

RESEARCH INFLUENCE OF AUTONOMOUS EMERGENCY BRAKING OF CAR ON TRAFFIC SAFETY¹

Teodor Gatev, PhD

Department of transport

University of Ruse "Angel Kanchev"

E-mail: tgatev@uni-ruse.bg

Abstract: *To improve the safety of passenger in the car have been made many- safety belts, airbags, deformation zones etc. This is not the case with pedestrian safety. In Bulgaria pedestrian death are about 25% of all accident death, and this percent in Bulgaria is higher than in Europe where it is about 15-20%. Some of the reason for this are incorrect crossing of the roadway, the dark clothes with which pedestrian move in the dark part of the day and the driver do not notice them, the speed of the vehicle This research evaluates the effectiveness of autonomous emergency braking of traffic safety*

Keywords: *pedestrian safety, deathpedestrian, traffic accident.*

ВЪВЕДЕНИЕ

Безопасността на пешеходците по пътищата е глобален проблем и е изучавана от редица автори (Papadimitriou E. and all, 2013; Tiwari G., 2020; Campbell, B. and all, 2003). За да се повиши тяхната безопасност, едно от решенията е да се оборудват автомобилите с усъвършенствани системи за подпомагане на водача. Такава система е автономното аварийно спиране за пешеходци (АЕВ-Pedestrian). Основната функция на системата е да предотврати или сведе до минимум сериозните последици от сблъсък с пешеходци. Към момента тази система не може да намали броя на инцидентите до "0", но използването ѝ определено намалява процента на смъртни случаи и тези със сериозни наранявания. Резултати от направени тестове показват, че при скорост до 35 km/h системата елиминира вероятността за сблъсък на 100%. При по-висока скорост системата не може да реагира достатъчно ефективно за предотвратяване на сблъсък. Основните функции на системата са:

- откриване на пешеходци;
- звуково информироване на водача за опасност;
- автоматично намаляване на скоростта на движение;
- при необходимост пълно спиране на превозното средство.

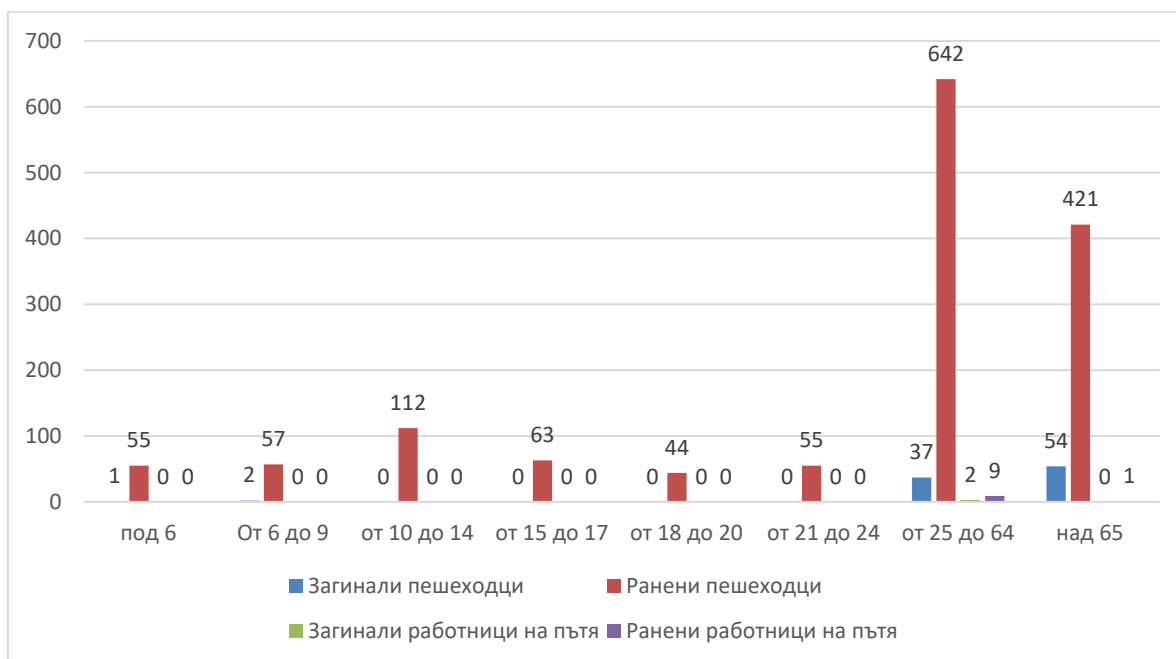
Системата за откриване на пешеходци сканира района в радиус от 40 метра. Ако обектът бъде открит от камерата и това бъде потвърдено от радара, той продължава да проследява и предсказва движения. Ако ситуацията достигне критично ниво, водачът получава звукова сигнализация. Липсата на реакция задейства автоматично намаляване на скоростта, промяна на траекторията или пълно спиране на автомобила.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Според доклад на Националния статистически институт през 2021 г. в България са загинали 94 пешеходци, а над 1 400 са ранени. Децата и възрастните над 64 години са най-уязвимите групи участници в движението (Pencheva V, A. Asenov, I. Georgiev, A. Sładkowski, 2020). Причините за нараняванията при децата вследствие на ПТП са недоразвитата им

