

УДК 629.3.027

EDN JMNMHN

## К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА УПРАВЛЯЕМОСТЬ В ЭКСПЕРТНОЙ ПРАКТИКЕ

**С.Е. Манянин**ORCID: 0009-0003-0245-0638 e-mail: [sergmanian@yandex.ru](mailto:sergmanian@yandex.ru)Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева  
*Нижний Новгород, Россия***Ю.И. Молев**ORCID: 0000-0002-0429-4590 e-mail: [moleff@yandex.ru](mailto:moleff@yandex.ru)Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева  
*Нижний Новгород, Россия***Д.Н. Прошин**ORCID: 0000-0002-8620-157X e-mail: [proshdn@mail.ru](mailto:proshdn@mail.ru)Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева  
*Нижний Новгород, Россия***Н.И. Чакров**ORCID: 0009-0006-1522-1879 e-mail: [chakrov\\_ni@mail.ru](mailto:chakrov_ni@mail.ru)Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева  
*Нижний Новгород, Россия*

Представлены результаты анализа экспертной практики при рассмотрении причин возникновения ДТП. Выявлено различие в методиках разбора возникновения и развития дорожных инцидентов. Предложено оценивать техническую возможность избежать ДТП при помощи маневра перестроения. Единственный методологический подход основан на анализе предотвращения аварии методом торможения: разделения технической возможности автомобиля выполнить требуемый маневр и психофизических возможностей водителя обеспечить необходимые управляющие воздействия. Результаты позволяют обозначить наиболее эффективные пути повышения безопасности движения и повысить точность экспертных исследований.

**Ключевые слова:** управляемость автомобилей; экспертиза дорожно-транспортных происшествий; маневр перестроения; предотвращение аварии; метод торможения; безопасность дорожного движения.

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** Манянин, С.Е. К вопросу применения результатов испытаний транспортных средств на управляемость в экспертной практике / С.Е. Манянин, Ю.И. Молев, Д.Н. Прошин, Н.И. Чакров // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2026. № 2. С. 107-116. EDN JMNMHN

## ON THE APPLICATION OF VEHICLE HANDLING TEST RESULTS IN EXPERT PRACTICE

**S.E. Manyanin**ORCID: 0009-0003-0245-0638 e-mail: [sergmanian@yandex.ru](mailto:sergmanian@yandex.ru)Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev  
*Nizhny Novgorod, Russia*

**Yu.I. Molev**

ORCID: **0000-0002-0429-4590** e-mail: **moleff@yandex.ru**  
Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev  
*Nizhny Novgorod, Russia*

**D.N. Prohin**

ORCID: **0000-0002-8620-157X** e-mail: **proshdn@mail.ru**  
Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev  
*Nizhny Novgorod, Russia*

**N.I. Chakrov**

ORCID: **0009-0006-1522-1879** e-mail: **chakrov\_ni@mail.ru**  
Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev  
*Nizhny Novgorod, Russia*

**Abstract.** The article presents the results of an analysis of expert practice when considering the causes of a road accident. A difference in methods for analyzing the occurrence and development of road accident was revealed. It is proposed to evaluate the technical possibility of avoiding an accident using a lane change maneuver. The only methodological approach is based on the analysis of accident prevention using braking method: separating the technical capability of the vehicle to perform the required maneuver and the psychophysical capabilities of the driver to provide the necessary control actions. The results make it possible to identify the most effective ways to improve traffic safety and improve the accuracy of expert research.

**Key words:** car handling; road accident expertise; lane change maneuver; accident prevention; braking method; road safety.

