

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)**

Институт машиностроения и автомобильного транспорта

**Кафедра «Автотранспортная и техносферная безопасность»**

Методические указания к Курсовому проектированию  
по дисциплине **«Экспертиза и анализ ДТП»** для студентов ВлГУ,  
обучающихся по направлению 230301 «Технология транспортных  
процессов» профиль «Организация и безопасность движения»

Составитель:

И.В. Денисов

Владимир – 2015 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Исходные данные	2
2. Вопросы, задаваемые следователем на разрешение автотехнической экспертизы	3
3. Производство авто технической экспертизы	6
3.1 Исследование по первому вопросу	6
3.2 Исследование по второму вопросу	7
3.3 Исследование по третьему вопросу	8
3.4 Исследование по четвертому вопросу	14
3.5 Исследование по пятому вопросу	15

## 1. Исходные данные

1. Дорожные условия: проезжая часть пр-та Ленина (до разделительной полосы) в месте происшествия имеет ровное асфальтированное покрытие шириной 15 м, предназначена для движения в одном направлении, горизонтального профиля, на момент наезда находилась в (\* см. табл.1) состоянии — из протокола осмотра места ДТП, схемы к нему и постановления.

2. Освещение во время происшествия естественное, видимость 250 м — из справки по ДТП и постановления.

3. Место наезда расположено в (\*\*см. табл.1) от правой границы проезжей части (считая в направлении движения ТС-1) — из протокола осмотра места ДТП, схемы к нему и постановления.

4. Пешеход (П-1) двигалась справа налево (считая по ходу движения ТС-1) сначала по тротуару, а потом по проезжей части и преодолела от правого тротуара до места наезда (\*\*см. табл.1) в темпе (\*\*\*)см. табл.1) — из постановления.

5. Впереди справа (крайне правая полоса) от ТС-1 находилось неподвижное ТС-2, которое закрывало видимость пешехода. Расстояние между ТС-2 и пешеходом в момент, когда последний покинул полосу движения этого автомобиля  $\Delta_x$ , интервал между автомобилями  $\Delta_y$  (см. табл.1).

6. Перед наездом водитель автомобиля ТС-1 тормозил. Наезд на пешехода произошел в процессе торможения, после наезда автомобиль преодолел в заторможенном состоянии до остановки  $S_{10}^{11}$  (см. табл.1). Общая длина тормозного следа  $S_{Ю}$  (см. табл.1).

6. Автомобиль ТС-1 технически исправен, без пассажиров, наезд совершен передней частью (четный вариант) или боковой частью (не четный вариант) — из протокола осмотра транспортного средства и постановления.

## **2. Вопросы, задаваемые следователем на разрешение автотехнической экспертизы.**

При исследовании механизма наезда автомобиля на пешехода следователь, как правило, в постановлении о назначении экспертизы указывает следующие вопросы:

1. С какой скоростью двигалось ТС-1 в данных дорожных условиях к моменту начала торможения?

2. На каком расстоянии от места наезда находился автомобиль в момент появления пешехода в поле зрения водителя?

3. Располагал ли водитель автомобиля технической возможностью экстренным торможением предотвратить наезд на пешехода в момент появления пешехода в поле его зрения?

4. Имел ли возможность потерпевший выйти за пределы полосы движения автомобиля, если бы водитель своевременно применил экстренное торможение?

5. Располагал ли водитель автомобиля технической возможностью предотвратить наезд на пешехода путем маневра?

6. Требованиями, каких пунктов Правил дорожного движения должен был руководствоваться водитель автомобиля в данной дорожной ситуации, и соответствовали его действия во время происшествия требованиям этих пунктов?

