



ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПЪТНОТРАНСПОРТНО ПРОИЗШЕСТВИЕ С ПЕШЕХОДЕЦ

Даниел Любенов, Джемал Топчу, Филип Кирилов
dliubenov@uni-ruse.bg, dtopchu@uni-ruse.bg, f.kirilov@vtu.bg

**РУ „Ангел Кънчев“, Русе, ул. „Студентска“ 8,
ВТУ „Тодор Каблешков“, София, ул. „Гео Милев“ 158
РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ**

***Ключови думи:** Превозно средство, пътнотранспортно произшествие с пешеходец, Реконструкция на ПТП*

***Резюме:** Пътнотранспортните произшествия с участието на пешеходци са често срещани в градските райони. Сблъсък с пешеходец е всеки пътен инцидент, при който пешеходец е ранен или убит. Пешеходец е всеки участник в движението, който се намира на пътя извън превозното средство и не извършва работа на пътя. Важен етап от разследването на този вид пътнотранспортно произшествие е автотехническата експертиза и по-специално експертизата на причините за пътнотранспортното произшествие, механизма на възникване и възможностите за предотвратяване на инцидента.*

ВЪВЕДЕНИЕ

Пътнотранспортните произшествия (ПТП) с пешеходци са често срещани в населените места. Блъсване на пешеходец е всяко ПТП при което пешеходецът е получил телесни повреди или е загинал. Пешеходец е всеки участник в движението, който е на пътя извън превозното средство и не извършва работа по пътя. Важен етап от разследването на този вид ПТП представлява автотехническата експертиза и по специално експертното изследване на причините за ПТП механизма на протичане и възможностите за предотвратяване на произшествието. Целта на тази работа е да бъде представена методика за експертно изследване на ПТП с пешеходец и да бъде определено влиянието на някои входни фактори върху изходните параметри.

ИЗЛОЖЕНИЕ

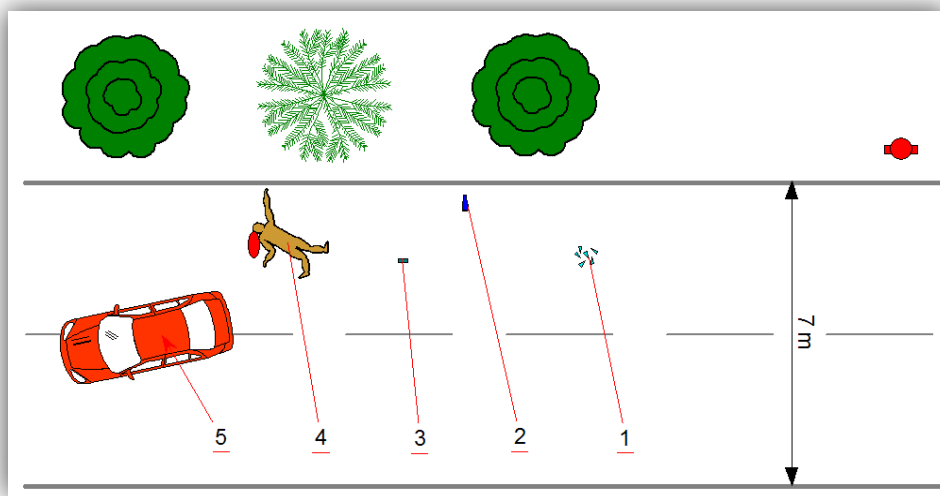
Произшествията с участието на пешеходец може да се класифицират по различни признаци и условия: според движението на автомобила и пешеходеца; в зависимост от това с каква част на автомобила е ударен пешеходецът; според условията за видимост и обзорност; според характера на движението на автомобила и др.

Теоретично съществуват различни възможности за предотвратяване на тези ПТП. В юридически аспект са допустими само някои. Това произтича от чл. 20 на Закона за движението по пътищата – водачите са длъжни да контролират непрекъснато пътните превозни средства, които управляват. Водачите на пътни превозни средства са длъжни при избиране скоростта на движението да се съобразяват с атмосферните условия, с

релефа на местността, със състоянието на пътя и на превозното средство, с превозвания товар, с характера и интензивността на движението, с конкретните условия на видимост, за да бъдат в състояние да спрат пред всяко предвидимо препятствие. Водачите са длъжни да намалят скоростта и в случай на необходимост да спрат, когато възникне опасност за движението.

Методиката на работа при изследване на ПТП при неограничена видимост и обзорност и равномерно движение на автомобила (челен удар) ще бъде представена с пример от реално произшествие.