¹ Докладът е представен на пленарната сесия на 28 октомври 2022 с оригинално заглавие на български език: ИЗСЛЕДВАНЕ ВЛИЯНИЕТО НА АВТОНОМНОТО АВАРИЙНО СПИРАНЕ НА АВТОМОБИЛ ВЪРХУ БЕЗОПАСНОСТ НА ДВИЖЕНИЕТО

физиология, недостатъчно развито чувство за преценка на ситуацияите и недобрата им подготовка по БДП. Родителите често дават лош пример за поведение на пътя, което също възпрепятства изграждането на добри навици в децата. Трина загинали и 287 ранени пешеходци са на възраст между 6 и 17 години. За същия период загиналите пешеходци над 65 годишна възраст са 54, а ранените 421. Тук причините за възникването на произшествията се крият в затруднената подвижност и увеличеното време за реакция, както и надценяването на собствените способности за безопасно пресичане на пътното платно. В фиг. 1 загиналите и ранени пешеходци са разделени по възрастови групи.



Фиг.1. Загинали и ранени пешеходци групирани по възраст

Системите за откриване на пешеходци (PDS) или Автономното аварийно спиране за пешеходци (АЕВР) се развиват в последните 10-15 години с развитието на технологиите (Ucińska M., Małgorzata Pełka, 2021).

За първи път такава система е монтирана в някои модели на Волво през 2010 година. Тогава тя се е базирала на сензори, които изискват директна линия на видимост, което я е правило крайно неефективна в случаите, когато пешеходец пресича пътя веднага след завой, или когато дете изкача на пътното платно между два автомобила. На фиг. 2 е показан принципа ѝ на работа.



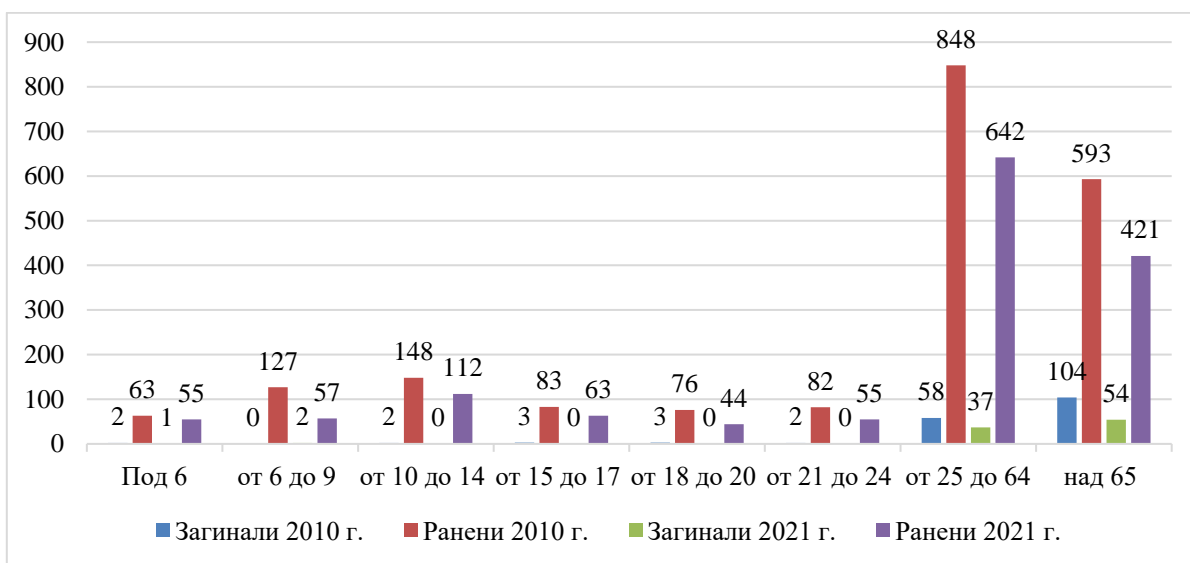
Фиг.2. Система за откриване на пешеходци

Също така ефективността ѝ се влияе както от вътрешните, така и от външните характеристики на оборудваното превозно средство по време на шофиране. Тези две характеристики са разделени на три категории според нивото на влияние: превозно средство, водач и фактори на околната среда.