Таблица 1 – Исходные данные

	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$S_{10}, \text{ м}$	25	15	20	28	30	32	27	18	15	21
$S_{10}^{11}, \text{ м}$	5	3	7	6	8	6	4	4	3	8
$**S_n, \text{ м}$	6,75	5,52	7,4	4,85	6,4	5,1	4,7	4,1	6,0	5,8
$b_x, \text{ м}$	<b>Из построения</b>									
$b_y^4, \text{ м}$										
$l_x, \text{ м}$	0,15*L	0,2*L	0,16*L	0,12*L	0,21*L	0,19*L	0,21*L	0,1*L	0,22*L	0,25*L
$l_y, \text{ м}$	0,5*L	0,45*L	0,35*L	0,5*L	0,45*L	0,5*L	0,4*L	0,52*L	0,5*L	0,5*L
$\Delta_x, \text{ м}$	4	4,3	5	3,5	3,7	4,1	5,1	3,8	4,2	3
$\Delta_y, \text{ м}$	3	3,2	4,8	4,5	3,6	4,0	3	4,5	3,7	4,5
$Kэ$	1,25	1,2	1	1,1	1,12	1	1,18	1,12	1,1	1,15
*	сухая	мокрая	сухая	мокрая	сухая	мокрая	сухая	мокрая	сухая	мокрая
*** $V_p,$ км/ч	Молодые от 20 до 30 лет (М), Спокойный шаг	Пожилые от 50 до 60 лет (М), Спокойный бег	Молодые от 15 до 20 лет (Ж), Быстрый шаг	Школьники от 12 до 15 лет (М), Спокойный шаг	Среднего возраста от 40 до 50 лет (Ж), Медленный шаг	Пешеходы с протезом ноги (М), Быстрый шаг	Среднего возраста от 30 до 40 лет (М), Быстрый шаг	Старика старше 70 лет, (Ж), Медленный шаг	Школьники от 8 до 10 лет, (М), Быстрый бег	Молодые от 15 до 20 лет, (Ж), Спокойный бег
ТС-1	ВАЗ-2114	Mazda 3	Ford Focus 2	VW Golf	ВАЗ-2170	Renault Megane 3	Nissan Note	Chevrolet Cruze	Toyota Corolla	ВАЗ-2107

$\alpha$ , град	1,5	3	2	4	1	2,5	3	2	1	3
-----------------	-----	---	---	---	---	-----	---	---	---	---

**Условные обозначения:**

$S_0$ -остановочный путь автомобиля, м;

$S_B$  - расстояние видимости пешехода, м;

$S_{10}$ -длина тормозного следа до задней оси остановившегося автомобиля, м;

$S_{10}^{11}$ -следа тормозного следа от места наезда до задней оси автомобиля, м;

$S_n$ -путь пешехода по проезжей части до места наезда, м;

$S_n^i$  - путь пешехода по проезжей части вне поля зрения водителя, м;

$S_n^{11}$  - путь пешехода в поле зрения водителя до места наезда, м;

$b_x, b_y^4$  - координаты рабочего места водителя, м<sup>5</sup>;

$L_1$  – расстояние от передней части автомобиля до оси задних колес, м;

$l_x, l_y$  – координаты точки поверхности автомобиля, которой был нанесен удар пешеходу относительно оси задних колес (для  $l_x$ ) и боковой поверхности (для  $l_y$ ), м;

$\Delta_x$  – расстояние от линии движения пешехода до препятствия ограничивающего обзорность, м

$\Delta_y$  – расстояние от полосы движения автомобиля до препятствия, ограничивающего обзорность, м;

$\Delta$  - интервал между автомобилями, м;

$Z$  - дистанция между автомобилями, м;

$L$  - длина автомобиля, м;

$B$  - ширина автомобиля, м;

$V_a$  - скорость движения автомобиля, км/час;

$V_n$  - скорость движения пешехода, км/час.

$t_3$  - время нарастания замедления автомобиля, с.

$j_M$  - максимальное установившееся замедление без пассажиров,  $\text{м/с}^2$ .  
 $S_{Ю}$  - длина следа юза, согласно протокола осмотра места ДТП (замеряется до оси задних колес),  
 $K_э$  - коэффициент эффективности тормозной системы;  
 $\alpha$  - продольный уклон дороги, град

### 3. Производство авто технической экспертизы

1. С какой скоростью двигалось ТС-1 в данных дорожных условиях к моменту начала торможения?

