

A STUDY OF THE BRAKING PROPERTIES OF CARS ²³

Eng. Filip Kirilov, PHD Student

Department of Transport,

“Angel Kanchev” University of Ruse

Phone: 0885/004356

E-mail: fkirilov@uni-ruse

Abstract: One of the important steps in a road accident investigation is to determine the vehicle's stopping distance. Braking deceleration is one of the factors on which the stopping distance depends. In Bulgarian technical literature, information on vehicle braking deceleration is insufficient. This paper presents the results of an experimental study of the braking properties of cars. The study was done with VBOX data logger equipment. Braking deceleration data for different cars during emergency braking was obtained.

Keywords: Road Safety, Braking Deceleration, Vehicle Accident Reconstruction.

ВЪВЕДЕНИЕ

Изследването на автомобилите, определянето на динамичните параметри на движение и изборът на различни методи, величини и зависимости е една от основните задачи на експерта по автотехнически експертизи.

За измерване на ускоренията възникващи при потегляне и спиране на пътнопревозните средства се използват различни методи (пето колело, инерционни сензори и др.) които изискват значително време за подготовка и монтаж и в редица случаи тези методи са трудно приложими (Kostadinov, S., Lyubenov, D., (2013) ;Lyubenov, D. (2012). Използваните методи понякога дават значителни разлики и съответно различни заключения, което е неприемливо за автоекспертната практика, свързана с разследването на пътнотранспортните произшествия (Kadikyanov G., Z. Kolev, S. Kadirova (2019) ;Kostadinov, S., Lyubenov, D., Marinov, M. (2010); Kirilov F., D. Lyubenov. (2018)

Целта на тази работа е изследване на спирачното закъснение при аварийно спиране на различни видове автомобили.

ИЗЛОЖЕНИЕ

В експертната практика особено важно е определянето на спирачното закъснение на различните видове автомобили в процес на аварийно спиране. Този процес представлява движение на автомобила при наличие на отрицателно ускорение, при което неговата скорост намалява. Аварийното спиране е процес, при който водачът предприема спиране чрез задействане на спирачната уредба с максимално натискане на спирачния педал (Kostadinov, S., Lyubenov, D., Marinov, M., Stoqnov, P. (2011); Lyubenov, D. (2011).

Правилното определяне на спирачното закъснение се налага и от факта, че в заключението на почти всички автотехнически експертизи трябва да бъде даден отговор на въпроса дали е било възможно дадено произшествие да бъде предотвратено чрез спиране. Много често при автотехническите експертизи вещите лица използват стойности за спирачното закъснение от литературни източници. Тези стойности в специализираната литература за съжаление са или твърде малко или се отнасят за стари модели автомобили, което води до неточност при изчисленията и не на последно място приеманите данни на закъснението в повечето случаи не се отнасят за конкретния автомобил, вида и състоянието на пътя, където е настъпило произшествието.

²³Докладът е представен на сесия на 25 октомври 2019 с оригинално заглавие на български език: ИЗСЛЕДВАНЕ НА СПИРАЧНИТЕ СВОЙСТВА НА АВТОМОБИЛИ

Разглежданото в тази работа оборудване за определяне на спирачното закъснение, освен за научна работа е особено подходящо и в автоекспертната практика.

МЕТОДИКА НА ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИТЕ ИЗСЛЕДВАНИЯ

Големите недостатъци при определяне на спирачното закъснение налагат да се използва съвременно оборудване като интелигентната система за измерване на параметрите на движение и определяне на местоположението на движещи се превозни средства. VBOX 3i Data Logger (фиг. 1), на фирмата Racelogic Ltd – UK (Marinov, M., Gelkov, J., Lyubenov, D., Kostadinov, S., Stognov, P. (2010); Lyubenov, D. (2012); Lyubenov, D., Marinov, M. (2008); Kostadinov, S., Lyubenov, D., Marinov, M. (2011); Lyubenov, D. (2011)



Фиг. 1. VIBOX3i 1- Захранващ кабел; 2-GPS модул; 3- SD карта; 4-GPS антена

Интелигентната системата VBOX 3i Data Logger има голяма прецизност и удобство при работа. Пренасянето на оборудването се осъществява изключително лесно и удобно поради факта, че то е много леко и е разположено в куфар (фиг. 1), като освен това предимство – мобилността, трябва да се отбележи и факта, че монтирането на оборудването към всеки един мобилен обект става за няколко минути.