**FOR CITATION:** S.E. Manyanin, Yu.I. Molev, D.N. Prohin, N.I. Chakrov. On the application of vehicle handling test results in expert practice. Transactions of NNSTU n.a. R.E. Alekseev. 2026. № 2. Pp. C. 107-116. EDN JMNMHN

**Введение**

Проблема аварийности на автомобильном транспорте во всех странах мира продолжает оставаться актуальной. Правительства и общественные организации прилагают серьезные усилия для ее решения. По данным Всемирной Организации Здравоохранения [1], в странах Европейского Союза смертность от ДТП за последние два десятилетия снизилась более чем в пять раз, в России – в два раза. Немалую роль в этом процессе сыграло совершенствование конструкций транспортных средств (ТС) и обеспечение их безопасного функционирования [2]. Минимально допустимые требования к показателям ТС, влияющим на безопасность дорожного движения, закреплены в международных (Правила ЕЭЕ ООН, Глобальные Технические Правила), межгосударственных (Технический регламент таможенного союза) и в национальных (ГОСТы, ОСТы) нормативных документах [3-5].

Одним из основных путей совершенствования требований к конструкции автомобилей является обработка экспериментальных данных по влиянию конструктивных параметров на их аварийность. В первую очередь, это относилось к тормозным системам автомобилей [6, 7]. В работах С.Г. Зубрицкого и К.А. Кириллова [8, 9] было проанализировано влияние на эффективность работы тормозов изменение положения центра масс автомобиля. Полученные данные позволили разработать методику определения технической возможности избежать столкновения в зависимости от конкретных условий возникновения аварийной ситуации [10, 11]. При этом отдельно рассчитывался тормозной путь автомобиля, позволяющий определить техническую возможность ТС прекратить движение, и остановочный путь, характеризующий психофизические параметры водителя методом учета времени реакции. Данный метод, несмотря на ряд недостатков, связанных с усреднением в расчетах параметров, в целом позволяет адекватно проводить анализ развития аварийной ситуации при экстренном торможении.

Значительное количество ДТП возникает при маневрировании автомобилей, что делает необходимой оценку действиям водителей и в таких ситуациях. Однако единый методологический подход к решению указанной проблемы отсутствует. В тех же работах В.А. Иларионова и Ю.Б. Суворова [10, 11] в основу решения о возможности отклонения автомобиля от заданной траектории движения положены зависимости, основанные на предположении, что при контраварийном маневрировании не происходит сноса ни одной из осей (центробежная сила меньше силы сцепления колеса с дорогой). Данный подход противоречит результатам экспериментальных исследований [12], согласно которым при проведении испытаний на управляемость движение ТС происходит со значительным (до 15-20<sup>0</sup>) уводом колес.

Вторая часть поставленной задачи, а именно оценка действий водителей при выполнении маневров, в настоящее время вообще не нашла отражения в научной литературе. Распространение показателей времени реакции водителей на возникшую опасную ситуацию данных, разработанных для случая торможения, что практикуется рядом экспертов, является ошибочным, как минимум, из-за того, что одним из составляющих частей данного процесса является его моторная часть, связанная, в том числе, с переносом ноги на педаль тормоза. Это отсутствует в процессе маневрирования, так как руки водителя уже находятся на рулевом колесе. Необходимо также отметить, что в отличие от торможения, кроме реакции, от водителя требуется постоянный контроль траектории движения ТС для возвращения его в первоначальное направление движения. Простое отклонение направления движения в большинстве случаев приводит к выезду ТС за пределы проезжей части дороги и совершение столкновения уже с объектами дорожной обстановки (рис. 1).



**Рис. 1. Типичная траектория движения перед ДТП автомобиля, водитель которого не справился с управлением (при наличии времени реакции на начало выполнения маневра)**  
**Fig. 1. A typical trajectory before an accident of a vehicle whose driver has lost control (given the time to react to the start of the maneuver)**

Таким образом, специфика проведения экспериментальных исследований требует единого методологического подхода к анализу технической возможности водителя избежать ДТП методом объезда препятствия. Он должен включать два раздела:

1) анализ технической возможности автомобиля двигаться по заданной траектории, основанный на результатах экспериментальных исследований, в том числе, при проведении сертификационных испытаний;

2) статистическое обобщение возможностей действий водителей, включая не только время реакции, но и способность контролировать движение автомобиля при резком контраварийном маневре.