#### 3.1. Исследование по первому вопросу

Для того чтобы определить скорость автомобиля ТС-1 перед торможением воспользуемся формулой:

$$V_a = 1.8 \times t_3 \times j_M + \sqrt{26 \times j_M \times S_{Ю}}, \quad (1)$$

где  $t_3$  - время запаздывания тормозной системы автомобиля при торможении, с;

$j_M$  - замедление автомобиля при торможении [4],  $\text{м/с}^2$ ;  
 $S_{Ю}$  - длина тормозного следа, м.

В свою очередь,  $j_M$  определяется по следующей формуле:

$$j_M = g \left( \frac{\varphi}{K_э} \times \cos \alpha - \sin \alpha \right), \quad (2)$$

где  $g$  - ускорение свободного падения,  $\text{м/с}^2$ ;

$\varphi_x$  - коэффициент сцепления дорожного покрытия [4];

$K_э$  - коэффициент эффективности тормозной системы [4];

$\alpha$  - продольный уклон дороги, град.;

Значение  $j_M$ , зависит от коэффициента сцепления. Поэтому и  $j_M$  рассчитываем для двух значений  $\varphi_x$ .

Расчет  $V_a$  также ведется для двух значений  $j_M$ .

Определим скорость автомобиля в момент удара  $V_y$ :

$$V_y = \sqrt{26 \times j_M \times S_m''} \quad (3)$$

где  $S_m''$  - расстояние, пройденное автомобилем с момента наезда до полной остановки.

$$S_m'' = S_{Ю}'' + L + C, \quad (4)$$

где  $S_{Ю}''$  – длина тормозного следа от предполагаемого места наезда до полной остановки.

2. На каком расстоянии от места наезда находился автомобиль в момент выхода пешехода на проезжую часть?

### 3.2 Исследование по второму вопросу

Для того, чтобы определить на каком расстоянии находилось ТС-1 от предполагаемого места наезда на пешехода в момент выхода пешехода на проезжую часть, воспользуемся следующей формулой:

$$S_a = (t_n - t_m') \frac{V_a}{3,6} + S_m', \quad (5)$$

где  $t_n$  – время движения пешехода с момента выхода пешехода на проезжую часть до момента наезда, с;

$t_m'$  – время торможения автомобиля до момента наезда, с;

$V_a$  – скорость автомобиля, км/час;

$S_m'$  – расстояние, пройденное автомобилем с момента начала торможения до момента наезда, м.

Определяем  $t_n$ .

$$t_n = \frac{S_n}{V_n} \times 3,6, \quad (6)$$

где  $S_n$  – путь, пройденный пешеходом с момента выхода на проезжую часть до момента наезда, м.;

$V_n$  – скорость пешехода, км/час.

Определяем  $t_m'$ .

$$t_m' = t_m - t_m'', \quad (7)$$

где  $t_m$  – время торможения автомобиля до полной остановки, с;

$$t_m = \frac{V_a}{3,6 \times j_M}, \quad (8)$$

$t_m''$  – время торможения автомобиля после наезда, с.

$$t_m'' = \sqrt{t_m'^2 - \frac{2 \times S_m'}{j_M}}, \quad (9)$$

Определяем  $t_m$ , а потом  $t_m'$ .

Определяем  $S_m'$ .

$$S_m' = S_{Ю}'' - L - C + \frac{V_a \times t_3}{7,2}, \quad (10)$$

где  $S_{Ю}''$  – длина тормозного следа до места наезда, м;

$L$  – база автомобиля, м;  
 $C$  – передний свес автомобиля, м;  
 $V_a$  – скорость автомобиля ТС-1 перед торможением, км/ч.

Отсюда определяем  $t'_m$ .

Так как везде сравниваем по два значения, то и  $S_a$  будет два значения:

1.  $S_a =$  м.

