



УДК 343.982.35

**СПЕЦИФИКА КОРРЕЛЯЦИОННОЙ ЗАВИСИМОСТИ
ТОРМОЗНОГО ПУТИ ЭЛЕКТРОСАМОКАТОВ
ОТ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Виталий Андреевич Абрамов

Волгоградская академия МВД России, Волгоград, Россия, Ava047@mail.ru

Аннотация. В статье изложены результаты экспериментальных исследований, направленных на выявление корреляционной зависимости размерных параметров тормозного пути в случаях экстренного торможения при движении на электросамокате от веса лиц, управляющих средствами индивидуальной мобильности, и видов дорожного покрытия. Выявлены ключевые аспекты, оказывающие существенное влияние на дистанцию тормозного пути электросамоката и относящиеся к категории криминалистически значимой информации для расследования преступлений, совершенных с участием средств индивидуальной мобильности: вид и состояние дорожного покрытия, масса тела лиц, управляющих данным средством, степень износа шин электросамоката, вид примененного экстренного торможения. В рамках расчета параметров передвижения средств индивидуальной мобильности были использованы предлагаемые в отечественной и зарубежной информационно-справочной литературе формулы, позволяющие определить скорость транспортного средства до начала торможения, а также в момент совершения дорожно-транспортного происшествия. Применение большинства формул не подтверждает целесообразности их использования для определения скорости движения электросамокатов, так как их результаты не совпадают с полученными результатами экспериментальных исследований. Сформированы практические рекомендации по определению скорости электросамоката до момента начала экстренного торможения, предназначенные для информационного обеспечения производства автотехнических и транспортно-трасологических экспертных исследований.

Ключевые слова: средство индивидуальной мобильности, электросамокат, дистанция, скорость, экстренное торможение, тормозной путь

Для цитирования: Абрамов В. А. Корреляционная зависимость тормозного пути электросамоката от условий эксплуатации // Судебная экспертиза. 2024. № 3 (79). С. 128–136.

© Абрамов В. А., 2024



**THE SPECIFICS OF CORRELATION DEPENDENCE
OF THE BRAKING DISTANCE OF THE ELECTRIC SCOOTERS
ON DIFFERENT OPERATING CONDITIONS**

Vitaly Andreyevich Abramov

Volgograd Academy of the Ministry of the Interior of Russia, Volgograd, Russia,
Ava047@mail.ru

Abstract. The article presents the results of experimental studies aimed at identifying the correlation between the dimensional parameters of the braking distance in cases of emergency braking when driving an electric scooter on the weight of persons driving personal mobility devices and the types of road surface. Key aspects have been identified that have a significant impact on the braking distance of an electric scooter, falling into the category of forensically significant information for the investigation of crimes committed with the participation of personal mobility devices: the type and condition of the road surface, the body weight of the persons operating the personal mobility devices, the degree of wear electric scooter tires, type of emergency braking applied. As part of the calculation of the personal mobility devices movement parameters, formulas proposed in domestic and foreign information and reference literature were used to determine the speed of the vehicle before the start of braking, as well as at the time of the traffic accident. The use of most formulas does not confirm the expediency of their use to determine the speed of electric scooters, since their results do not coincide with the results of experimental studies. Practical recommendations have been generated on the possibility of determining the speed of an electric scooter before the start of emergency braking, intended to provide information support for the production of automotive technical and transport-traceological expert studies.

Keywords: personal mobility device, electric scooter, distance, speed, emergency braking, braking distance

For citation: Abramov V. A. Correlation dependence of the brake route of the electric scapote on operating conditions. Forensic Examination, 128–136, 2024. (In Russ.).

Повышение востребованности средств индивидуальной мобильности (далее – СИМ) у населения обуславливает неизбежное формирование негативной статистики, связанной с увеличением количества дорожно-транспортных происшествий (далее – ДТП) с их участием. Аварийность на транспорте – одна из социально-экономических проблем настоящего времени. Статистика ДТП с участием лиц, управляющих СИМ, предусматривает необходимость приспособления существующих методик производства автотехнических и транспортно-трасологических экспертиз к исследованию нового объекта, так как следовая информация, образующаяся при его эксплуатации, существенно отличается от традиционных транспортных средств. Однако многие из этих разработок нуждаются в техническом обосновании своей целесообразности, в том числе посредством изучения технических параметров движения транспортных средств, их можно сделать только с привлечением лиц, обладающих специальными знаниями в области автотехнических и транспортно-трасологических экспертных исследований. В частности, нами была проведена серия экспериментов, направленных на установление закономерностей влияния различных внешних и внутренних факторов на длину тормозного пути.



