, что, в свою очередь, позволит органам расследования и суду избежать незаконного решения по делу о ДТП.

### Анализ публикаций

Современной литературы, где были бы приведены рекомендации по производству су-

дебной автотехнической экспертизы, немного. Литературы, где были бы приведены рекомендации по экспертному исследованию маневра автомобиля, еще меньше.

В настоящее время в Украине при производстве судебной автотехнической экспертизы маневр транспортного средства рекомендовано исследовать по одной из трех экспертных методик:

- методике, предложенной Н.М. Кристи в «Методических рекомендациях по проведению автотехнической экспертизы» в 1971 году [2];
- методике, предложенной В.А. Илларионовым в ч. 2 «Судебной автотехнической экспертизы» в 1980 году [3];
- методике, предложенной В.А. Илларионовым в методическом письме для экспертов «Расчет параметров маневра транспортных средств» в 1989 году [4].

Указанные методики основаны на данных, полученных при испытании автомобилей, которые выпускались в СССР в 60–70 годах прошлого века. При этом авторы методик указывали на то, что данные методики нуждаются в уточнении.

Кроме того, эти методики позволяют исследовать маневр автомобиля только при его равномерном движении. Конструктивные особенности современных автомобилей позволяют водителям одновременно маневрировать и изменять скорость движения автомобиля. Методики, которые позволили бы исследовать маневр автомобиля в процессе разгона либо торможения, в настоящее время отсутствуют.

#### **Цель и постановка задачи**

Цель работы – усовершенствовать расчетный метод определения параметров движения транспортных средств в процессе маневра при исследовании обстоятельств ДТП.

Задача: рассмотреть проблемные вопросы определения параметров движения транспортных средств в процессе маневра при исследовании обстоятельств ДТП; синтезировать расчетный и экспериментальный методы определения параметров движения транспортных средств в процессе маневра при исследовании обстоятельств ДТП.

#### **Определение параметров маневра автомобиля при исследовании обстоятельств ДТП**

При возникновении препятствия для движения Правилами дорожного движения, действующими в Украине, предусмотрено два способа предотвращения дорожно-транспортного происшествия (ДТП): снижение скорости движения транспортного средства или безопасный объезд препятствия [1]. В связи с этим при расследовании ДТП суд или органы дознания часто ставят перед экспертами вопрос: «Располагал ли водитель транспортного средства технической возможностью осуществить безопасный объезд препятствия на указанном расстоянии?». Для ответа на этот вопрос эксперту необходимо рассчитать траекторию движения транспортного средства в процессе маневра.

Как было указано выше, в настоящее время в Украине при производстве судебной автотехнической экспертизы используются три экспертных методики исследования маневра автомобиля.

В общем виде методика решения вопроса о наличии либо отсутствии у водителя технической возможности предотвратить ДТП заключается в сравнении двух величин: величины, которая необходима для предотвращения ДТП, и величины, которой располагал водитель; например, путем сравнения расстояния, на котором находился автомобиль от места ДТП в момент возникновения препятствия для движения, и расстояния, которое необходимо водителю для осуществления маневра и безопасного объезда препятствия.

Установить действительную траекторию движения автомобиля при маневре не представляется возможным, так как невозможно точно установить, на какой угол и с какой скоростью водитель поворачивал рулевое колесо во время маневра. Но этого и не нужно для решения вопроса о наличии либо отсутствии у водителя технической возможности предотвратить ДТП путем осуществления маневра. При решении данного вопроса эксперт должен установить, что было бы, если бы водитель автомобиля своевременно применил маневр, маневрируя при этом по минимально возможному радиусу в данных дорожных условиях. Таким образом, реше-

ние данного вопроса принципиально не отличается от решения вопроса о наличии либо отсутствии у водителя технической возможности предотвратить происшествие путем торможения. Если в последнем случае эксперт сравнивает фактическое удаление автомобиля от места ДТП с остановочным путем автомобиля (с минимальным расстоянием, необходимым водителю для остановки автомобиля), то в случае решения вопроса о наличии либо отсутствии у водителя технической возможности предотвратить ДТП путем осуществления маневра эксперт сравнивает фактическое удаление автомобиля от места ДТП с минимальным расстоянием, необходимым водителю для безопасного объезда препятствия.

Следует заметить, что ни одна из вышеупомянутых методик не отменяет и не опровергает другую. Выбор методики исследования маневра транспортного средства не регламентирован, т.е. эксперт может выбирать методику по своему усмотрению. В то же время результаты исследования одного и того же маневра транспортного средства по разным методикам могут существенно отличаться, что, при определенных обстоятельствах ДТП, может привести к получению противоположных выводов при одних и тех же исходных данных.