2.  $S_a =$  м.

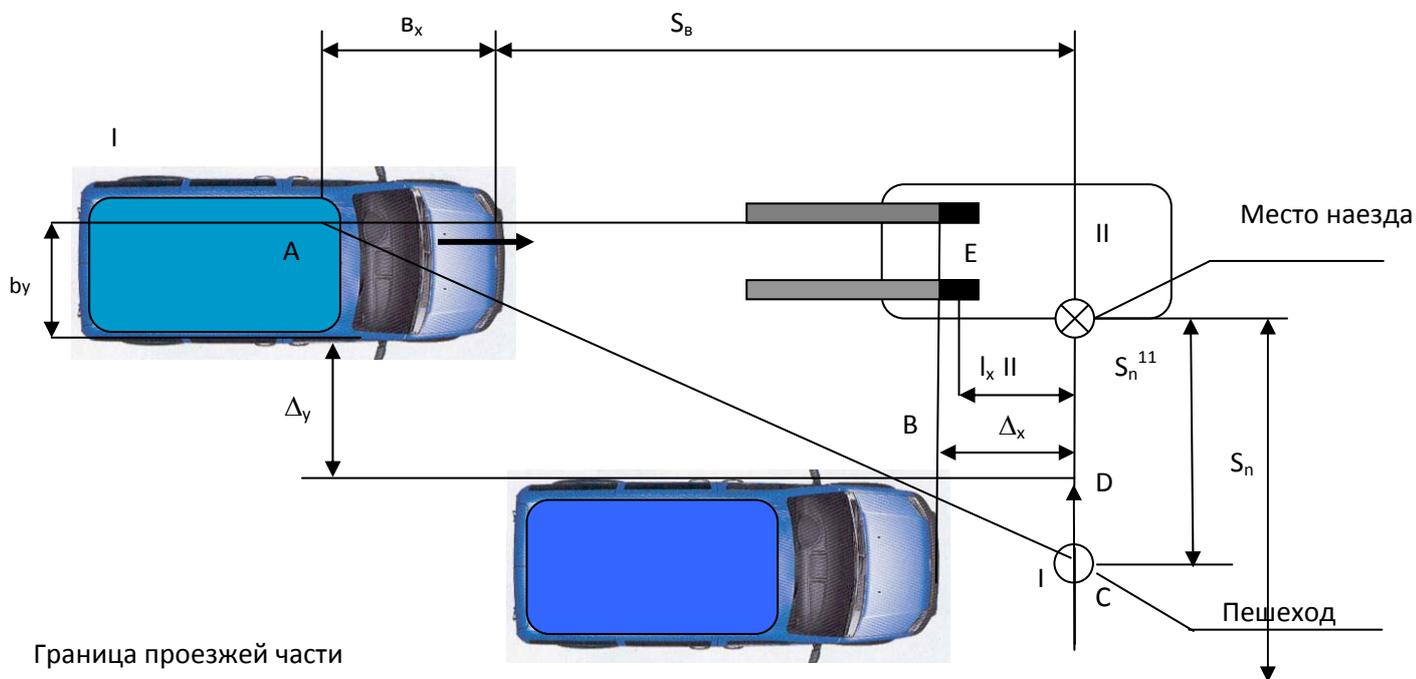
3. *Располагал ли водитель автомобиля технической возможностью экстренным торможением предотвратить наезд на пешехода в момент появления пешехода в поле его зрения?*

### **3.3. Исследование по третьему вопросу**

3.1. Наезд на пешехода без торможения при ограничении обзорности для водителя неподвижным препятствием.

