

ALGORITHM, USED IN THE INVESTIGATION OF PREVENTION OF A TRAFFIC ACCIDENT WITH THE PARTICIPATION OF A PEDESTRIAN¹

Ass. Prof. Milena Mratsenkova, PhD

Department of Combustion Engines, Automobile Engineering and Transport,

Technical University of Sofia, Faculty of Transport

Tel.: +359 2 9653499

E-mail: savova@tu-sofia.bg

***Abstract:** The intensive development of road transport in recent decades has helped the society to meet its ever-increasing need of vehicles, on the one hand, but it has also led to a number of negative consequences, associated with the occurrence of road traffic accidents, on the other hand. In this regard, the problems, concerning traffic safety, and the tasks for their solution are the subject of in-depth research and analysis. This requires the use of adequate approaches in the study of the causes, conditions and factors which contribute to the occurrence of road accidents. In the present research the author proposes an approach for solving problems, related to the study of the possibilities for prevention of a traffic accident with a pedestrian. The application of this approach can be further used for solving various tasks, related to determining the basic parameters needed to establish the actual mechanism and the causes of an accident.*

***Keywords:** road traffic accident, automobile, pedestrian, velocity, danger zone, road, time*

ВЪВЕДЕНИЕ

Пътнотранспортните произшествия водят до социални и икономически загуби за обществото. Те все повече се превръщат в сериозен проблем, тъй като оказват пряко влияние върху смъртността и заболяемостта на населението. За последната година по пътищата на страната в резултат на пътни инциденти са загинали 463 лица и са ранени 7121 души, като общият брой на ПТП с наличие на материални щети и пострадали е 28 103. В сравнение с 2019 г. броят на ПТП е намалял с 15,1 % , този на загиналите – с 26,3 % , а на ранените лица – с 16,2 %. От общия брой пътнотранспортни произшествия с най-голям относителен дял са произшествията с участие на пешеходец – 23,4 % и между моторни превозни средства (МПС) – 33,7 % [7]. Всяко тежко пътнотранспортно произшествие се проявява в загуба на живот, влошаване на здраве, унищожаване на имущество, огромни социално-икономически загуби и трайни психологически травми за хората. Голяма част от пътните инциденти са предотвратими и са резултат на съществуващото поведение на участниците в движението, нивото на конфликтност на пътната инфраструктура и нейната активна и пасивна безопасност, техническата изправност на автомобилния парк, както и на състоянието на специализираната медицинска помощ. Това определя актуалността на проблемите, свързани с безопасността на движението и налага необходимост от изследване причините, условията и факторите, допринасящи за настъпването на ПТП [1,4,6]. Експертният анализ на пътни инциденти се осъществява в определена последователност, включваща следните стъпки: определяне мястото на удара и скоростта на превозното средство, изследване на техническата възможност за предотвратимост на инцидента чрез навременна реакция от страна на участниците, анализ на механизма на произшествието и определяне на причините за неговото настъпване.

В настоящото изследване вниманието се фокусира върху ПТП с участие на пешеходец, като целта е да се представи методика за разследване на пътни инциденти с удар на пешеходец при пресичане на платното за движение. Определянето на връзката между получените травматични увреждания на пострадалите и съответните деформации на превозните средства

¹ Докладът е представен на научна сесия на 30 октомври 2021 с оригинално заглавие на български език: АЛГОРИТАМ, ИЗПОЛЗВАН ПРИ РАЗСЛЕДВАНЕ НА ВЪЗМОЖНОСТТА ЗА ПРЕДОТВРАТЯВАНЕ НА ПЪТНО-ТРАНСПОРТНО ПРОИЗШЕСТВИЕ С УЧАСТИЕ НА ПЕШЕХОДЕЦ.

е от съществено значение за изясняване механизма, по които е настъпило изследваното произшествие.

ИЗЛОЖЕНИЕ

При изследване възможността за предотвратяване на пътнотранспортно произшествие при челен удар на пешеходец се извършва анализ по следния алгоритъм:

Анализ на входните данни, като за целта е необходимо запознаване с наличните документи (протокол за оглед на местопроизшествието, фотоматериали, съдебномедицински експертизи, протокол от проведен следствен експеримент, свидетелски показания).

