

УДК 629.1.07

У.Ш. Вахидов¹, Ю.И. Молев¹, М.Г. Черевастов²
К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ ТИПА ПОВОРАЧИВАЕМОСТИ
ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА И НЕЗАВИСИМЫХ ПАРАМЕТРОВ
ДВИЖЕНИЯ НА КОЛИЧЕСТВО НЕУДАЧНЫХ
КОНТРАВАРИЙНЫХ МАНЕВРОВ

¹*Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева*

²*Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина*

Представлены результаты обработки статистических данных о дорожно-транспортных происшествиях, позволяющие оценить влияние различных параметров, в том числе, формирующих управляемость автомобиля, на безопасность дорожного движения. Обобщены результаты дисперсионного и корреляционного анализа, оценивающие влияние скорости движения и состояния дорожного покрытия на количество неудачных контраварийных маневров транспортных средств перед ДТП. Дана рекомендация по выбору перспективного направления повышения безопасности дорожного движения.

Ключевые слова: статистические данные, поворачиваемость автомобиля, безопасность дорожного движения.

Согласно данным Всемирной Организации Здравоохранения, каждый год в мире погибают в дорожно-транспортных происшествиях более 1,25 млн человек и не менее 20 млн человек получают травмы различной тяжести. Ущерб от аварийности на дорогах оценивается величиной, равной около 3% ВВП. Установлено, что при отсутствии программ борьбы с дорожным травматизмом к 2030 году ДТП станут седьмой по значимости причиной смерти населения нашей планеты. Одним из наиболее перспективных направлений борьбы с аварийностью является совершенствование конструкции транспортных средств, повышения их активной и пассивной безопасности. Несмотря на значительные успехи в данной отрасли, в настоящее время отсутствуют необходимые методы обработки статистических данных, позволяющих оценить влияние того или иного параметра транспортного средства на безопасность дорожного движения. Поэтому актуальной является проблема разработки теории оценки влияния того или иного технического решения на безопасность дорожного движения, выработки перспективных путей повышения безопасности дорожного движения и утверждения предельно допустимых нормативов параметров транспортных средств.

Основными документами, позволяющими в нашей стране сегодня определить причину того или иного дорожно-транспортного происшествия, являются: схема ДТП, объяснения его участников, протокол и постановление об административном правонарушении, а также приложения к данным документам, заменяющим справку о ДТП. Исходя из этих документов, можно установить скорость и направление движения транспортных средств, состояние дорожного покрытия, обзорность, а также месторасположение происшествия и состав его участников. В объяснениях участников ДТП имеются данные о том, какие меры предпринимались ими для его предотвращения. В общем виде объяснения водителей можно разделить на три группы: 1) водителем не предпринимались меры для предотвращения ДТП (случай, когда время, прошедшее с возникновения аварийной ситуации до образования повреждений, было меньше времени реакции водителя); 2) попытка избежать ДТП методом торможения; 3) попытка избежать ДТП методом объезда.

Необходимо отметить, что в случае отсутствия попытки предотвращения ДТП рассматриваемое происшествие будет неизбежным при любой конструкции транспортного средства. Повышению безопасности транспортных средств путем совершенствования конструкции и улучшения эффективности тормозов посвящены работы Ю.Н. Баранова [3,4], Г.О. Котиева [9],

Д.А. Соцкова [14]. Статистический подход к определению влияния дорожного покрытия на безопасность движения, в первую очередь, с точки зрения эффективности торможения изложен в работах В.Ф. Бабкова [1], А.М. Бадаляна [2], Ю.И. Молева [10-13] и др. При этом вплоть до настоящего времени отсутствуют разработки в сфере статистической оценки влияния параметров, характеризующих управляемость транспортных средств, например, наличия избыточной или недостаточной поворачиваемости на безопасность дорожного движения. Математическое моделирование движения транспортных средств, в том числе, по заснеженным поверхностям, представлено в работах В.В. Белякова, Д.В. Зезюлина, В.С. Макарова [15,16], однако процессы, возникающие именно во время короткого контраварийного управляющего воздействия, в данных исследованиях не рассматривались. В то же время в рамках проведения ситуационных экспертиз, описанных В.А. Иларионовым [6,7], В.В. Карповым [8] и С.А. Евтюковым [5], не уделялось внимания вопросам криволинейного движения автомобиля, обладающего той или иной поворачиваемостью.