На 22.02.2024 г., около 08:30 часа, в гр. Русе е настъпило пътнотранспортно произшествие между лек автомобил и пешеходец. Пътната настилка е била суха, без неравности. Произшествието е настъпило през светлата част на денонощието. Пътят в района на произшествието с едно платно за двупосочно движение, разделено на две ленти с единична бяла прекъсната линия. Ширината на лентите е по 3,50 m. Съгласно протокола за оглед е изготвена скица на мястото на ПТП (фиг. 1).



Фиг. 1. Скица на мястото на ПТП по ДП № 24/2024 г.

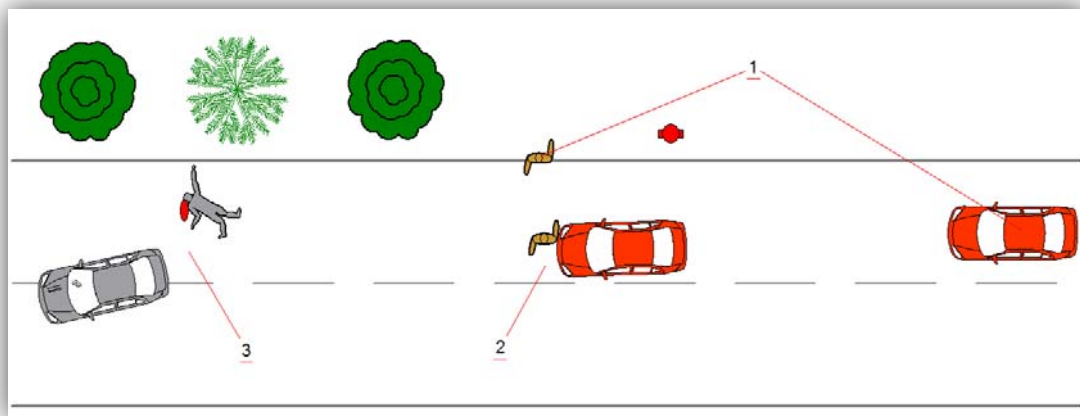
Огледът на мястото на ПТП и правилното описване на намерените веществените находки са особено важни за изготвянето на компетентни и обективни експертизи. За извършване на качествен оглед трябва да се спазва определена методика на работа, а също и да се познава влиянието и значението на находките относно експертното изследване на ПТП.

По намерените на мястото на произшествието обективни находки, разположението на получените деформации по автомобила и свидетелските показания се определя мястото на началото удара между автомобила и пешеходеца. Ударът е бил между предната част на автомобила и лявата страна на пешеходеца. На фиг. 2 са представени положенията на участниците в различни моменти.

Положенията (фиг. 2) имат следното значение: позиция 1 - положения на участниците при възникване на опасност; позиция 2 - положения на участниците в началото на удара; позиция 3 - положения на участниците, намерени при огледа.

По известни в експертната практика методики се определя скоростта на автомобила. За конкретното ПТП е установено, че $V_a = 14,00 \text{ m/s}$, разстоянието от края на платното за движение до автомобила $Y = 2,50 \text{ m}$, скоростта на пешеходеца е $V_n = 1,20 \text{ m/s}$. Спирачното закъснение за конкретните условия $a_{cn} = 6,50 \text{ m/s}^2$, а общото време, необходимо на водача да започне спиране $t_{o\delta} = 1,40 \text{ s}$. Ударът е нанесен с

предната част на автомобила, като разстоянието от дясната му страна до мястото на удара върху него $l_y = 0,50 \text{ m}$.



Фиг. 2. Положения на участниците в различни моменти

При тези данни, математичният модел, методиката на работа и резултатите са следните:

- *Определяне на времето за видимост*

$$(1) \quad t_B = \frac{Y+l_y}{V_{II}} = \frac{2,50+0,50}{1,20} = 2,50 \text{ s}$$

- *Определяне на общото време, необходимо на водача да започне спиране*

Общото време се определя по зависимостта

$$(2) \quad t_{об} = t_p + t_{сп} + 0,5t_n$$

където t_p е времето за реакция на водача; $t_{сп}$ – времето за сработване на спирачната система; t_n – времето за нарастване на спирачното закъснение до максимално.

Времето за реакция на водача представлява периода от време от момента на поява на опасност в ползрението на водача до началото на въздействието му върху органите за управление. То се определя в зависимост от сложността на пътнотранспортната ситуация и други условия. В конкретният случай $t_{об} = 1,40 \text{ s}$.

- *Проверка на възможността водачът да започне спиране на автомобила*

Тази проверка се извършва чрез сравняване на времето за видимост t_B и общото време $t_{об}$.

Ако $t_B < t_{об}$ изчисленията се прекратяват със заключението, че водачът не е имал техническа възможност да започне спиране.

Ако $t_B \geq t_{об}$ изчисленията и анализът продължават.