Например: при расчете по одной из методик эксперт может получить выводы о наличии у водителя технической возможности безопасно объехать препятствие, а при расчете по другой методике, но с теми же исходными данными, эксперт может получить выводы об отсутствии у водителя такой возможности.

В связи с этим возник вопрос: какая из вышеуказанных экспертных методик наиболее точно рассчитывает параметры маневра современного автомобиля? Теоретически ответить на данный вопрос не представляется возможным, так как каждая из экспертных методик была основана на определенных допущениях. Ответ на данный вопрос можно получить только при экспериментальных исследованиях.

Для того чтобы избежать возможных противоречивых и неоднозначных выводов эксперта при исследовании маневра автомобиля, экспертами НИЭКЦ при ГУМВД Украины в

Харьковской области и учеными Харьковского национального автомобильно-дорожного университета (ХНАДУ) проводились многофакторные экспериментальные исследования с использованием нескольких легковых автомобилей и шин различных марок.



Рис. 1. Ходовые испытания автомобиля VAZ-2111

Экспериментальные исследования маневров проводились с учетом требований ДСТУ 3310-96 к проведению испытаний на устойчивость движения автомобиля [5].

После систематизации и обработки результатов экспериментальных исследований были проведены расчеты по трем существующим в Украине методикам, рекомендованным для экспертного исследования маневра автомобиля. Во избежание механической ошибки при сложных расчетах они проводились при помощи программы Mathcad.

Так, например, при исследовании маневра смена полосы движения (рис. 2), согласно расчетам по методике, предложенной Н.М. Кристи в 1971 г., наибольшее поперечное смещение полосы движения автомобиля категории М1 (Форд Мондео) при заданной скорости 57 км/ч на участке 12 м (на участке с сухим асфальтобетонным покрытием) составляет 1,14 м, что определено по формулам [1]

$$R_{\text{пр}} = \frac{V_a^2}{127 \cdot \phi'} + 0,5 \cdot B_a =$$

$$= \frac{57^2}{127 \cdot 0,8} + 0,5 \cdot 1,7 = 32,8, \quad (1)$$

$$y = 2 \cdot R_{\text{пр}} - B_a - \sqrt{(2 \cdot R_{\text{пр}} - B_a)^2 - S_m^2} =$$

$$= 2 \cdot 32,8 - 1,7 - \sqrt{(2 \cdot 32,8 - 1,7)^2 - 12^2} = 1,14, \quad (2)$$

где  $R_{\text{пр}}$  – предельный (максимальный) радиус поворота внешней габаритной точки автомобиля по условию сцепления колес с дорогой, м;  $V_a$  – скорость движения автомобиля: 57 км/ч;  $\phi'$  – коэффициент сцепления колес с

дорогой при боковом скольжении: 0,8;  $B_a$  – габаритная ширина автомобиля категории М1 1,7 м;  $S_m$  – расстояние, которое преодолел автомобиль в процессе маневра: 12 м.

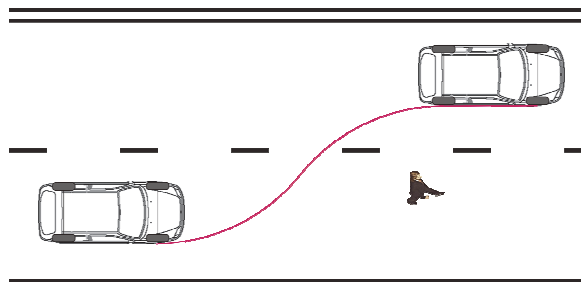


Рис. 2. Маневр «смена полосы движения»

Согласно расчетам по методике, предложенной В.А. Илларионовым в 1980 г., наибольшее поперечное смещение полосы движения автомобиля категории М1 (Форд Мондео) при заданной скорости 57 км/ч на участке