Методиката на изследванията включва определяне на спирачното закъснение на участък от пътя с различни видове автомобили: лек автомобил BMW 320d; високо проходим автомобил NISSAN X-Trail T31 и лекотоварен автомобил Пежо Partner. Избраният участък е прав и хоризонтален със суха асвалтова настилка. Изследванията са проведени през есенния период от годината. Автомобилите са оборудвани с апаратура VBOX 3i Data Logger (фиг. 2).



Фиг. 2. Монтирана система VIBOX3i на автомобил NISSAN X -Trail T31

Автомобилите са с гуми: Нисан Хтрейл Т31 - "Goodyear" 215/60 R17; БМВ е46 320д – "Dayton" 225/45 R17 и Пежо Партнер – "Dunlop" 185/60 R14 (Фиг. 3).



Фиг. 3. Автомобини гуми на Нисан, БМВ и Пежо.

Направени са серии по 10 спирания с трите автомобила в населено място в село Невестино, Кюстендилска област. Като самите опити се състоят от ускорение на превозните средства от 0 до около 50 km/h и при настъпване на определената скорост водачът натиска с максимална сила спирачния педал до установяване на автомобила до пълен покой - скорост равна на нула.

РЕЗУЛТАТИ ОТ ИЗСЛЕДВАНЕТО

Резултатите от проведеното изследване са обработени със софтуер *VBOX Tools* (фиг. 4). Той предоставя възможност за: графично представяне на записаните данни (Graph) в зависимост от времето или изминатия път; представяне на данните в табличен вид (Graph Data) и представяне на траекторията на автомобила (Graph Map).

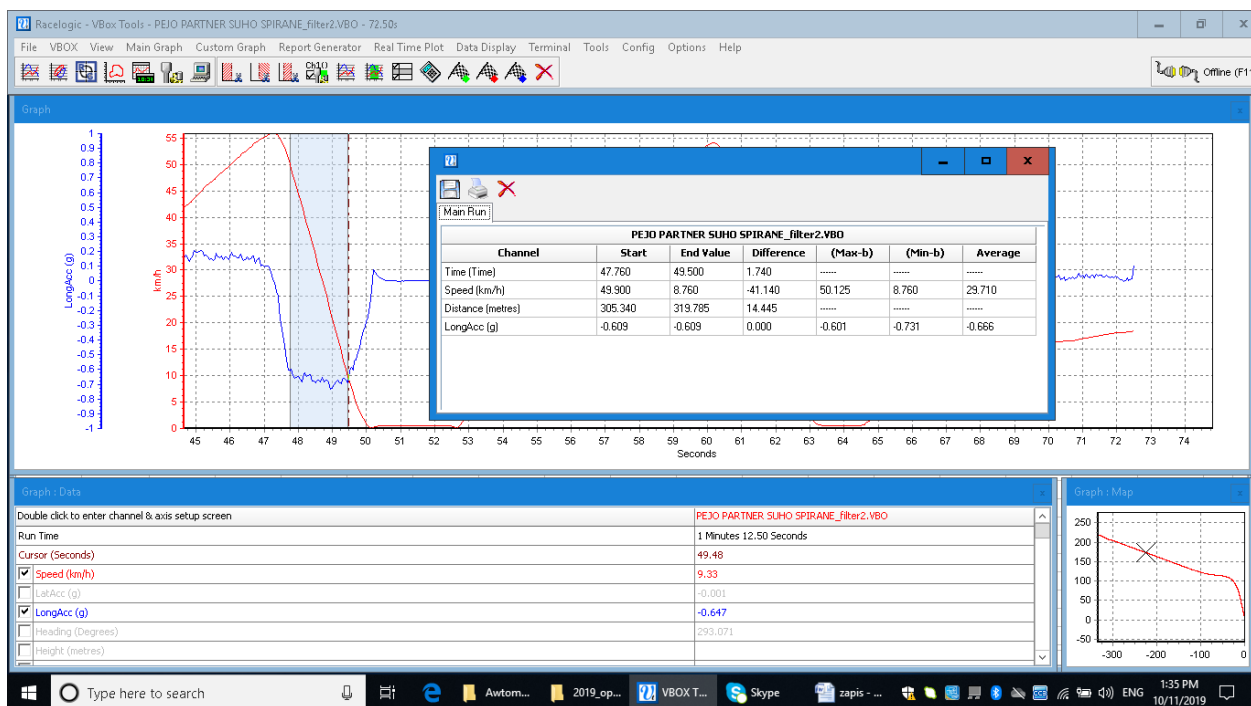


Фиг. 4. Главен прозорец на VBOX Tools:

червен цвят - изменение на скоростта; **син цвят** - изменение на надлъжното ускорение.