Целью настоящей работы является представление результатов обработки статистических данных о влиянии управляемости транспортными средствами на их безопасность. Для этого была разработана карточка учета ДТП, включающая в себя дорожные условия, скорость движения, тип транспортного средства, месторасположение места ДТП (в населенном пункте или нет), а также условия видимости. Общий вид представленной карточки показан на табл. 1 и табл. 2, где цифрой «1» показаны совпадающие условия, а цифрой «0» – несовпадающие. При этом недостаточная поворачиваемость будет нами классифицироваться при неудачной попытке объехать препятствие, а избыточная – при выезде за пределы дороги при маневрировании или при столкновении с другим участником движения за пределами полосы первоначального движения транспортного средства.

При исследовании материалов ДТП (2% от общего количества аварий), зарегистрированных за период с 2008 по 2018 годы в Нижегородской области, было установлено, что 33% ДТП связано с недостаточной обзорностью, 25% – с факторами, не имеющими никакого отношения к техническому состоянию транспортного средства, 12% – с состоянием (ошибками) водителей, 10% – с недостаточной эффективностью тормозных систем, 8% – с неожиданностью маневра другого участника движения, 7% – с заносом автомобилей, 3% – с недостаточной эффективностью рулевого механизма и по 0,2% – связанных со скатыванием автомобилей назад и падением груза. При этом 72% от общего количества ДТП произошли в населенных пунктах, 73% – на сухом асфальте, 53% – при скорости менее 20 км/ч. 80% участников ДТП представляют собой категорию автомобилей «М1», а 66% ДТП происходит в условиях ничем не ограниченной видимости. Полученные данные заметно коррелируют с данными, приведенными в работе [13]. Для определения влияния того или иного фактора на удельный показатель неудачных контраварийных маневров, перемножаем столбец с показателями маневров с соответствующим столбцом, в котором содержится описание исследуемого фактора. Так, для определения влияния состояния дорожного покрытия (коэффициента сцепления колеса с дорогой) на количество неудачных контраварийных маневров после выполнения указанной операции получатся значения, приведенные в табл. 3 и 4. Результаты регрессионного анализа показаны на рис. 1.

Полученные данные показывают, что с увеличением коэффициента сцепления колеса с дорогой начинают расти одновременно и число ДТП, связанных с недостаточной поворачиваемостью, и аналогичное число с избыточной поворачиваемостью. При этом изменение количества неудачных контраварийных маневров в зависимости от коэффициента сцепления колеса с дорогой изменяется по экспоненциальной зависимости.

Таблица 1.
Образец начала карточки учета

| № п/п | Месторасположение | | Скорость движения, км/ч | | | | | Коэффициент сцепления колеса с дорогой | | | |
|----------|---------------------|----------------------|-------------------------|---------|---------|---------|----------|---|-------------|-----------------------|----------------------|
| | населённый пункт | загородная дорога | до 20 | 20 - 40 | 40 - 60 | 60 - 90 | более 90 | лёд 0,1 | снег 0,3 | мокрый асфальт 0,5 | сухой асфальт 0,7 |
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) | (12) |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 3 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

Таблица 2.
Образец продолжения карточки учета

| № п/п | Категория транспортного средства, участника ДТП | | | | | | | Тип контраварийных маневров | | | |
|----------|--|------|------|------|------|------|------|-----------------------------|------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| | L | M1 | M2 | M3 | N1 | N2 | N3 | нет | торможение | Объезд | |
| | | | | | | | | | | недостаточная поворачиваемость | избыточная поворачиваемость |
| (13) | (14) | (15) | (16) | (17) | (18) | (19) | (20) | (21) | (22) | (23) | (24) |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