За конкретното ПТП

$$(3) \quad t_B = 2,50 > t_{об} = 1,40$$

следователно водачът е имал техническа възможност да започне спирането.

- *Определяне на разстоянието на видимост на пешеходеца*

Това разстояние се нарича още и *отстояние* на автомобила от мястото на удара и се определя по формулата:

$$(4) \quad S_B = t_B V_a = 2,5 \cdot 14 = 35 \text{ m},$$

- *Определяне на спирачния път на автомобила (опасната зона)*

Това е разстоянието, изминато от автомобила през времето за реакция и времето за спиране. В юридическата практика то е известно като “опасна зона за спиране” на автомобила. Определя се по зависимостта:

$$(5) \quad S_{\text{сп}} = t_{\text{об}} \cdot V + \frac{v^2}{2 \cdot a_{\text{сп}}} = 1,4 \cdot 14 + \frac{14^2}{2 \cdot 6,5} = 34,70 \text{ m},$$

- *Проверка на възможността водачът да спре автомобила преди мястото на удара*

Тази проверка се извършва чрез сравняване на опасната зона $S_{\text{сп}}$ и разстоянието на видимост $S_{\text{в}}$. Ако $S_{\text{сп}} \leq S_{\text{в}}$, експертната завършва със заключение, че водачът е имал техническа възможност да спре преди мястото на удара.

$$(6) \quad S_{\text{сп}} = 34,70 < S_{\text{в}} = 35,00 \text{ m},$$

От сравняването на посочените разстояния следва заключение, че водачът е имал техническа възможност да спре преди мястото на удара.

Следва да се отбележи, че когато последната проверка от алгоритъма на работа докаже, че опасната зона е по-голяма от разстоянието на видимост, някои експерти и юристи правят извода, че не е съществувала техническа възможност за предотвратяване на произшествието чрез спиране. Този извод може да е неправилен. Поради увеличаване на времето за движение на автомобила до мястото на удара, съществува възможност пешеходецът да напусне коридора от габаритната широчина на автомобила преди той да достигне мястото на удара. Утвърдителният отговор от тази проверка ще бъде с вероятно негативно за водача правно решение, а отрицателният – с положително за него решение. При това положение изчисленията следва да продължат по следния алгоритъм:

- определяне на разстоянието, което автомобилът би изминал след мястото на удара, ако водачът действа технически правилно;

- определяне на скоростта, която би имал автомобила, в мястото на удара при условие, че водачът е задействал спирачната система технически правилно;

- определяне на времето за движение на автомобила от възникване на опасност до мястото на удара;

- определяне на изминатия от пешеходеца път и сравняване;

В експертната и съдебната практика е много важно да се познава степента на влияние на входните фактори върху изходните резултати. Поради това ще бъде направено изследване влиянието на изминатото от пешеходеца разстояние по платното за движение, скоростта на автомобила и скоростта пешеходеца върху възможността за предотвратяване на произшествието.

Изследване влиянието на разстоянието, изминатото от пешеходеца по платното за движение до мястото на удара

Изследването ще бъде направено за разстояния: 2,00 m; 2,50 m; 3,00 m; 3,50 m; 4,00 m. Останалите входни величини се запазват непроменени за конкретното ПТП. Резултатите са представени в табл. 1.

В последния ред от таблицата с „Не“ е отбелязано, че водачът няма възможност да спре преди мястото на началото на удара, а с „Да“ – че има такава. Когато отговорът е „Не“ е възможно да бъдат направени и допълнителни изчисления.

Изследването показва, че промяната на разстоянието, изминато от пешеходеца с 0,50 m води до изменение на времето за видимост с около 0,4 s, а разстоянието на видимост – с около 6,0 m. За изследваните граници разстоянието на видимост се е увеличило с около 100%.

Таблица 1. Резултати за влиянието на разстоянието, изминато от пешеходеца

Параметри	Разстояние, изминато от пешеходеца, m				
	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00
t_b, s	1,67	2,08	2,50	2,92	3,33
$S_{сп}, m$	34,70	34,70	34,70	34,70	34,70
S_b, m	23,30	29,20	35,00	40,80	46,70
Заклучение	Не	Не	Да	Да	Да

Изследване влиянието на скоростта на автомобила

Изследването ще бъде направено за скорости на автомобила: 10,00 m/s; 12,00 m/s; 14,00 m/s; 16,00 m/s; 18,00 m/s. Останалите входни величини се запазват непроменени за конкретното ПТП. Резултатите са представени в табл. 2.