Допустим, что совершен наезд на пешехода, вышедшего из-за неподвижного препятствия на полосу движения автомобиля. Водитель до наезда не тормозил, удар был нанесен боковой поверхностью автомобиля. Требуется определить расстояние видимости пешехода  $S_B$ . Эксперту необходимо знать:

- скорость движения автомобиля-  $V_a$ ;
  - скорость движения пешехода -  $V_n$ ;
  - расстояние  $\Delta_y$  от автомобиля до препятствия;
  - расстояние  $\Delta_x$  между пешеходом и препятствием;
  - расстояние  $l_x$  от оси задних колес до боковой поверхности автомобиля, которой был нанесен удар пешеходу,
-



Из подобия треугольников ABE и BCD следует:

$$\frac{AE}{BE} = \frac{BD}{CD}, \quad (1)$$

Здесь:  $AE = S_B + b_x - \Delta_x$ ;

$$BE = \Delta_y + b_y;$$

$$BD = \Delta_x;$$

$$CD = S_n^{II} - \Delta_y;$$

Подставляя в уравнение (I) значения AE, BE, BO и CB, получим:

$$\frac{S_B + b_x - \Delta_x}{\Delta_x + b_y} = \frac{\Delta_x}{S_n^{II} - \Delta_y},$$

откуда

$$S_n'' = \frac{\Delta_y + b_y}{S_B + b_x - \Delta_x} \Delta_x + \Delta_y \quad (2)$$

Уравнение (2) содержит два неизвестных  $S_n''$  и  $S_B$ . Для решения его составим уравнение исходя из условия равенства времени движения автомобиля и пешехода до наезд, т.е.  $t_a = t_n$ :

$$t_a = \frac{S_b + L_1 - l_x}{V_a}, \text{ сек}; \quad t_n = \frac{S_n''}{V_n}$$

Приравняв эти выражения для  $t_a$  и  $t_n$ , имеем:

$$\frac{S_B + L_1 - l_x}{V_a} = \frac{S_n''}{V_n}, \text{ сек};$$

откуда 
$$S_n'' = \frac{S_B + L_1 - l_x}{V_a} V_n, \text{ м.}$$

Решая эту систему уравнений (2) и (3), получим:

$$\frac{\Delta_y + b_y}{S_B + b_x - \Delta_x} \Delta_x + \Delta_y = \frac{S_B + L_1 - l_x}{V_a} V_n \quad (3)$$

Уравнение (4) относительно  $S_B$  решаем подставив числовые значения входящих в него параметров, т.е. приводя его к виду:

$$S_B^2 - P S_B - Q = 0 \quad (4)$$

где:  $P$  и  $Q$  - коэффициенты, зависящие от параметров, входящих в уравнение (5).

Решим уравнение по формуле:

$$S_B^2 = \frac{P}{2} + \sqrt{\frac{P^2}{4} + Q}, \text{ м} \quad (5)$$

$S_B$  - представляет собой расстояние, начиная с которого пешеход впервые попадает в поле зрения водителя.

Для случаев, когда удар пешеходу нанесен передней частью автомобиля и место удара располагается на расстоянии  $l_y$  от боковой поверхности автомобиля, уравнение (4) примет следующий вид:

$$\frac{\Delta_y + b_y}{S_b + b_x - \Delta_x} \Delta_x + \Delta_y + l_y = \frac{V_n}{V_a} S_B \quad (6)$$

При наезде на пешехода в процессе торможения при ограничении обзорности для водителя неподвижным препятствием методика расчета следующая (рисунок 2).

Известно:  $V_n, S_{10}, S_{10}^{\text{II}}, \Delta_x, \Delta_y, l_x$ .

Из подобия треугольников ABE и BCD имеем:

$$\frac{CD}{BD} = \frac{BE}{AE} \quad (7)$$

Здесь:  $CD = S_{10}^{\text{II}} - \Delta_y$ ;