Для проведения экспериментов нами были выбраны СИМ кикшеринговых компаний. Изучение статистических данных ГУОБДД МВД РФ за 2023 г., отражающих специфику использования данных средств передвижения, в результате которых был причинен вред здоровью пешеходам, водителям или пассажирам СИМ, показало, что среди участников ДТП преобладают транспортные средства (далее – ТС), находящиеся в собственности хозяйствующих субъектов, которые в подавляющем большинстве случаев являлись сервисами краткосрочной аренды СИМ¹.

На территории Российской Федерации наиболее популярными сервисами услуг краткосрочной аренды СИМ являются Woosh, «Юрент» и «Яндекс Go». Данные сервисы предоставляют в краткосрочную аренду электросамокаты, запрограммированные на ограничение допустимой максимальной скорости передвижения, которая, согласно действующим Правилам дорожного движения, составляет 25 км/ч².

Для экспериментов по установлению корреляционной зависимости параметров передвижения СИМ были выбраны электросамокаты модели Ninebot max plus³ (Китай), широко представленные сервисами проката города Волгограда.

Данные модели электросамокатов имеют следующие технические характеристики:

Масса – до 20 кг.

Максимальная скорость – до 25 км/ч.

Диаметр колес – 254 мм.

Ширина беговой дорожки – 6 см.

Мощность двигателя – 240 В.

Тормоза – барабанные.

Колеса – с резиновыми шинами.

Серия экспериментов проводилась на площадках, имеющих разные виды покрытия (асфальт, бетонная брусчатка), без выбоин и трещин. Общая длина каждого из участков, на которых проводилась серия опытов, составила 60 м. Испытания проводились на ровной поверхности, без уклонов и поворотов. Сначала была серия опытов на сухой поверхности, затем на мокрой. Для каждого эксперимента было выбрано по три модели электросамокатов с разной степенью износа протекторов шин (новые, средний износ, значительно стертый рисунок протектора). В целях получения достоверных результатов в рамках измерений тормозного пути электросамокатов опыты проводилось на асфальтированной поверхности и на брусчатке на одном экземпляре электросамоката.

¹ Информационно-аналитический обзор дорожно-транспортной аварийности в Российской Федерации в 2023 году, подготовленный Научным центром безопасности дорожного движения МВД РФ. URL: <https://media.mvd.ru> (дата обращения: 23.06.2024).

² Правила дорожного движения Российской Федерации: утв. Постановлением Совета Министров – Правительства Российской Федерации от 23 октября 1993 г. № 1090 (ред. от 02.06.2023 г.) // Справ.-правовая система «КонсультантПлюс». URL: <http://consultant.ru> (дата обращения: 10.06.2024).

³ Официальный дилер в России Segway-Ninebot. URL: <https://ninebot.ru/> (дата обращения: 10.06.2024).



В качестве лиц, управляющих в ходе экспериментов СИМ, выступали ассистенты весом 55 и 80 кг, в связи с тем что данная весовая категория соответствует параметрам субъектов, которые наиболее часто используют услуги кикшеринговых компаний или эксплуатируют личные электросамокаты [1, с. 33].

При проведении экспериментов торможение начиналось на максимальной скорости 25 км/ч, которое было зафиксировано на информационном табло электросамоката, а также на экране смартфона в мобильном приложении «Яндекс Навигатор» со встроенной функцией GPS-спидометра.

В связи с тем что на выбранной для экспериментов модели СИМ имеются два ручных тормоза, расположенные на руле, измерения производились поочередно:

- при нажатии на два тормоза одновременно;
- при нажатии только на тормоз заднего колеса;
- при нажатии только на тормоз переднего колеса.

Количество экспериментальных замеров составило не менее трех раз для каждого из условий эксперимента.

Среднестатистические результаты продемонстрированы в таблице.