### Методы

В общем виде возможность избежать столкновения может быть оценено на основе возможности автомобиля отклониться от прямолинейного движения на величину  $B$  при начале маневра на расстоянии  $S$  от препятствия при движении со скоростью  $V$ . При этом необходимый радиус кривизны траектории может быть определен как [13]:

$$R = \frac{S^2}{4B}$$

а действующее на автомобиль боковое ускорение как:

$$a = \frac{4BV^2}{S^2}$$

При этом максимально возможная величина бокового ускорения, при которой автомобиль продолжает удерживаться на траектории, может быть найдена из условий Глобальных Технических Правил № 8 [13]:

$$\begin{aligned} \Delta S = 2,037 \left(1 - \frac{a}{1,5g}\right) = 0,207 &\rightarrow \frac{2,037}{0,207} - \frac{2,037}{0,207} \frac{a}{1,5g} = 1 \\ 9,84 = 1 + 9,84 \frac{a}{1,5g} &\rightarrow 9,84 - 1 = 9,84 \frac{a}{1,5g} \rightarrow a = 1,5g \left(\frac{9,84 - 1}{9,84}\right) \\ a = 1,5g \left(1 - \frac{1}{9,84}\right) &= 1,35g, \end{aligned} \quad (3)$$

где 2,037 м – суммарное отклонение траектории от прямолинейной при идеализированной траектории в виде движения материальной точки с заданным управляющим воздействием, 1,5 g – идеализированное боковое ускорение, создаваемое управляющим воздействием, 0,207 – допустимая разница между отклонением реальной траекторией движения автомобиля от идеализированной.

Тогда допустимая величина возможных отклонений движения при контраварийном маневре в зависимости от скорости движения может быть определена из уравнения [13]:

$$a < 1,35g \rightarrow B < \frac{1,35gS^2}{4V^2} \quad (4)$$

В графическом виде приведенная зависимость показана на рис. 2.

Для ТС категории М2 с длиной от 8 до 12 м и ТС категории N1 и N2 допустимое отклонение в траектории движения составляет 0,37 м, что соответствует боковому ускорению, равному:

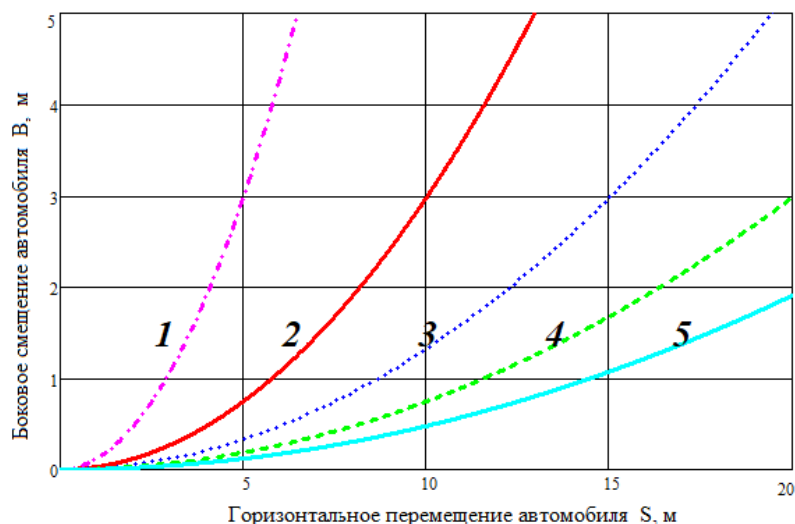
$$a = 1,5g \left(1 - \frac{1}{5,5}\right) = 1,32g \quad (6)$$

Для ТС категории М3 допустимое отклонение в траектории движения составляет 0,6 м, что соответствует боковому ускорению, равному:

$$a = 1,5g \left(1 - \frac{1}{3,3}\right) = 1,2g \quad (7)$$

Для ТС категории N3 допустимое отклонение в траектории движения составляет 0,72 м, что соответствует боковому ускорению, равному:

$$a = 1,5g \left(1 - \frac{1}{2,8}\right) = 1,14g \quad (8)$$



**Рис. 2. Зависимость максимально возможного бокового смещения автомобиля от расстояния, за которое следует выполнить рассматриваемый маневр:**