Софтуерът предоставя възможност за точно и бързо определянето на минималните, максималните и средните стойности на измерените параметри, както за целия маршрут, така и за участък по избор.

За всички автомобили и опити е определено средното спирачно закъснение за маркирания участък (фиг. 5) от процеса на спиране.



Фиг. 5. Запис на скоростта и закъснението при спиране на Пежо Партнер

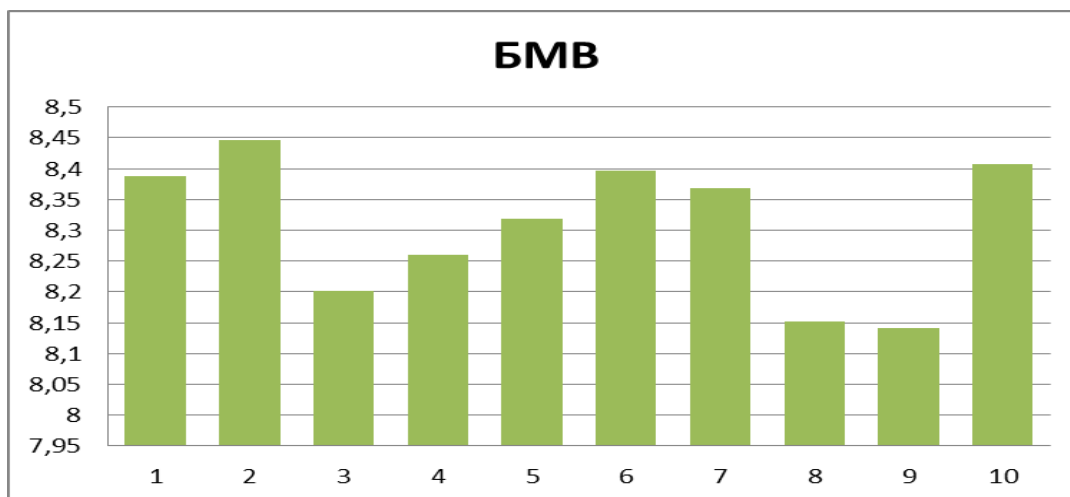
Средното спирачното закъснение за автомобил Пежо Партнер за конкретния опит (маркираният участък на фиг. 5) е 0,666 g или 6,533 m/s².

В табл. 1 са представени резултатите от всички опити на изследването за различните автомобили.

Таблица 1. Резултати от изследването

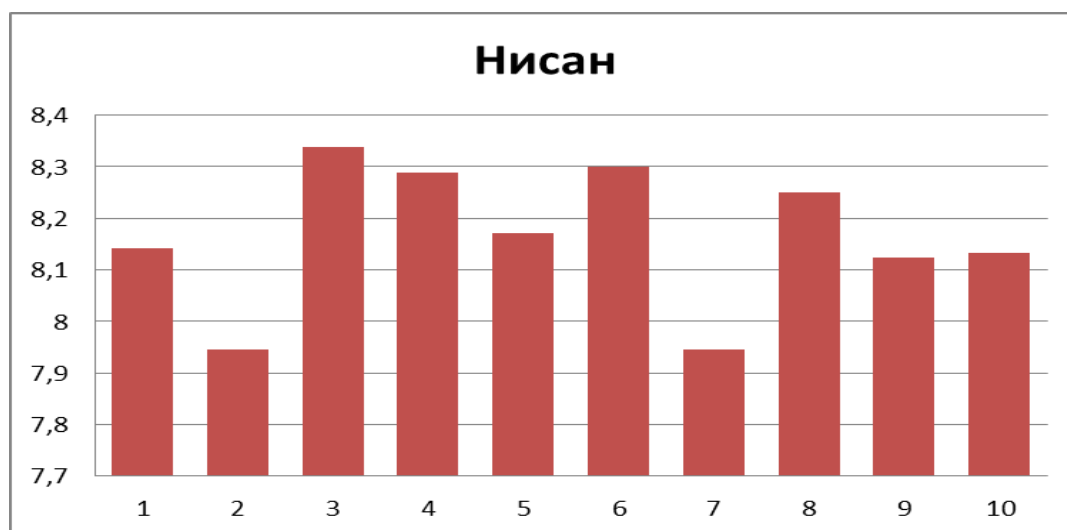
Опит	БМВ		Нисан		Пежо	
	g	m/s2	g	m/s2	g	m/s2
1	0,855	8,388	0,830	8,142	0,675	6,622
2	0,861	8,446	0,810	7,946	0,666	6,533
3	0,836	8,201	0,850	8,339	0,630	6,180
4	0,842	8,260	0,845	8,289	0,635	6,229
5	0,848	8,319	0,833	8,172	0,645	6,327
6	0,856	8,397	0,846	8,299	0,657	6,445
7	0,853	8,368	0,810	7,946	0,674	6,612
8	0,831	8,152	0,841	8,250	0,671	6,583
9	0,830	8,142	0,828	8,123	0,655	6,426
10	0,857	8,407	0,829	8,132	0,658	6,455
MAX	0,861	8,446	0,850	8,339	0,675	6,622
MIN	0,830	8,142	0,810	7,848	0,630	6,180
AVER.	0,847	8,308	0,832	8,164	0,657	6,441