- **Фактор превозно средство:** по време на шофиране системите в автомобила се сблъскват със сложни ситуации по отношение на пътната среда и условията на движение, като заоблени пътища, кръстовища, изпреварване, промени в пътната лента и други. В повечето случаи системата за АЕВ е приложима в ситуации с ниска или средна скорост на движение. В международния стандарт максималната скорост за изпитване на тази система е 80 km/h. Като основно сензорно оборудване в превозното средство, камерите и радарите са по-малко ефективни в лошо време и условия на слаба светлина, като пясъчни бури, мъгла, сняг и тъмнина. Ъгълът на зрителното поле (FoV) на сензора има значителен ефект върху избягването на сблъсъци, особено между превозно средство и пешеходци. Проучванията показват, че когато ъгълът на зрителното поле е настроен между 30 и 50 градуса, повече от 95,3 % от произшествията с тежки наранявания и смърт и 78,5% до 92,2% от инцидентите с леки наранявания могат да бъдат избегнати.
- **Фактор на водача:** „Автономността“ на системата АЕВ означава преди всичко, че не е необходима намесата на водача. Стилът на шофиране на всеки водач варира в зависимост от неговите характеристики, като възраст, пол, опит, отзивчивост и психологическа издръжливост. Следователно унифицираната логика за избягване на сблъсък и критериите за оценка може да не са приложими за различните водачи. За да се анализират стиловете на шофиране на различни типове водачи и да се избегне недоволството и съмнението, причинени от стратегиите за управление, които не съответстват на техния стил на шофиране, водачите се характеризират според истинските данни от теста за характеристики на шофиране. След определяне на стила на водача могат да бъдат зададени различни стратегии и параметри за управление за различните типове водачи, за да се подобри точността и комфорта на управление на системата.
- **Фактор на околната среда:** факторите на околната среда, които влияят на производителността на системата, са външни фактори, включително време, светлина и пътни условия в допълнение към самото превозно средство и водача. Пътните условия, включително коефициента на сцепление на наклона и вида на пътната настилка, пряко влияят върху ефективността при постигане на очаквания ефект след прилагане на спирачното действие.

В съвременните автомобили системата за откриване на пешеходци е класифицирана към системите за наблюдение на околната среда, които използват както ултразвукови сензори, така и радарни сензори, а също така и камери с нощно виждане, което увеличава ефективността през нощта, като разпознава всички видове препятствия, участници в движението, пешеходци по неосветен път, както и по нататъшната траектория на трасето. За пример ще посочим системата на Lexus LS – Pre-Collision System (PCS). В нея са комбинирани както предни и странични „Pre-crash“ сензори, които сигнализират и за диагонално приближаващи участници в движението, така и активен асистент в кормилното управление, което може да промени курса в случаите, в които спирането на автомобила няма да доведе до избягване на сблъсък. Сензорната система PCS комбинира радар, страничен радар в предната част, страничен радар в задната част, стерео камера, за да гарантира, че водачът има максимална осведоменост за случващото се на пътя. Ако бъде открит пешеходец, велосипедист или друго превозно средство в зона, където има опасност от сблъсък, водачът

ще бъде предупреден чрез визуални и аудио сигнали, преди системата да активира спирачките, когато е необходимо. Ако PCS определи, че спирането няма да е достатъчно, за да се избегне контакт с друго превозно средство, пешеходец или препятствие, асистентът за активна намеса в кормилното управление ще предприеме корекция от волана в комбинация с автоматично спиране. Тази система открива фиксирани обекти на пътя, като пешеходци и парапети, за да осигури спиране на възможно най-безопасното място. Когато бъде разпознат пешеходец отпед, PCS използва първата в света технология, която визуализира позицията на пешеходците чрез анимация на Head-up дисплея на водача. Тази анимация показва траекторията на превозното средство по отношение на пешеходеца, както и информация при опасност от сблъсък. Първа в света, тази иновация гарантира, че водачите са интуитивно наясно с пътя напред и могат да предприемат правилните действия. В фиг. 3 са сравнени загиналите и ранени пешеходци за 2010 и 2021 г.