Таблица 2. Резултати за влиянието на скоростта на автомобила

Параметри	Скорост на автомобила, m/s				
	10,00	12,00	14,00	16,00	18,00
t_b, s	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
$S_{сп}, m$	21,70	27,90	34,70	42,10	50,10
S_b, m	25,00	30,00	35,00	40,00	45,00
Заклучение	Да	Да	Да	Не	Не

Резултатите от изследването показват, че промяната на скоростта на автомобила с 2,0 m/s води до изменение на разстоянието на видимост с 5,0 m, а опасната зона за спиране – с около 6 m за долната граница и около 8,0 m за горната граница на изследваните скорости. В тези граници разстоянието на видимост се е увеличило с 80%, а опасната зона за спиране – с около 131%.

Изследване влиянието на скоростта на пешеходеца

Изследването ще бъде направено за скорости на пешеходеца: 0,80 m/s; 1,00 m/s; 1,20 m/s; 1,40 m/s; 1,60 m/s. Останалите входни величини се запазват непроменени за конкретното ПТП. Резултатите са представени в табл. 3.

Таблица 3. Резултати за влиянието на скоростта на пешеходеца

Параметри	Скорост на пешеходеца, m/s				
	0,80	1,00	1,20	1,40	1,60
t_b, s	3,75	3,00	2,50	2,14	1,88
$S_{сп}, m$	34,70	34,70	34,70	34,70	34,70
S_b, m	52,50	42,00	35,00	30,00	26,30
Заклучение	Да	Да	Да	Не	Не

Анализът на резултатите от изследването показва, че за изследвания интервал, увеличаването на скоростта на пешеходеца с 0,20 m/s води до намаляване на разстоянието на видимост с около 10 m за долната граница и около 4 m за горната граница на изследваните скорости. Времето за видимост също намалява от около 0,8 s за долната граница до 0,3 s за горната граница на изследваните скорости. В тези граници разстоянието и времето за видимост са намалели с около 100%.

ИЗВОДИ

В тази работа е представена методика на работа за експертно изследване на ПТП с пешеходец при неограничена видимост и обзорност и равномерно движение на автомобила.

Изследвано е влиянието на изминатото от пешеходеца разстояние по платното за движение, скоростта на автомобила и скоростта пешеходеца върху възможността за предотвратяване на произшествието.

Установява се, че промяната на разстоянието, изминато от пешеходеца с 0,50 m води до изменение на времето за видимост с около 0,4 s, а разстоянието на видимост – с около 6,0 m.

Резултатите от изследването показват, че промяната на скоростта на автомобила с 2,0 m/s води до изменение на разстоянието на видимост с 5,0 m, а опасната зона за спиране – с около 2 m за долната граница и около 8,0 m за горната граница на изследваните скорости. В тези граници разстоянието на видимост се е увеличило с 80%, а опасната зона за спиране – с около 131%.

Увеличаването на скоростта на пешеходеца с 0,20 m/s води до намаляване на разстоянието на видимост с около 10 m за долната граница и около 4 m за горната граница на изследваните скорости. Времето за видимост също намалява от около 0,8 s за долната граница до 0,3 s за горната граница на изследваните скорости. В тези граници разстоянието и времето за видимост са намалели с около 100%.

Представените резултати са за разгледания пример. Те могат да бъдат много полезни за занимаващите се с експертно изследване на ПТП и изготвяне на автотехнически експертизи.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Любенов, Д., Гелков, Ж. (2024). Академично издателство „Русенски Университет“ Русе.
- [2] Karapetkov, S. (2005). Autotechnical expertise. Technical University of Sofia.
- [3] Lyubenov, D. (2011) *Research of the stopping distance for different road conditions*. Transport problems. Volume 6, Issue4, Page 119-126.
- [4] Traffic Police Department. General Directorate "National Police" (2024). Annual Report. Главна дирекция „Национална полиция“, АИС „Пътна полиция“, Доклад за ПТП.

INVESTIGATION OF VEHICLE – PEDESTRIAN ACCIDENT

Daniel Lyubenov, Dzhemal Topchu, Filip Kirilov
dliubenov@uni-ruse.bg, dtopchu@uni-ruse.bg, f.kirilov@vtu.bg

*Angel Kanchev Univesity of Ruse, Ruse, 8, Studentska St.,
Todor Kableshkov University of Transport, Sofia, 158, Geo Milev str.*
BULGARIA

Key words: *Vehicle, Pedestrian Accident, Accident Reconstruction*

Abstract: *Road traffic accidents involving pedestrians are common in urban areas. A pedestrian collision is any road accident in which a pedestrian is injured or killed. A pedestrian is any road user who is on the road outside the vehicle and does not perform work on the road. An important stage of the investigation of this type of road accident is the auto technical expertise, and in particular the expert study of the causes of the road accident, the mechanism of the occurrence and the possibilities to prevent the accident.*