На фиг. 6, 7 и 8 графично са представени резултатите от изследването на средното спирачно закъснение при аварийно спиране на автомобилите.



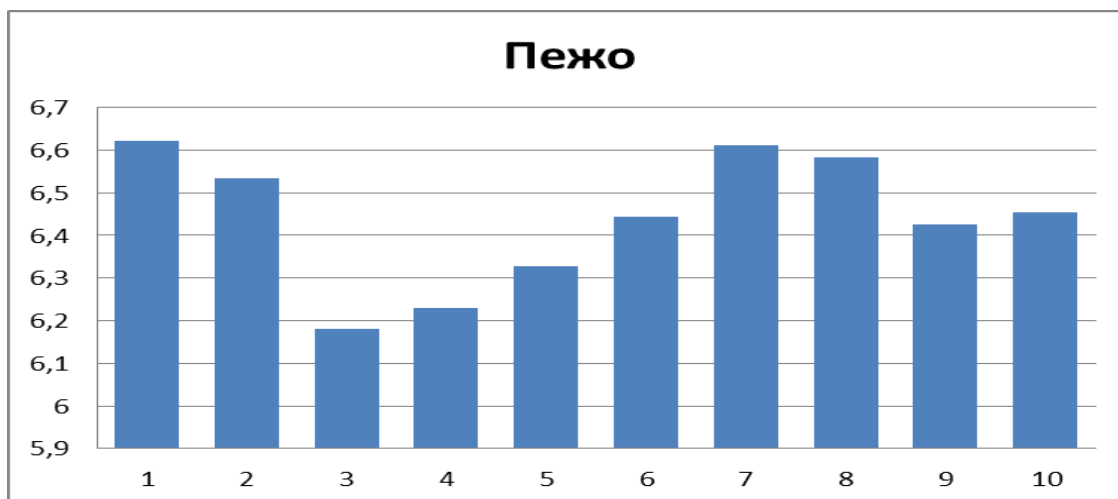
Фиг. 6. Спирачни закъснения при аварийно спиране на автомобил БМВ Е46

Първият автомобил с който е проведено изследването на пълно спирачно закъснение е БМВ е46, произведен 2000г. с дизелов двигател с обем 1951cm³ и мощност 136 HP. Тип на купето-комби със задно задвижване и ръчна скоростна кутия. Спирачната система е оборудвана с АБС, предни вентилирани дискове и задни дискове. Гумите са с размери 225/45R17, марка „Dayton” 2017 г. Максималното спирачно закъснение е 0,861g или 8,446m/s², минималното закъснение е 0,830g или 8,142m/s² и средно спирачно закъснение 0,847g или 8,308m/s².