Таблица 3.
**Взаимосвязь количества неудачных контраварийных маневров
транспортных средств с состоянием дорожного покрытия
(абсолютные показатели)**

| Коэффициент сцепления колеса с дорогой | ДТП с недостаточной поворачиваемостью | ДТП с избыточной поворачиваемостью |
|---|--|---------------------------------------|
| (1) | (2) | (3) |
| 0,1 | 0 | 75 |
| 0,3 | 10 | 150 |
| (1) | (2) | (3) |
| 0,5 | 50 | 240 |
| 0,7 | 250 | 390 |
| Итого: | 310 | 855 |

Таблица 4.
Взаимосвязь количества неудачных контраварийных маневров
транспортных средств с состоянием дорожного покрытия
(относительные показатели)

| Коэффициент сцепления колеса с дорогой | ДТП с недостаточной управляемостью | ДТП с избыточной управляемостью |
|---|---------------------------------------|------------------------------------|
| 0,1 | 0 | 0,025 |
| 0,3 | 0,003 | 0,050 |
| 0,5 | 0,017 | 0,020 |
| 0,7 | 0,083 | 0,13 |
| Итого: | 0,103 | 0,225 |

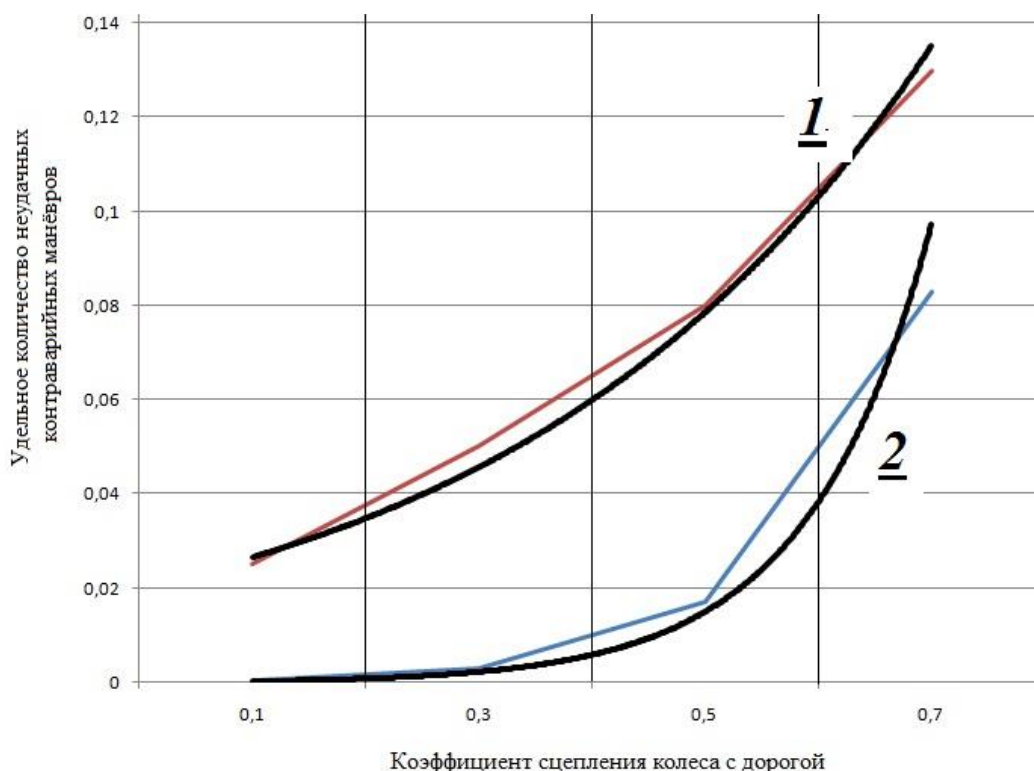


Рис. 1. Результаты регрессионного анализа по определению зависимости количества неудачных контраварийных маневров от коэффициента сцепления колеса с дорогой;
1 – связанных с избыточной поворачиваемостью;
2 – связанных с недостаточной поворачиваемостью

Аналогичным образом получаем зависимость между количеством неудачных контраварийных маневров от скорости движения транспортных средств (табл. 5, 6). При этом результаты регрессионного анализа показаны на рис. 2. Полученные данные показывают, что с увеличением скорости движения имеется зона экстремума в пределах значений от 60 до 80 км/час, когда количество неудачных контраварийных маневров достигает максимальных значений. Анализ действия водителей в той или иной аварийной ситуации показал, что на принятие того или иного решения основное влияние оказывает скорость движения.