1 – для скорости движения 20 км/ч; 2 – для скорости движения 40 км/ч; 3 – для скорости движения 60 км/ч; 4 – для скорости движения 80 км/ч; 5 – для скорости движения 100 км/ч

**Fig. 2. Dependence of the maximum possible lateral displacement of the vehicle on the distance over which the maneuver in question must be performed:**

1 – speed of 20 km/h; 2 – speed of 40 km/h; 3 – speed of 60 km/h; 4 – speed of 80 km/h; 5 – speed of 100 km/h

Автомобиль при воздействии на рулевое управление не имеет технической возможности сразу изменить направление движения. Задержка, обусловленная инерционностью системы, в теории систем носит название переходного процесса. Математический аппарат отыскания данной зависимости подробно описан в [14], где установлено наличие зависимости длительности переходного процесса от длины ТС. Управляемость автомобилей при выполнении маневра «переставка» оценивается скоростью движения автомобиля, при которой он за 20 м способен перестроится в соседнюю полосу движения. Для автомобилей категории М1 данная величина должна быть не менее 83 км/ч. Соседней полосой считается положение, отстоящее от начального направления движения на ширину автомобиля и на безопасный боковой интервал, величина которого установлена равной 0,25 м. Считая, что ширина легкового автомобиля составляет 1,75 м, принимаем общую расчетную величину смещения, равную 2 м. Тогда, исходя из уравнения (4), может быть получено расстояние, которое требуется для совершения данного маневра:

$$S < \sqrt{\frac{B4V^2}{\eta g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 4 \cdot (23,0555)^2}{1,35 \cdot 9,8}} = 17,92 \text{ м}, \quad (9)$$

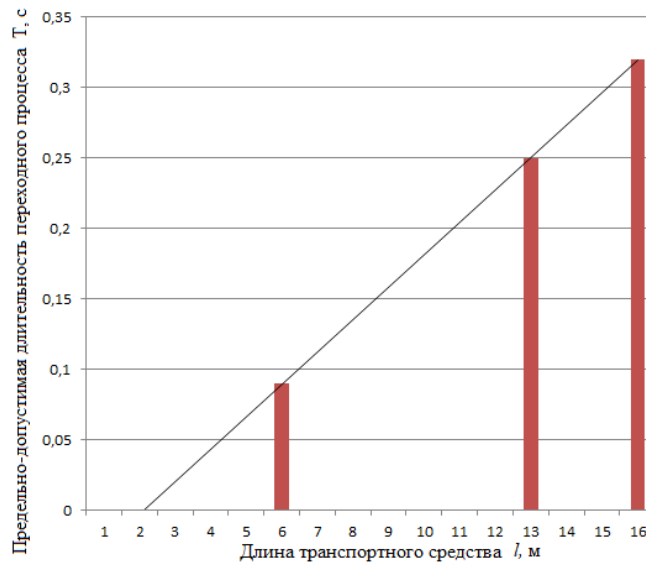
где 23,0555 – скорость 83 км/ч, приведенная к размерности м/с.

Полученный результат свидетельствует о наличии запаса по расстоянию для выполнения маневра «переставка», равного  $20,0 - 17,92 = 2,08$  м.  $\eta$  – коэффициент снижения бокового ускорения при отклонении автомобиля от идеализированной траектории, равный 1,35 для автомобилей категории М1, и ТС категории М2 с длиной до 8 м, 1,32 для ТС категории М2 с длиной от 8 до 12 м и ТС категории N1 и N2, 1,2 для ТС категории М3 и 1,14 для ТС категории N3. На скорости 83 км/ч (23,0555с) это расстояние проходится за  $2,08/23,055 = 0,09$  с, что говорит о том, что суммарная длительность всех переходных процессов для легковых автомобилей при маневрировании не должна быть больше 0,09 с.