$$\begin{aligned}
 Y &= \frac{V_a \cdot t}{3,6} \cdot \left[ 1 - 0,25 \cdot \left( \frac{\theta_{\max} \cdot (V_a / 3,6) \cdot T}{2 \cdot \pi \cdot L} \right)^2 \right] \cdot \sin \left( \frac{\theta_{\max} \cdot (V_a / 3,6) \cdot T}{2 \cdot \pi \cdot L} \right) - \\
 &- \left( \frac{\theta_{\max} \cdot (V_a / 3,6)^2 \cdot T^2}{2 \cdot \pi^2 \cdot L} \right) \cdot \left[ 1 - \frac{1}{6} \cdot \left( \frac{\theta_{\max} \cdot (V_a / 3,6) \cdot T}{2 \cdot \pi \cdot L} \right)^2 \right] \cdot \cos \left( \frac{\theta_{\max} \cdot (V_a / 3,6) \cdot T}{2 \cdot \pi \cdot L} \right) \cdot \sin \left( \frac{2 \cdot \pi \cdot t}{T} \right) - \\
 &- \left( \frac{\theta_{\max}^2 \cdot (V_a / 3,6)^3 \cdot T^3}{64 \cdot \pi^3 \cdot L^2} \right) \cdot \sin \left( \frac{\theta_{\max} \cdot (V_a / 3,6) \cdot T}{2 \cdot \pi \cdot L} \right) \cdot \sin \left( \frac{4 \cdot \pi \cdot t}{T} \right) - \\
 &- \left( \frac{\theta_{\max}^3 \cdot (V_a / 3,6)^4 \cdot T^4}{1152 \cdot \pi^4 \cdot L^3} \right) \cdot \left( 3 \cdot \sin \left( \frac{2 \cdot \pi \cdot t}{T} \right) - \sin \left( \frac{6 \cdot \pi \cdot t}{T} \right) \cdot \cos \left( \frac{\theta_{\max} \cdot (V_a / 3,6) \cdot T}{2 \cdot \pi \cdot L} \right) \right) = \\
 &= \frac{57 \cdot 0,758}{3,6} \cdot \left[ 1 - 0,25 \cdot \left( \frac{0,06 \cdot (57 / 3,6) \cdot 0,758}{2 \cdot 3,14 \cdot 2,8} \right)^2 \right] \cdot \sin \left( \frac{0,06 \cdot (57 / 3,6) \cdot 0,758}{2 \cdot 3,14 \cdot 2,8} \right) - \\
 &- \left( \frac{0,06 \cdot (57 / 3,6)^2 \cdot 0,758^2}{2 \cdot 3,14^2 \cdot 2,8} \right) \cdot \left[ 1 - \frac{1}{6} \cdot \left( \frac{0,06 \cdot (57 / 3,6) \cdot 0,758}{2 \cdot 3,14 \cdot 2,8} \right)^2 \right] \cdot \cos \left( \frac{0,06 \cdot (57 / 3,6) \cdot 0,758}{2 \cdot 3,14 \cdot 2,8} \right) \times \\
 &\times \sin \left( \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,758}{0,758} \right) - \left( \frac{0,06^2 \cdot (57 / 3,6)^3 \cdot 0,758^3}{64 \cdot 3,14^3 \cdot 2,8^2} \right) \cdot \sin \left( \frac{0,06 \cdot (57 / 3,6) \cdot 0,758}{2 \cdot 3,14 \cdot 2,8} \right) \cdot \sin \left( \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 0,758}{0,758} \right) - \\
 &- \left( \frac{0,06^3 \cdot (57 / 3,6)^4 \cdot 0,758^4}{1152 \cdot 3,14^4 \cdot 2,8^3} \right) \cdot \left( 3 \cdot \sin \left( \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,758}{0,758} \right) - \sin \left( \frac{6 \cdot 3,14 \cdot 0,758}{0,758} \right) \cdot \cos \left( \frac{0,06 \cdot (57 / 3,6) \cdot 0,758}{2 \cdot 3,14 \cdot 2,8} \right) \right) = 0,5,
 \end{aligned} \tag{6}$$

где  $t$  – время выполнения маневра: 0,758 с;  $X_m$  – расстояние, которое преодолел автомобиль в процессе маневра: 12 м;  $V_a$  – скорость движения автомобиля: 57 км/ч;  $T$  – период синусоидальной функции (при маневре смена полосы движения  $T = t$ ), 0,758 с;  $g$  – ускорение свободного падения: 9,81 м/с<sup>2</sup>;  $\phi$  – ко-

(12 м на участке с сухим асфальтобетонным покрытием) составляет 0,5 м, что определено по формулам [2]

$$t = \frac{3,6 \cdot \tilde{O}_1}{V_a} = \frac{3,6 \cdot 12}{57} = 0,758, \tag{3}$$

$$\theta_{\max} = \frac{g \cdot 0,7 \cdot \phi \cdot L}{(V_a / 3,6)^2} = \frac{9,81 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 2,8}{(57 / 3,6)^2} = 0,06, \tag{4}$$

$$\gamma = \frac{(V_a / 3,6) \cdot \theta_{\max} \cdot T \cdot \left( 1 - \cos \left( \frac{2\pi t}{T} \right) \right)}{2\pi L} = \tag{5}$$

$$= \frac{(57 / 3,6) \cdot 0,06 \cdot 0,758 \cdot \left( 1 - \cos \left( \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,758}{0,758} \right) \right)}{2 \cdot 3,14 \cdot 2,8} = 0,$$

эффицент сцепления колес с дорогой: 0,8;  $L$  – база автомобиля Форд Мондео 2006 года выпуска: 2,8 м;  $\theta_{\max}$  – максимально возможный угол поворота управляемых колес по условию заноса, 0,06 рад;  $\gamma$  – величина курсового угла в конце маневра, 0 рад.