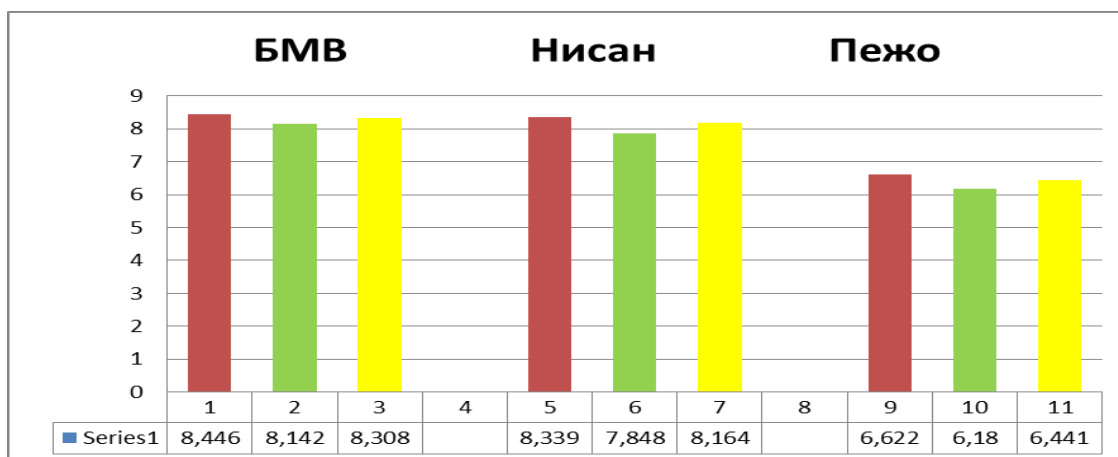
Фиг. 7. Спирачни закъснения при аварийно спиране на Нисан Х-трейл Т31

Вторият автомобил с който е проведено изследването е Нисан Х-трейл Т31, произведен 2008г. с дизелов двигател с обем 1995 cm³ и мощност 150 HP. Тип на купето-“SUV- автомобил с повишена проходимост“, собствено тегло 1637кг. с пълно задвижване (4x4) и автоматична скоростна кутия. Спирачната система е оборудвана с АБС, предни вентилирани дискове и задни дискове. Гумите са с размери 215/60R17, марка „Dayton” 2017г. Максималното спирачно закъснение е 0,850g или 8,339m/s², минималното закъснение е 0,810g или 7,848m/s² и средно спирачно закъснение 0,832g или 8,164m/s².



Фиг. 8 Спирачни закъснения при аварийно спиране на автомобил Пежо Партнер

Последният автомобил с който е проведено изследването на пълно спирачно закъснение е Пежо Партнер, произведен 1997г. с дизелов двигател с обем 1868cm^3 . Тип на купето-лекотоварен автомобил с предно задвижване и ръчна скоростна кутия. Спирачната система е оборудвана с АБС с предни дискове и задни дискове барабанни спирачки. Гумите са с размери, 185/60R14 марка "Dunlop" 2017г. Максималното спирачно закъснение е $0,675g$ или $6,662\text{m/s}^2$, минималното закъснение е $0,630g$ или $6,180\text{m/s}^2$ и средно спирачно закъснение $0,657g$ или $6,441\text{m/s}^2$.



Фиг. 9. Сравнителна характеристика на спирачните закъснения за автомобили БМВ Е46, Нисан Х-трейл Т31 и Пежо Партнер.

Получените резултати за спирачните закъснения са за конкретното техническо състояние на автомобилите, времето и мястото на провеждане на изследването. При различни условия спрямо тези при които е проведено изследването резултатите може да се различават в известна степен. Независимо от това тези резултати могат да бъдат много полезни в експертната практика при изготвяне на автотехнически експертизи.

ИЗВОДИ

Резултатите от изследването дават основание да се направят следните основни изводи:

Представен е съвременен метод за измерване на ускорението и спирачното закъснение на превозни средства;

Получени са експериментални данни в реални пътни условия за спирачното закъснение при аварийно спиране на различни автомобили при суха настилка.

За автомобил БМВ Е46 средното спирачно закъснение е $8,308\text{ m/s}^2$, за автомобил Нисан Х-трейл Т31 – $8,164\text{ m/s}^2$ и за автомобил Пежо Партнер – $6,441\text{ m/s}^2$;

Представеният метод за измерване на ускоренията може да бъде изключително полезен в автоекспертната практика поради своята точност, удобство за работа и универсалност.

Изследванията са подкрепени по договор на Русенски университет "Ангел Кънчев" с № BG05M2OP001-2.009-0011-C01, „Подкрепа за развитието на човешките ресурси в областта на научните изследвания и иновации в Русенски университет "Ангел Кънчев", финансиран по Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“ 2014-2020”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз“.

Докладът отразява резултати от работата по проект № 2019 - ФТ - 02, финансиран от фонд „Научни изследвания“ на Русенския университет.