Для ТС категории М2 длиной до 8 м, перестроение которых должно осуществляться на скорости не менее 71 км/ч (19,72 м/с) на величину 2,25 м, расстояние, требуемое для данного

маневра, составит 15,8 м, что дает предельную длительность переходных процессов 0,212 с. Для ТС категорий N и M длиной до 12 м, перестроение которых должно осуществляться на скорости не менее 63 км/ч (17,5 м/с) на величину 2,75 м, расстояние, требуемое для данного маневра, составит 16,13 м, что дает предельную длительность переходного процесса 0,22 с. Для ТС категории M длиной до 15 м, перестроение которых должно осуществляться на скорости не менее 56 км/ч (15,55 м/с) на величину 2,75 м, расстояние, требуемое для данного маневра, составит 15 м, что дает предельную длительность переходного процесса 0,319 с.

Зависимость между длительностью переходного процесса и длиной ТС в графическом виде приведена на рис. 3.



**Рис. 3. Соотношение между длиной транспортного средства и предельно допустимой длительностью переходного процесса в рулевом управлении**

**Fig. 3. The relationship between the length of the vehicle and the maximum permissible duration of the transient process in the steering control**

Полученное соотношение со 100 % точностью может быть аппроксимировано уравнением:

$$T = 0,023L + 0,048 \quad (10)$$

Экспериментальные данные по изменению параметров управляемости автомобилей на дорогах со скользким покрытием приведены в работах [15, 16]. Согласно полученным результатам, скорость поворота автомобиля при первом управляющем воздействии не отличается от параметров движения на сухом асфальтовом покрытии. При втором управляющем воздействии возрастает длительность переходного процесса, а на третьем уменьшается угловая скорость вращения автомобиля, что приводит к постоянному боковому движению автомобиля, не оснащенного системой стабилизации движения, при прямолинейном положении колес. Для автомобиля, оснащенного системами стабилизации движения, боковое скольжение купируется в течение 0,7-1,0 сек. Для предотвращения такого движения автомобиля в работе [16] ограничивается скорость движения автомобиля на скользких поверхностях до 45 км/ч. Угол поворота управляемого колеса в 3,3 раза превышает угол, при котором автомобиль двигался без скольжения, вместо 5, как это принято в испытаниях на сухих поверхностях:

$$a = 3,3 \frac{\varphi g}{2} = 0,165g, \quad (11)$$

где  $\varphi$  – коэффициент сцепления колеса с дорогой.

Испытания, проведенные в НГТУ на покрытиях со сниженными на 25 % свойствами показали, что скорость поворота автомобиля  $\dot{\alpha}$  снижается на 8 %, а длительность переходного

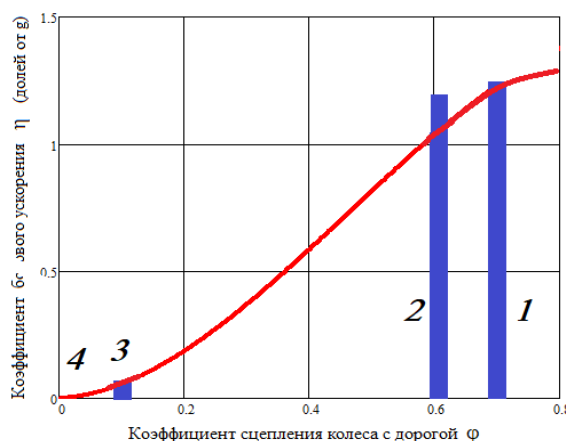
процесса – на 5,8 [12], что позволяет оценить изменение радиуса кривизны траектории до величины, равной:

$$R = \frac{V^2}{\dot{\alpha}}; R_0 = \frac{V^2}{\dot{\alpha}_0} \rightarrow \frac{R}{R_0} = \frac{\dot{\alpha}_0}{\dot{\alpha}} = \frac{1}{0,92} = 1,086$$

что с учетом уравнения (1) позволяет оценить относительное изменение отклонения величиной  $\sqrt{1,086}$  или 1,042. Тогда допустимое отклонение изменится с 0,207 до 0,215, а коэффициент  $\eta$  – с 1,35 до 1,34. Изменение значений коэффициента  $\eta$  от коэффициента сцепления колеса с точностью до 98 % может быть аппроксимировано выражением:

$$\eta = -3,4\varphi^3 + 4,72\varphi^2 + 0,12\varphi \tag{12}$$

Решение данной зависимости показано на рис. 4.