Согласно расчетам по методике, предложенной В.А. Илларионовым в 1989 г., наибольшее поперечное смещение полосы движения автомобиля категории М1 (Форд Мондео) при заданной скорости 57 км/ч на участке 12 м (на участке с сухим асфальтобетонным покрытием) составляет 0,57 м, что определено по формуле [3]

$$Y = \frac{16 \cdot \varphi' \cdot X_1^2}{V_a^2} = \frac{16 \cdot 0,8 \cdot 12^2}{57^2} = 0,57, \quad (7)$$

где  $\varphi'$  – коэффициент сцепления колес с дорогой в поперечном направлении: 0,8;  $X_m$  – расстояние, которое преодолел автомобиль в процессе маневра: 12 м;  $V_a$  – скорость движения автомобиля: 57 км/ч.

Экспериментально было установлено, что на участке дороги 12 м с сухим асфальтобетонным покрытием при скорости 57 км/ч автомобиль категории М1 (Форд Мондео) может сместить полосу своего движения на 3,5 м.

При сравнении результатов расчетов с результатами ходовых испытаний следует сделать вывод о том, что ни одна из существующих расчетных методик исследования маневра автомобиля не дает объективных результатов, которые соответствовали бы действительным параметрам, установленным при испытаниях. Аналогичное расхождение расчетных и экспериментальных данных получается и при исследовании других типов маневров. В зависимости от типа маневра расчетная величина поперечного смещения полосы движения автомобиля в 3–7 раз меньше ее действительной величины, т.е. результаты расчетов по всем методикам исследования маневра занижают действительные значения величины отклонения (смещения) полосы движения автомобиля категории М1. Наиболее точной оказалась методика, предложенная Н.М. Кристи в «Методических рекомендациях по проведению автотехнической экспертизы» в 1971 году [2], наименее точной – методика, предложенная В.А. Илларионовым в ч. 2 «Судебной автотехнической экспертизы» в 1980 году [3].

Это объясняется тем, что существующие расчетные методики экспертного исследования маневра создавались в эпоху эксплуатации автомобилей ГАЗ-21, ГАЗ-24, Москвич-412, «Победа», ВАЗ-2101 с классической заднеприводной компоновкой, с недостаточной

поворачиваемостью, зависимой задней подвеской, червячным рулевым механизмом без усилителя, диагональной конструкцией шин, высоким расположением центра масс, при котором потеря устойчивости наступает по условию опрокидывания.

Современные легковые автомобили таких фирм, как BMW, Volkswagen, Toyota, Mercedes, Honda, Ford и многих других известных производителей Европы, Америки, Азии и Японии способны в несколько раз эффективнее выполнять маневр, чем советские автомобили 60–70 годов выпуска. Более эффективное маневрирование современных автомобилей достигается за счет применения переднеприводной компоновки, независимой подвески всех колес, реечного рулевого управления с усилителем, радиальной конструкции шин низкого профиля, внедрения электронных систем контроля над курсовой устойчивостью, низкого расположения центра масс, при котором потеря устойчивости наступает по условию скольжения колес.

### Выводы

В связи с вышеуказанными обстоятельствами при экспертном исследовании маневра транспортного средства предлагается выделять два варианта оценки действия водителя:

– первый вариант: если расчетами по одной из экспертных методик будет установлено, что водитель располагал технической возможностью осуществить безопасный объезд препятствия, то эксперт может сделать категорический вывод о наличии у водителя технической возможности предотвратить ДТП путем своевременного маневрирования;

– второй вариант: если расчет покажет неэффективность использования маневра в сложившейся дорожно-транспортной ситуации, то эксперт не должен делать категорический вывод об отсутствии у водителя технической возможности предотвратить ДТП путем своевременного маневрирования.

Во втором варианте возникает необходимость в проведении следственного эксперимента. Это поможет эксперту дать категорический вывод о наличии или отсутствии у водителя технической возможности избежать ДТП путем применения маневра. В свою очередь, это позволит следствию и суду избежать незаконного решения по делу о ДТП.

Для этого в настоящее время идет разработка и апробация экспериментального метода определения параметров маневра автомобиля и дальнейшее усовершенствование расчетного метода.

### Литература

1. Правила дорожнього руху: Офіційне видання. – К.: Арії, 2009. – 64 с.
2. Кристи Н.М. Методические рекомендации по производству автотехнической экспертизы / Н.М. Кристи. – М.: ЦНИИЛСЭ, 1971. – 124 с.
3. Судебная автотехническая экспертиза. Ч. 2 ; под ред. Илларионова В.А. – М.: ВНИИСЭ, 1980. – 484 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 27.02.1996 р. – К.: Держстандарт України, 1996. – 10 с.

Рецензент: А.С. Полянский, профессор, д.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 18 апреля 2013 г.

---