Корреляционная зависимость среднестатистических показателей длины тормозного пути электросамокатов от различных факторов

Факторы, влияющие на длину тормозного пути	Тормозной путь, см			
	Асфальт		Брусчатка	
	Сухая поверхность	Мокрая поверхность	Сухая поверхность	Мокрая поверхность
Ассистент весом 80 кг при нажатии на два тормоза одновременно	485	400	305	435
	425	490	350	470
	395	540	407	530
Ассистент весом 80 кг при нажатии на тормоз переднего колеса	510	617	460	537
	590	672	525	550
	610	747	530	582
Ассистент весом 80 кг при нажатии на тормоз заднего колеса	680	770	645	695
	710	807	657	702
	840	855	572	728
Ассистент весом 55 кг при нажатии на два тормоза одновременно	595	690	550	605
	630	720	620	670
	660	760	740	765
Ассистент весом 55 кг при нажатии на тормоз переднего колеса	720	805	600	660
	740	815	640	840
	765	855	730	960
Ассистент весом 55 кг при нажатии на тормоз заднего колеса	940	1 080	655	890
	1 010	1 130	725	897
	1 070	1 160	825	700

Как видно из приведенной таблицы, тормозной путь оказался длиннее у электросамокатов, которыми управляли лица с меньшим весом. Установлено также, что тормозной путь при проведении экспериментов на сухой поверхности (асфальт, брусчатка) меньше, чем при торможении на аналогичной мокрой поверхности. При торможении на брусчатке тормозной путь электросамокатов



меньше, чем при аналогичном торможении на асфальтированной поверхности. Кроме того, в ходе экспериментов установлено, что торможение, при котором блокируется переднее колесо, оказалось эффективнее, чем торможение, при котором блокируется заднее колесо электросамоката. Самый короткий тормозной путь выявлен при нажатии на два тормоза одновременно. Установлено, что при торможении на СИМ, имеющем значительно стертый рисунок протектора, длина тормозного пути больше, чем при торможении на электросамокате с новыми шинами, установленными на колесах.

При проведении экспериментов по определению длины тормозного пути электросамокатов мы пришли к выводу, что при торможении следы юза шин заблокированных колес не образовывались, что обуславливает невозможность применения традиционных методик экспертных исследований для установления обстоятельств совершения ДТП.

Для установления зависимости длины тормозного пути от скорости электросамоката нами были проанализированы различные способы определения скорости ТС перед началом торможения, содержащиеся в методической и информационно-справочной литературе, предназначенной для судебных экспертов в области автотехнической экспертизы.

При анкетировании сотрудников экспертно-криминалистических подразделений МВД России, занимающихся производством автотехнических экспертиз, в целях определения формулы расчета скорости ТС до начала торможения нами был задан вопрос о том, какую формулу они используют для решения экспертной задачи по определению скорости ТС в момент ДТП. Анализ ответов респондентов показал, что 92 % из них считают, что в практической судебно-экспертной деятельности специалистам целесообразно использовать формулу, приведенную в типовых методиках [2, с. 7]:

$$V = 17,7 \cdot \varphi \cdot t + \sqrt{254(\varphi \cdot S)},$$

где φ – коэффициент сцепления шин с дорожным покрытием;

t – время нарастания замедления, сек.;

S – длина преодоленного участка.

В целях определения возможности применения данной формулы для установления скорости СИМ перед началом торможения нами был решен пример с заведомо известными параметрами.

Подставляя полученные в ходе экспериментов значения, мы получили:

$$25 = 17,7 \cdot 0,7 \cdot 0,2 + \sqrt{254(0,7 \cdot 4,35)},$$

где 0,7 – значение коэффициента сцепления шин автомобиля на асфальтированной дороге;

0,2 – время нарастания замедления у мотоциклов [3, с. 281].

Полученные результаты экспериментального определения длины тормозного пути показывают несоответствие полученных результатов реальным параметрам, измеренным в рамках непосредственного изучения экспериментальной следовой картины. Результаты расчетов показывают, что скорость движения СИМ по данной формуле составила 30 км/ч, что не равно известной нам скоро-



сти электросамоката перед началом экстренного торможения в 25 км/ч, что позволяет сказать о недостаточной эффективности ее применения для определения скорости СИМ (в частности электросамокатов).

При анализе эффективности применения иных формул [4, с. 66; 5, с. 282; 6, с. 34] по определению зависимости пространственно-временных условий передвижения ТС от скоростных и иных технических параметров установлено, что в ряде из них одним из составных параметров, необходимых для вычисления, является длина следа экстренного торможения на дорожном покрытии, характерная для автотранспортных средств. В связи с тем что в рамках серий проведенных экспериментов следы экстренного торможения ни в одном из случаев не образовывались, применение формул, приведенных в большинстве методической и информационно-справочной литературы, по определению скорости ТС до момента торможения не могут быть подтверждены и проверены.

Изучая методику определения скорости двухколесных ТС, предложенную С. А. Евтюковым [7, с. 4], мы установили, что приведенная формула неприменима для измерения длины тормозного пути электросамокатов, так как при столкновения СИМ с другим ТС не происходит вращательного движения автотранспортного средства. Данное условие подтверждено эмпирическим иллюстративным материалом, полученным специалистами в ходе следственных действий, связанных с осмотром мест столкновения ТС, одно из которых является СИМ: не выявлено ни одного случая вращения автотранспортных средств, что является обязательным условием применения данной методики.