**Рис. 4. Изменение допустимой величины бокового ускорения при выполнении маневра «движение по усеченной траектории»**

1 – по нормам Глобальных Технических Правил № 8; 2 – по результатам испытаний [12],  
3 – по результатам испытаний [15], 4 – теоретическая точка показывающая, что при коэффициенте сцепления, равного 0, допустимое боковое ускорение также будет равно 0

**Fig. 4. Change in the permissible value of lateral acceleration when performing the maneuver «movement along a truncated trajectory»:**

1 – according to the Global Technical Regulation No. 8; 2 – according to the results of tests given in [12],  
3 – according to the results of tests given in [15], 4 – a theoretical point showing that with a coefficient of adhesion equal to 0, the permissible lateral acceleration will also be equal to 0

### Предлагаемое техническое решение

Полученные данные однозначно свидетельствуют, что на основании данных сертификационных испытаний может быть рассчитана техническая возможность ТС обогнуть препятствие на дороге. Как и в случае с определением технической возможности предотвратить ДТП, общий методологический подход будет состоять в сравнении расстояния, на котором возникла опасность для движения, с расстоянием, необходимым для объезда препятствия. Как и в случае торможения, расчет необходимого пути будет включать два этапа: расстояние, преодолеваемое автомобилем за время длительности переходного процесса, и собственно расстояние, необходимое для выполнения маневра на сухом асфальтовом покрытии:

$$S = 0,023L + 0,048 + \sqrt{\frac{B4V^2}{(-3,4\varphi^3 + 4,72\varphi^2 + 0,12\varphi)g}} \tag{13}$$

### Заключение

Посредством обработки экспериментальных данных показана возможность расчета технической возможности у ТС обогнуть препятствие. При этом, если для движения по сухим, мокрым и обледенелым поверхностям данные по движениям машин имеются, то для случая движения по снегу (как рыхлому, так и уплотненному) сведения отсутствуют. Поэтому для применения предложенной методики на весь диапазон дорожных поверхностей необходимо проведение дополнительных испытаний ТС в указанных условиях.

Настоящая работа посвящена рассмотрению технической возможности объехать препятствие со стороны именно ТС. Возможность водителя совершать данный маневр выходит за рамки данной работы и также требует дальнейших исследований [17].