Изчертаване на мащабна схема и определяне координатите на мястото на удара;

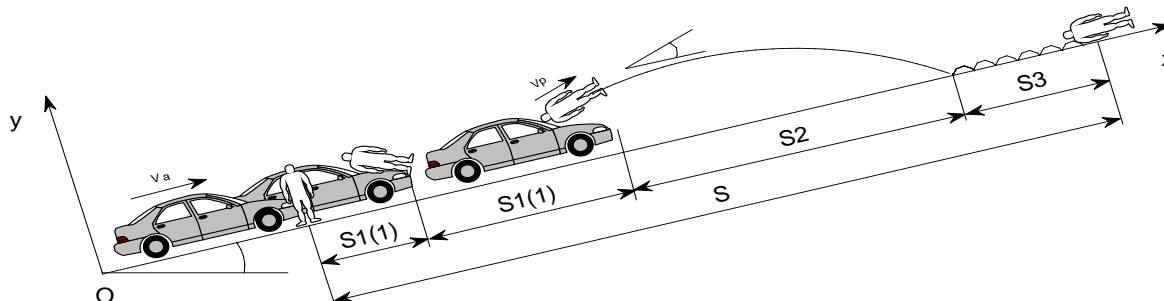
Определяне скоростта на движение на автомобила към момента на настъпване на ПТП. Използват се различни подходи, които могат да се разделят в две основни групи:

- при наличие на технически данни – с директно измерване (тахограф, GPS, видеозапис), по фиксирани спирачни следи в протокол за оглед, по разстояние на отхвърляне на тялото на пешеходеца, по деформации върху автомобила;

- при липса на технически данни: по травматичните увреждания на пострадалия, по свидетелски показания.

При определяне на скоростта е необходимо да се отчетат: габаритните размери и форма на превозното средство, разположение на деформациите по превозното средство, наличието на спирачни следи, следи от плъзгане, ударен интензитет, височина на пешеходеца и съответно на центъра на тежестта му, взаимно положение на пешеходец и превозно средство към момента на удара, ъгъл между векторите на скоростта на превозното средство и пешеходеца, вид на сблъсъка.

Определяне на разстоянието S , на което е отхвърлено тялото на пострадалия, в случай, че ПТП не е запазено [1,2,3,4,5].



Фигура 1: Разстояние на отхвърляне на пешеходец

Разстоянието на отхвърляне на пешеходците се състои от три фази (Фигура 1):

S_1 – разстояние, изминато от пешеходеца при носенето му от превозното средство, m;

S_2 – разстоянието, изминато при полета на тялото, m;

S_3 – разстояние, изминато при плъзгане на тялото по повърхността, m.

$$S = S_1 + S_2 + S_3, \text{ m} \quad (1)$$

По време на полета забавянето на тялото на пешеходеца е в границите $0,75 - 1,8 \text{ m/s}^2$. При удар на пешеходец под центъра на тежестта му тялото се отхвърля под наклон, а при удар над центъра на тежестта, тялото се отхвърля хоризонтално напред. Фазата на плъзгане е с начало от момента на осъществяване на контакт на тялото с пътя и продължава до установяването му в покой, като по време на тази фаза е възможен кратък полет поради неравен терен.

Определяне дължината на опасната зона на автомобила S_{oz} – общ изминат път от момента на предприемане на аварийно спиране от водача (момент на възприемане на опасността) до окончателното му спиране. Тя представлява минималното разстояние, необходимо за

преустановяване движението на превозното средство, съобразно скоростта му и се определя от формулата:

$$S_{oz} = t_{\Sigma} \cdot V_a + \frac{V_a^2}{2 \cdot j}, \text{ m.} \quad (2)$$

където t_{Σ} е сумарното време за задействане на спирачната уредба, s;

$$t_{\Sigma} = t_p + t_{cp} + 0,5 \cdot t_n, \text{ s.} \quad (3)$$

Времето t_0 , необходимо на водача да спре, се определя по формулата:

$$t_0 = t_{\Sigma} + \frac{V_a}{j}, \text{ s.} \quad (4)$$

където: t_p е време за реакция на водача, s; t_{cp} – време за сработване на спирачния привод, s; t_n – време за нарастване на спирачното закъснение, s; j – максимално спирачно закъснение, m/s^2 .

Определяне отстоянието на автомобила S_{OA} от мястото на удара в момента на възникване на опасност – определя се от формулата:

$$S_{OA} = \frac{V_a \cdot S_p}{V_p}, \text{ m} \quad (5)$$

където: V_p - скорост на движение на пешеходеца, която се избира от нормативни таблици, съобразно възрастта му. При липса на данни за начина на движение на пострадалия е необходимо анализът да разглежда всички възможни начини на движение (бавен ход, спокоен ход, бърз ход, спокойно бягане, бързо тичане).

S_p - път изминат от пешеходеца по платното за движение от момента на възникване на опасност.