Фиг.3. Загинали и ранени пешеходци за 2010 година и 2021 година

Натоварените градски среди са най- предизвикателните зони за системата за откриване на пешеходци, тъй като те могат да излязат неочаквано на пътното платно. Въпреки, че съвременните системи могат да засекаят пешеходец за по-малко от 0,2 милисекунди, понякога това е недостатъчно. Този проблем е възможно да се реши ако бъде изградена система за свързаност на превозните средства, които да си комуникират помежду си и да използват споделена информация, за да могат предварително да вземат решения, свързани с безопасността на движение. На фиг. 4 е показан примерен модел на система за свързаност на превозните средства.



Фиг. 4. Система за свързаност на превозните средства

Освен това, при по-високи скорости, тази система не може напълно да предотврати сблъсък между автомобил и пешеходец, но поне намалява вероятността от тежки последствия. Статистическите данни показват, че вероятността за фатален край между автомобил и пешеходец, е следната:

- ✓ При скорост 30 km/h - 5%;
- ✓ При скорост 50 km/h - 45%;
- ✓ При скорост 65 km/h – 85%.

За съжаление автомобилният парк в България е най-стария в целия европейски съюз. Средната възраст на автомобилите е 19 години. Броят на всички автомобили в България за 2021 г. е около 3,8 милиона, от които 1,9 милиона са на възраст над 20 години, а някои дори и над 25-30 години. Всичко това само по себе си е предпоставка за пътно транспортни произшествия със загинали пешеходци. Въпреки, че системата за откриване на пешеходци е измислена преди 12 години, към момента е част от малко модели съвременни автомобили. Докато България продължава да поддържа средна възраст на автомобилния си парк 19 години, процентът на загинали пешеходци ще е голям. Във фигура 3 са сравнени загиналите и ранени пешеходци за 2010 г. и 2021 г., от която се вижда, че пътнотранспортният травматизъм е намалял с 20%. Разбира се не всичко се дължи на системата АЕВ, но проучванията показват, че тази система значително може да подобри безопасността на движение.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

АЕВ има потенциала да намали скоростта на удара, а оттам и тежестта при пътнотранспортните произшествия с пешеходци, но все още ограничаващите фактори като метеорологични условия, осветеност, скорост на автомобила, както и времето за активиране на системата оказват голямо влияние върху ефективността ѝ. За подобряване на ползите от АЕВ е необходимо да се подобри работата ѝ в по-широк диапазон на скорост и светлина.

С напредването на технологиите интелигентните системи за активна безопасност навлизат все повече в производството на автомобили. Те биват постоянно подобрявани и усъвършенствани. Увеличават значително безопасността на всички участници в движението. Изграждането на съвместна интелигентна система за свързаност на превозните средства, в която превозни средства намиращи се в непосредствена близост да обменят важна информация за безопасността на движение, ще подобри значително ефективността на автономното аварийно спиране.

REFERENCES:

- Campbell, B. J., Zegeer, Charles V., Huang, Herman H. A Review of Pedestrian Safety Research in the United States and Abroad. <https://rosap.nhtl.bts.gov/view/dot/16111>, 2003.
- Cynecki, Michael J. A Review of Pedestrian Safety Research in the United States and Abroad. URL: <https://rosap.nhtl.bts.gov/view/dot/16111>.
- Papadimitriou E., A. Theofilatos, G. Yannis, Patterns of pedestrian attitudes, perceptions and behaviour in Europe, *Saf. Sci.* 53 pp. 114–122 (2013). doi:10.1016/j.ssci.2012.09.008.
- Pencheva V, A. Asenov, I. Georgiev, A. Śladkowski. Ecology in Transport: Problems and Solutions Chapter: Research on the State of Urban Passenger Mobility in Bulgaria and Prospects for Using Low Carbon Energy for Transport. Springer International Publishing. pp.441-504 ISBN:978-3-030-42323-0. 2020.
- Tiwari G. Progress in pedestrian safety research. *Int J Inj Contr Saf Promot.* 2020 Mar;27(1):35-43. doi: 10.1080/17457300.2020.1720255. Epub 2020 Jan 27. PMID: 31983273.
- Ucińska M., Małgorzata Pełka 2021. The effectiveness of the AEB system in the context of the safety of vulnerable road. *Open Engineering*, vol. 11, no. 1, 2021, pp. 977-993. <https://doi.org/10.1515/eng-2021-0097>.