### Библиографический список

1. World health statistics 2025: monitoring health for the SDGs, Sustainable Development Goals. – Geneva Switzerland: Published «World Health Organization». – 2025. – 78с.
2. The handbook of road safety measures. Second edition / Rune Elvik, Alena Høye, Truls Vaa, Michael Sørensen. Wagon Lane, Bingley BD16 1WA, UK Emerald Group Publishing Limited. 2009. – 1137 p.
3. **Пеньшин, Н.В.** Служба ГИБДД / Н.В. Пеньшин, В.С. Горюшинский. – Тамбов: ТГТУ, 2015. – 204 с.
4. **Мороз, С.М.** Обеспечение безопасности технического состояния автотранспортных средств в эксплуатации / С.М. Мороз. – М.: Академия, 2015. – 202 с.
5. **Рябчинский, А.И.** Международная и национальная регламентация пассивной безопасности транспортных средств // Автомобильная промышленность. – 2024. – № 7. – С. 1-6.
6. **Соцков, Д.А.** Повышение активной безопасности автотранспортных средств при торможении: дис. ... доктора техн. наук: 05.05.03 / Соцков Дмитрий Александрович. – М., 1988. – 546 с.
7. **Христофоров, Е.Н.** Конструктивная безопасность автотранспортных средств / Е.Н. Христофоров, Н.Е. Сакович, В.И. Лавров. – Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2011. – 200 с.
8. **Зубрицкий, С.Г.** Оценка влияния конструктивных изменений автотранспортных средств на безопасность их использования: дис. ... канд. техн. наук: 05.05.03 / Зубрицкий Сергей Григорьевич. – М., 2003. – 185 с.
9. **Кириллов, К.А.** Методика обеспечения безопасности колесных транспортных средств при внесении изменений в их конструкцию: дис. канд. техн. наук: 05.05.03 / Кириллов Кирилл Александрович. – М., 2020. – 230 с.
10. **Иларионов, В.А.** Экспертиза дорожно-транспортных происшествий / В.А. Иларионов. – М.: Транспорт, 1989. – 255 с.
11. **Суворов, Ю.Б.** Судебная дорожно-транспортная экспертиза. Судебно-экспертная оценка действия водителей и других лиц, ответственных за обеспечение безопасности Дорожного Движения, на участках ДТП. – М.: «Экзамен», 2003. – 132 с.
12. **Бутин, Д.А.** Исследование режимов качения пневматической шины при испытаниях управляемости и устойчивости / Д.А. Бутин, А.В. Тумасов, А.С. Вашурин [и др.] // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2018. – № 3(122). – С. 107-110.
13. **Молев, Ю.И.** Аналитическое сравнение показателей управляемости автомобилей при выполнении маневров «Переставка» и «Движение по усеченной траектории» / Ю.И. Молев, М.Г. Черевастов, С.В. Лазаревич [и др.] // Воронежский научно-технический вестник. – 2025. – Т. 1, № 1(51). – С. 114-124.
14. **Черевастов, М.Г.** Получение переходной функции автомобиля, представленного линейной расчетной двухмассовой моделью / М.Г. Черевастов, Ю.И. Молев // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2019. – № 3(126). – С. 171-180.
15. **Кристалльный, С.Р.** Критерии оценки эффективности действия систем электронного контроля устойчивости автомобилей / С.Р. Кристалльный, М.А. Топорков, В.А. Фомичев [и др.] // Автомобиль. Дорога. Инфраструктура. – 2015. – № 2(4). – С. 2.
16. **Иванов, А.М.** Критерий оценки эффективности действия систем электронного контроля устойчивости на льду для автомобилей, оснащенных шипованными шинами / А.М. Иванов, С.Р. Кристалльный [и др.] // Журнал автомобильных инженеров. – 2017. – № 4(105). – С. 24-27.

17. Буйленко, В.Я. Психологические особенности человека при управлении автомобильным транспортом / В.Я. Буйленко, С.В. Жанказиев, В.В. Дементенко [и др.]. – М: Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), 2017. – 172 с.