REFERENCES

Marinov, M., Gelkov, J., Lyubenov, D., Kostadinov, S., Stoqnov, P. (2010). Some applications of a mobile lab for positioning and video registration on entities. *Scientific papers of the University of Ruse*, 49(4), p. 43-47. (Оригинално заглавие: Някои приложения на мобилна лаборатория за местоопределяне и видеорегистрация на обекти. *Научни трудове на Русенския университет*, 49(4), с. 43-47).

Kadikyanov G., Z. Kolev, S. Kadirova (2019). The comparative assessment relating to CO2 emissions of cars air conditioning systems using different refrigerants. *XI INTERNATIONAL CONFERENCE TRANSPORT PROBLEMS 2019*, Katowice, 2019, pp. 289-294.

Kostadinov, S., Lyubenov, D., (2013). Methods for Investigating Car Overtaking . *Scientific papers of the University of Ruse*, 52(4), p. 123-127. (Оригинално заглавие: Костадинов, С., Любенов, Д., (2013). Методики за изследване изпреварването между автомобили. *Научни трудове на Русенския университет*, 52, (4), с. 123 – 127).

Lyubenov, D. Kostadinov, S., (2015). A study of the effect of the mass of a fire truck on its braking properties. *Scientific papers of the University of Ruse*, 54(4), p. 76-80. (Оригинално заглавие: Любенов Д. Костадинов, С., (2015) Изследване влиянието на масата на пожарен автомобил върху спирачните му свойства. *Научни трудове на Русенския университет*, 54(4), с. 76-80).

Lyubenov, D. (2012). Experimental determination of the brake delay of vehicles on special pavement. *Scientific papers of the University of Ruse*, 51(4), p. 23-27. (Оригинално заглавие: Любенов Д. (2012). Експериментално определяне на спирачното закъснение на автомобили по специална настилка”. *Научни трудове на Русенския университет*, 51(4), с. 23-27).

Kostadinov, S., Lyubenov, D., Marinov, M., Stoqnov, P. (2011). Experimental determination of bicycle brake delay. *Scientific papers of the University of Ruse*, 50(4), 148-152. (Оригинално заглавие: Костадинов, С., Любенов Д., Маринов, М., Стоянов, П. (2011). Експериментално определяне на спирачното закъснение на велосипед. *Научни трудове на русенския университет*, 50(4), 148-152).

Kostadinov, S., Lyubenov, D., Marinov, M. (2010). Motorcycle braking motion test. *Trans & MOTAUTO 2010. International virtual journal “Machines Technologies Materials”, Issue 10-11/2010*, с. 58 – 60. Костадинов, С., Любенов Д., Маринов, М. (2010) Изследване движението на мотоциклет при спиране. *Trans & MOTAUTO 2010. Международно виртуално списание „Машины, технологии, материали“*, брой 10-11/2010, p. 58 - 60.

Lyubenov, D., Marinov, M. (2008). Comparative study of some of the characteristics of measuring systems for the positioning and navigation of vehicles. *Scientific papers of the University of Ruse*, 47(4), 58-62. (Оригинално заглавие: Любенов Д., Маринов, М. (2008). Сравнително изследване на някои от характеристиките на измервателните системи за позициониране и навигация на автомобили. *Научни трудове на русенския университет*. 47(4), 58-62).

Kostadinov, S., Lyubenov, D., Marinov, M. (2011). Comparative study of longitudinal vehicle acceleration using GPS and inertia sensors. Trans & MOTAUTO 2011, p. 11 – 13. Костадинов, С., Любенов Д., Маринов, М. (2011). Сравнително изследване на надлъжните ускорения на автомобил с използване на GPS и инерционен сензори”. Trans & MOTAUTO 2011, с. 11 – 13.

Lyubenov, D. (2011) Research of the stopping distance for different road conditions. Scientific Journal “Transport Problems” 2011, Volume 6, Issue 4, p. 119-126. ISSN 1896-0596

Lyubenov, D. (2011). Investigation of brake delay with Vbox 3i Data Logger on different road surfaces. Trans & MOTAUTO 2011. p. 5 – 7. Любенов, Д. (2011). Изследване на спирачното закъснение с Vbox 3i Data Logger при различни пътни настилки” Trans & MOTAUTO 2011. с. 5 – 7. ISBN: 1310-3946.

Kirilov F., D. Lyubenov. (2018). A study of motorcycle acceleration in real traffic flow. Proceedings of University of Ruse , 57(4),148-153. (Оригинално заглавие: Кирилов , Ф., Любенов, Д. (2018). Изследване на ускорението на мотоциклет в реална градска среда. Научни трудове на русенския университет, 57(4), 148-153).