Определяне безопасната скорост на движение на процесния автомобил – скорост, при която водачът е имал възможност да спре преди мястото на удара, като избегне ПТП. Определя се спрямо изчисленото отстояние на автомобила от мястото на удара към момента на възникване на опасност от удар и се изчислява по формулата:

$$V_B = \sqrt{t_{\Sigma}^2 \cdot j^2 + 2 \cdot (S_{OA} + 1) \cdot j} - t_{\Sigma} \cdot j, \text{ m/s} \quad (6)$$

За пълнота на провеждания анализ при определяне възможността за предотвратяване на удара от страна на водача на автомобила, изследването е необходимо да се извърши във варианти при разглеждане на всички възможни начини на движение на пешеходеца. Това осигурява възможност да се оцени най-достоверният начин на движение, съобразно физическото и здравословното състояние на пострадалия и други субективни фактори, които са извън компетентността на техническата експертиза.

В таблица 1 са обобщени необходимите данни за оценка предотвратимостта на пътнотранспортно произшествие с участие на пешеходец:

Таблица 1.

Данни за оценка предотвратимостта на ПТП с участие на пешеходец

Път, изминат от пешеходеца S_p , m					
Начин на движение на пешеходеца	Бавен ход	Спокоен ход	Бърз ход	Спокойно тичане	Бързо тичане
Скорост на пешеходеца, km/h.					
Време на движение на пешеходеца, s					
S_{OA} , m – при определената скорост					
S_{Oz} , m – при определената скорост					
Предотвратимост на удара при V_a	да/не	да/не	да/не	да/не	да/не
Безопасна скорост,					
Резерв-отстояние 1,00 m					

Таблица 1 съдържа следната информация:

- скорост на пешеходец при различни варианти на движение;
- време за движение на пешеходеца до мястото на удара;
- отстоянията на автомобила от мястото на удара към момента, в който е възниква опасността;
- опасната зона за спиране на автомобила при определената скорост на движение;
- възможност за предотвратимост на ПТП посочена с „да“ или „не“. Определя се чрез сравняване на опасната зона за спиране със съответните отстояния на автомобила от мястото на удара, съобразно начина на движение на пешеходеца. При възможност за предотвратяване на ПТП е необходимо да е изпълнено неравенството $S_{O3} < S_{O4}$;
- безопасната скорост – определя се за изчисленото отстояние на автомобила от мястото на удара при възникване на опасност от ПТП.

ИЗВОДИ

Представен е алгоритъм за изследване предотвратимостта на ПТП с участие на пешеходец. След запознаване с информацията, предоставена от разследващия орган и описваща обстоятелствата при настъпване на пътния инцидент, с прилагане на разработената методика се осигурява възможност да се определи техническата възможност за водача на автомобила да предотврати настъпването на ПТП. Отговорът на този въпрос е основен в експертната практика и служи за оценка на съответствието между действията на водача и правилата за движение в случай на възникнала опасност. При решаване на такъв проблем от първостепенно значение е да се установи моментът на възникване на обективна опасност.

REFERENCES

Karapetkov St. (2005), *Auto-technical expertise*. Sofia, Technical University (**Оригинално заглавие:** *Карапетков Ст. (2005), Автомехническа експертиза. София: Технически Университет.*)

Savova-Mratsenkova M., Palagachev G. (2020.), *Graph-analytic approach to determine the position of the initial impact in the event of pedestrian accidents*, TechSys 2020, IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/878/1/012042.

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/878/1/012042/pdf>

Hlebarski D. (2019), *Graph-analytical method for analysis of vehicle-pedestrian forward projection impact accidents with forward and transverse post-impact motion of pedestrian body on uneven road with gradient*, BulTrans-2019 Conference Proceedings, Sozopol, 10-12 September 2019, ISSN 1313-955X

<http://bultrans.org/files/proceedings/bultrans-2019.pdf>

L. Levulyte et al, *Pedestrians' Role in Road Accidents*, DOI: [http://dx.doi.org/10.7708/ijtte.2017.7\(3\).04](http://dx.doi.org/10.7708/ijtte.2017.7(3).04).

Fang Wang, Chao Yu, Guibing Li, Yong Han, Bingyu Wang, Jikuang Yang, Diandian Lan (2018), *A Study on Influence of Minivan Front-End Design and Impact Velocity on Pedestrian Thorax Kinematics and Injury Risk*, Applied Bionics and Biomechanics Volume 2018, Article ID 7350159, 8 page

<https://www.hindawi.com/journals/abb/2018/7350159/>

L.Petrescu, Petrescu Al. 2017), *Vehicle-pedestrian collisions - Aspects regarding pedestrian kinematics, dynamics and biomechanics*, CAR-2017 IOP Publishing: Materials Science and Engineering 252.

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/252/1/012001/pdf>

National Statistical Institute, *Traffic Accidents in the Republic of Bulgaria 2020* (Национален статистически институт, *Пътнотранспортни произшествия в Република България 2020*), ISSN 1312-8750, https://nsi.bg/sites/default/files/files/publications/ptp_2020.pdf