### References

1. World health statistics 2025: monitoring health for the SDGs, Sustainable Development Goals. Geneva: World Health Organization; 2025. 78 p.
2. Elvik R., Høyе A., Vaa T., Sørensen M. The handbook of road safety measures. 2nd ed. Wagon Lane: Emerald Group Publishing Limited; 2009. 1137 p.
3. Penshin N.V., Goryushinsky VS. Traffic police service: a textbook for university students studying in the bachelor's degree 230301 «Technology of transport processes». Tambov: Publishing house of FSBEI HPE «TSTU»; 2015. 204 p.
4. Moroz S.M. Ensuring the safety of the technical condition of vehicles in operation. Textbook for students of higher educational institutions studying in the bachelor's degree program Operation of transport and technological machines and complexes (training profiles «Cars and automotive industry», «Automotive service»), «Technical expertise of motor vehicles»). 2nd ed., revised. Moscow: Akademiya Publ.; 2015. 202 p.
5. Ryabchinsky A.I. International and national regulation of passive safety of vehicles. Automotive industry. 2024;(7):1-6.
6. Sotskov D.A. Povyshenie aktivnoy bezopasnosti avtotransportnykh sredstv pri tormozhenii [Increasing the active safety of motor vehicles during braking]. Dissertation of the Doctor of Technical Sciences. Moscow; 1989. 565 p. (in Russian).
7. Khristoforov E.N, Sakovich N.E, Lavrov V.I. Konstruktivnaya bezopasnost avtotransportnykh sredstv [Structural safety of motor vehicles]. Bryansk: Bryansk State Agrarian University; 2011. 200 p. (in Russian).
8. Zubrisky S.G. Otsenka vliyaniya konstruktivnykh izmeneniy avtotransportnykh sredstv na bezopasnost ikh ispolzovaniya [Assessment of the impact of structural changes in motor vehicles on the safety of their use]. Dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences. Moscow; 2003. 185 p. (in Russian).
9. Kirillov K.A. Metodika obespecheniya bezopasnosti kolesnykh transportnykh sredstv pri vnesenii izmeneniy v ikh konstruktsiyu [Methodology for ensuring the safety of wheeled vehicles when making changes to their design]. Dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences. Moscow: NAMI; 2022. 177 p. (in Russian).
10. Ilarionov V.A. Ekspertiza dorozhno-transportnykh proisshestviy [Expert examination of road traffic accidents]. Moscow: Transport; 1989. 255 p. (in Russian).
11. Suvorov Yu.B. Sudebnaya dorozhno-transportnaya ekspertiza. Sudebno-ekspertnaya otsenka deystviy voditeley i drugikh lits, otvetstvennykh za obespechenie bezopasnosti Dorozhnogo Dvizheniya, na uchastkakh DTP [Forensic road traffic accident examination. Forensic expert assessment of the actions of drivers and other persons responsible for ensuring road safety at accident sites]. Moscow: Ekzamen; 2003. 132 p. (in Russian).
12. Butin D.A., Tumasov A.V., Vashurin A.S., et al. Issledovanie rezhimov kacheniya pneumaticheskoy shiny pri ispytaniyakh upravlyaemosti i ustoychivosti [Investigation of pneumatic tire rolling modes during handling and stability tests]. *Trudy NGTU im. R.E. Alekseeva* [Transactions of NNSTU n.a. R.E. Alekseev]. 2018;(3):107-110. (in Russian).
13. Molev Yu.I., Cherevastov M.G., Lazarevich S.V., et al. Analiticheskoe sravnenie pokazateley upravlyaemosti avtomobiley pri vypolnenii manevrov «Perestavka» i «Dvizhenie po usechennoy traektorii» [Analytical comparison of vehicle handling performance during «Lane change» and «Truncated trajectory maneuvers»]. *Voronezhskiy nauchno-tekhnicheskiiy vestnik* [Voronezh Scientific and Technical Bulletin]. 2025;1(1):114-124. (in Russian).
14. Cherevastov M.G., Molev Yu.I. Poluchenie perekhodnoy funktsii avtomobilya, predstavlennoy lineynoy raschetnoy dvukhmasovoy model'yu [Obtaining the transfer function of a vehicle represented by a linear computational two-mass model]. *Trudy NGTU im. R.E. Alekseeva* [Transactions of NNSTU n.a. R.E. Alekseev]. 2019;(3):171-180. (in Russian).
15. Kristal'nyy S.R., Toporkov M.A., Fomichev V.A., et al. Kriterii otsenki effektivnosti deystviya sistem elektronnoy kontrolya ustoychivosti avtomobiley [Criteria for evaluating the effectiveness of electronic

- stability control systems of vehicles]. *Avtomobil'. Doroga. Infrastruktura* [Automobile. Road. Infrastructure]. 2015;(2):2. (in Russian).
16. Ivanov A.M., Kristalnyy S.R., Popov N.V., et al. Kriteriy otsenki effektivnosti deystviya sistem elektronogo kontrolya ustoychivosti na l'dyu dlya avtomobiley, osnashchennykh shipovannymi shinami [Criteria for evaluating the effectiveness of electronic stability control systems on ice for vehicles equipped with studded tires]. *Zhurnal avtomobil'nykh inzhenerov* [Journal of Automotive Engineers]. 2017;(4):24-27. (in Russian).
17. Buylenko V.Ya., Zhankaziev S.V., Dementienko V.V., et al. Psikhologicheskie osobennosti cheloveka pri upravlenii avtomobil'nyim transportom [Psychological characteristics of a person when driving motor vehicles]. Moscow: Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI); 2017. 172 p. (in Russian).

**Дата поступления  
в редакцию: 29.10.2025**

**Дата принятия  
к публикации: 18.02.2026**