Таблица 5.
Взаимосвязь количества неудачных контраварийных маневров транспортных средств со скоростью их движения (абсолютные показатели)

| Скорость движения автомобиля, км/ч | ДТП с недостаточной управляемостью | ДТП с избыточной управляемостью |
|------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| менее 20 | 5 | 50 |
| 20-40 | 20 | 80 |
| 40-60 | 160 | 450 |
| 60-90 | 100 | 250 |
| более 90 | 25 | 20 |
| Итого | 310 | 855 |

Таблица 6.
Взаимосвязь количества неудачных контраварийных маневров транспортных средств со скоростью их движения (относительные показатели)

| Скорость движения автомобиля, км/ч | ДТП с недостаточной управляемостью | ДТП с избыточной управляемостью |
|------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| менее 20 | 0,002 | 0,015 |
| 20-40 | 0,006 | 0,030 |
| 40-60 | 0,05 | 0,15 |
| 60-90 | 0,03 | 0,07 |
| более 90 | 0,005 | 0,007 |
| Итого | 0,103 | 0,225 |

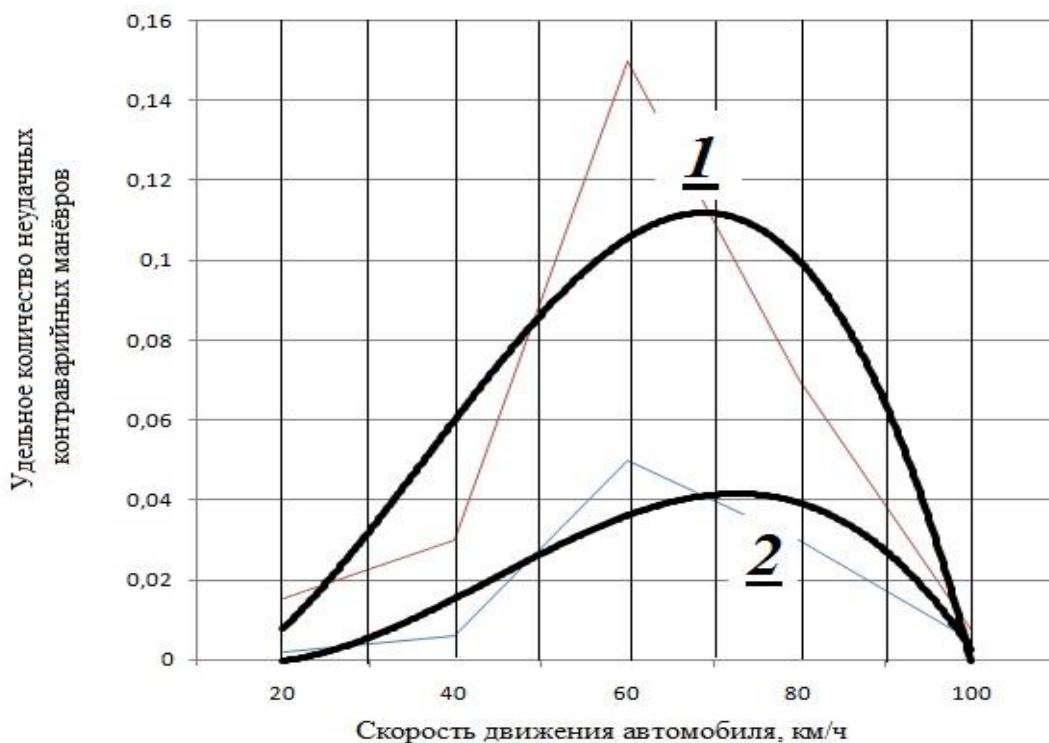


Рис. 2. Результаты регрессионного анализа по определению зависимости количества неудачных контраварийных маневров от скорости движения транспортных средств;
1 – связанных с избыточной поворачиваемостью;
2 – связанных с недостаточной поворачиваемостью

Обобщая полученные результаты, необходимо отметить следующее. Количество неудачных контраварийных маневров транспортных средств обусловлено, главным образом, избыточной поворачиваемостью транспортных средств, когда в результате воздействия на рулевое управление автомобиль выезжает за пределы дороги. Таким образом, одним из перспективных направлений совершенствования конструкции транспортных средств будет являться выбор таких параметров транспортного средства (в том числе, загрузки и выбора шин), которые бы обеспечивали отсутствие избыточной поворачиваемости.