Дальнейшее изучение методической литературы по определению скорости электросамоката по длине тормозного пути показало, что измерение скоростных параметров основано на данных, полученных с камер наружного видеонаблюдения или видеорегистраторов. В частности, в работе Л. А. Черепанова [8, с. 22] описывается такая методика определения скорости, предусматривающая использование классической формулы:

$$V = S / t,$$

где V – скорость ТС;

S – расстояние, пройденное за определенный период;

t – время движения ТС.

Согласно данной методике, необходимым условием являются запечатленные на видеозаписи статичные объекты, между которыми произошло перемещение ТС в момент торможения. Данные объекты необходимы для возможности измерения расстояния между ТС. Время торможения устанавливается по числу кадров, сделанных в момент торможения. Данная методика применима к любым ТС, которые движутся исключительно по прямой.

В рамках экспериментов производилась видеосъемка на видеокамеру Sony FDR-AX33, установленную на середине участков, где проводились серии опытов. В результате изучения полученных видеозаписей установлено, что электросамокат был зафиксирован рядом с условной стоп-линией при скорости 25 км/ч. Далее, используя секундомер, на котором имеются десятые и сотые доли секунды, было зафиксировано время его движения от стоп-линии до положения



полной остановки. Данное время движения СИМ составило 5,9 с. Расстояние от условной линии на момент остановки составило 4,25 м. Путем подстановки полученных значений в приведенную выше формулу мы вычислили, что скорость СИМ до начала экстренного торможения составила 25 км/ч. Полученные данные совпадают с экспериментальными показателями длины тормозного пути СИМ, что свидетельствует о возможности применения данной формулы для определения длины тормозного пути электросамоката по кадрам, взятым с камер видеонаблюдения или регистраторов.

При анализе зарубежной литературы по определению тормозного пути ТС было найдено несколько источников, в которых приведены формулы определения тормозного пути электросамокатов. Так, в журнале The Electrochemical Society приведена следующая формула определения длины тормозного пути [9, с. 2]:

$$S = \frac{V^2}{2\mu g},$$

где S – тормозной путь;
 V – скорость перед торможением;
 g – ускорение свободного падения;
 μ – коэффициент трения.

Применение данной формулы к результатам, полученным в ходе проведенных нами экспериментов, показало несоответствие полученных результатов реальным параметрам экспериментальных измерений. Данное обстоятельство позволяет сделать вывод о нецелесообразности применения и данной формулы для определения длины тормозного пути электросамокатов.

Таким образом, большинство изложенных в отечественной и зарубежной литературе формул, предназначенных для определения тормозного пути СИМ, не обеспечивают надлежащее информационное сопровождение судебно-экспертной деятельности. В целях поиска подходящих информационных источников нами были изучены рекомендации специалистов, ведущих профильный блок на YouTube-канале Thephysicsaviary¹. Среди прочих информационных материалов на канале предлагалась формула по определению тормозного пути электросамокатов, которая выглядит следующим образом:

$$S = (V_f^2 - V_i^2) / 2M \cdot 9,8,$$

где S – тормозной путь;
 V_f^2 – скорость до торможения;
 V_i^2 – скорость после торможения;
 M – индекс трения.

Данная формула также была применена к результатам наших экспериментальных исследований, которые показали, что при действиях ассистента с массой тела до 80 кг эта формула обеспечивает получение надлежащих данных.

¹ Stopping Distance of a Scooter: [видеозапись] // YouTube. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=0uCZpT7Fh-8> (date of access: 10.06.2024).



Однако при экспериментах, производимых с лицами, управляющими электросамокатами, в весовой категории 55 кг, указанная формула не обеспечила получения надлежащего результата, что в целом не позволяет полноценно рекомендовать ее применение для определения длины тормозного пути. Отклонение результатов при применении формулы для лиц весом 55 кг от фактических значений равно 5–10 км/ч.

Сформированные корреляционные зависимости тормозного пути электросамоката от различных внешних и внутренних факторов могут стать элементом информационно-справочного обеспечения консультационно-справочной деятельности и экспертных исследований автотехнических и транспортно-трассологических экспертиз.

Список источников

1. Дронова О. Б. Средства индивидуальной мобильности как источник повышенной опасности в механизме дорожно-транспортного происшествия // Правовое государство: теория и практика. 2024. Т. 20, № 2 (76). С. 31–36.
2. Дильдин Ю. М., Мартынов В. В. Типовые экспертные методики исследования вещественных доказательств. Ч. 1 / под общ. ред. канд. техн. наук В. В. Мартынова. Москва: ЭКЦ МВД России, 2010. 568 с.
3. Евтюков С. С., Брылев И. С., Ворожейкин И. В. Оценка времени реакции водителя двухколесного механического транспортного средства при применении им торможения // Вестник гражданских инженеров. 2019. № 6. С. 277–283.
4. Иларионов В. А. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий: [учеб. для вузов по спец. «Организация дорожного движения»]. Москва: Транспорт, 1989. 254 с.
5. Евтюков С. А., Чудаков А. В. Определение скорости транспортного средства по отбросу тела пешехода при наезде // Информационные технологии и инновации на транспорте: материалы междунар. науч.-практ. конф. / под общ. ред. А. Н. Новикова. Орел: Гос. ун-т – учеб.-науч.-производств. комплекс, 2015. С. 280–285.
6. Определение скорости транспортных средств перед столкновением / Е. А. Слепенко, А. С. Ступин, Е. Н. Зимин [и др.] // Труды Братского государственного университета. Серия «Естественные и инженерные науки». 2015. Т. 1. С. 32–39.
7. Евтюков С. А., Брылев И. С. Обзор существующих методик расчета скорости двухколесных транспортных средств // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 6. С. 1–8.
8. Черепанов Л. А. Способы определения скорости движения транспортных средств при дорожно-транспортном происшествии // Транспортные системы. 2018. № 3 (9). С. 21–24.
9. Sabri M., Fauza A. Analysis of vehicle braking behaviour and distance stopping // IOP Conference Series: materials science and engineering. London: IOP Publishing, 2018. Vol. 309, № 1. P. 1–5.

**References**

1. Dronova O. B. Means of personal mobility as a source of increased danger in the mechanism of traffic accident. Legal state: theory and practice, 31-36, 2024. (In Russ.).
2. Dildin Yu. M., Martynov V. V. Typical expert methods of studying material evidence. Part I. General ed. by candidate of technical sciences V. B. Martynov. Moscow: Expert-forensic center of the Ministry of Internal Affairs of Russia; 2010: 568. (In Russ.).
3. Evtyukov S. S., Brylev I.S., Vorozheikin I. V. Assessment of the reaction time of the driver of a two-wheeled mechanical vehicle when using them in braking. Bulletin of civilian engineers, 277–283, 2019. (In Russ.).
4. Ilarionov V. A. Examination of traffic accidents. [Textbook for universities on speciality "Organization of traffic management"]. Moscow: Transport; 1989: 254. (In Russ.).
5. Evtyukov S. A., Chudakov A. V. Determination of the speed of the vehicle to remove the body of a pedestrian during collision. In: Information technologies and innovation in transport. Materials of International scientific-practical conference. General ed. by A. N. Novikov. Orel: State university – Educational, scientific and industrial complex; 2015: 280–285. (In Russ.).
6. Slepenco E. A., Stupin A. S., Zimin E. N. (et al.) Determining the speed of vehicles before the collision. Proceedings of Bratsk State University. Series: Natural and Engineering Sciences, 32–39, 2015. (In Russ.).
7. Evtyukov S. A., Brylev I. S. Overview of existing methods for calculating the speed of two-wheeled vehicles. Modern problems of science and education, 1–8, 2013. (In Russ.).
8. Cherepanov L. A. Methods for determining the speed of movement of vehicles during a traffic accident. Transport systems, 21–24, 2018. (In Russ.).
9. Sabri M., Fauza A. Analysis of vehicle braking behaviour and distance stopping. IOP Conference Series. Materials science and engineering. Vol. 309, No. 1. London: IOP Publishing; 2018: 1–5. (In Eng.).

Абрамов Виталий Андреевич,

старший преподаватель кафедры трасологии и баллистики
учебно-научного комплекса экспертно-криминалистической деятельности
Волгоградской академии МВД России;
Ava047@mail.ru

Abramov Vitaly Andreyevich,

senior lecturer at the department of traceology and ballistics
of the training and scientific complex of expert criminalistic activity
of the Volgograd Academy of the Ministry of the Interior of Russia;
Ava047@mail.ru

Статья поступила в редакцию 02.07.2024; одобрена после рецензирования 18.07.2024; принята к публикации 03.09.2024.

The article was submitted 02.07.2024; approved after reviewing 18.07.2024; accepted for publication 03.09.2024.

* * *