Библиографический список

1. Бабков, В.Ф. Дорожные условия и безопасность дорожного движения [Текст] / В.Ф. Бабков. – М.: Транспорт, 1993. – 271 с.
2. Бадалян, А.М. Оценка уровня безопасности движения на двухполосных автомобильных дорогах методом имитационного моделирования конфликтных ситуаций [Текст] / А.М. Бадалян. – дисс... канд. тех. наук 05.22.10. – М., 2002. – 325с.
3. Баранов, Ю.Н. Повышение тормозных качеств автотранспортных средств [Текст] / Ю.Н. Баранов, Н.Е. Сакович, В.И. Самусенко, А.М. Никитин // Вестник Брянского государственного технического университета. 2014. № 2 (42). С. 5-8.
4. Баранов, Ю.Н. Основы обеспечения безопасности в системе «человек – машина – среда» [Текст] / Ю.Н. Баранов, А.А. Катунин, Р.В. Шкрабак, Ю.Н. Брагинец // Вестник НЦБЖД. 2014. № 1 (19). С. 73-76.
5. Евтюков С.А. Экспертиза ДТП: справочник [Текст] / С.А. Евтюков, Я.В. Васильев. - СПб.: ООО «Издательство ДНК», 2006. – 536с.
6. Иларионов, В.А. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий [Текст] / В.А. Иларионов. – М.: Транспорт, 1989. – 255с.
7. Иларионов, В.А. Эксплуатационные свойства автомобиля [Текст] / В.А. Иларионов. – М.: Машиностроение, 1966. – 280 с.
8. Карпов, В.В. Разработка методов оценки безопасности маневра автомобиля [Текст] / В.В. Карпов – дисс... канд. тех. наук по специальности 05.22.10, 05.05.03. – М., 2006. – 180 с.
9. Котиев, Г.О. Интеллектуальные возможности движителя [Текст] / Г. Котиев, В. Наумов, И. Серебрянный // Мир транспорта. 2005. № 4. С. 34-38.
10. Молев, Ю.И. К вопросу формирования репрезентативной выборки для анализа причин ДТП [Текст] // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2005. № 8. С. 37-44.
11. Молев, Ю.И. Статистический метод определения влияния параметров колесности зимних дорог на уровень безопасности дорожного движения [Текст] // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2005. № 10. С. 46-56.
12. Молев, Ю.И. Статистический метод определения влияния параметров зимнего содержания дорог на тяжесть последствий при ДТП [Текст] // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2005. № 9. С. 47-58.
13. Молев, Ю.И. Методика определения степени влияния дорожных условий и конструкционных особенностей автомобилей на безопасность дорожного движения [Текст] / И.А. Ерасов, Ю.И. Молев, В.А. Шапкин и др. // Мир транспорта и технологических машин. 2015. № 4 (51). С. 82-88.
14. Соцков Д.А. Повышение активной безопасности автотранспортных средств при торможении [Текст] / Д.А. Соцков – дисс. д-ра тех. наук. 05.05.03. – Владимир, 1988. – 547 с.
15. Beresnev P., Zeziulin D., Makarov V., Tumasov A. Simulation of Road Impacts for Forecasting of Durability of Vehicle's Suspension Elements and Supporting System // Proceedings of the 19th International & 14th European-African Regional Conference of the ISTVS, 25-27 September, 2017, Budapest, Hungary.
16. Makarov V., Zeziulin D., Belyakov V. Prediction of all-terrain vehicles mobility in snowscape scenes // 18th International Conference of the International Society for Terrain-Vehicle Systems, ISTVS 2014; Convention Center, Hoam Faculty House, Seoul National University Seoul; South Korea; 22 September 2014 through 25 September 2014; Code 111443.