$$BD = \Delta_x;$$

$$BE = \Delta_y + b_y;$$

$$AE = S_B + b_x - \Delta_x$$

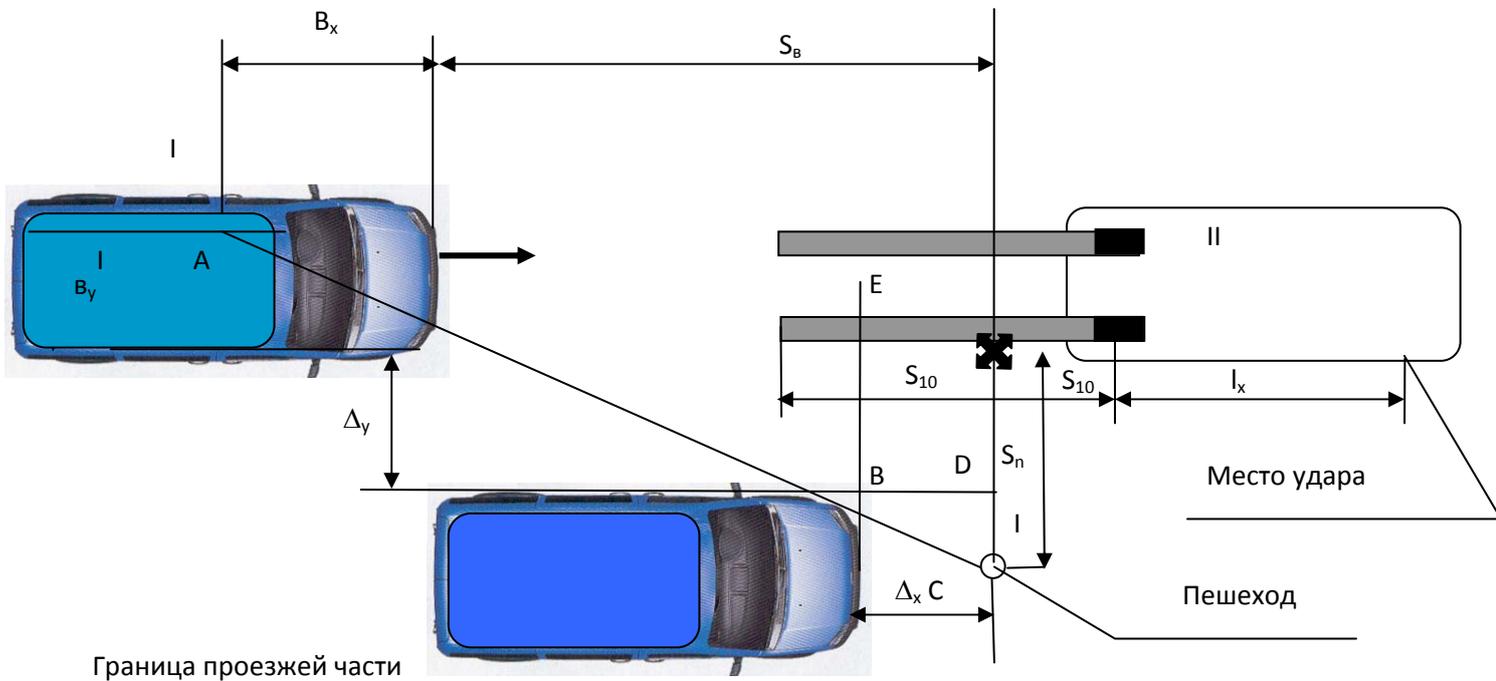


Рисунок 2 - Позиция I- взаимное расположения автомобиля и пешехода в момент его появления в поле зрения водителя; позиция II- положение автомобиля после наезда.

Подставляя в уравнение (7) значения CD, BD, BE и AE, получим:

$$\frac{S''_n - \Delta_y}{\Delta_x} = \frac{\Delta_y + b_y}{S_b + b_y - \Delta_x}, \quad (8)$$

откуда

$$S''_n = \frac{\Delta_y + b_x}{S_b + b_x - \Delta_x} \Delta_x + \Delta_y, \text{ м} \quad (9)$$

В этом случае так же, как и в первом, исходя из условия  $t_a = t_n$ , составим второе уравнение для определения  $S_a$ . Время движения автомобиля до наезда равно:

$$t_a = \frac{S_b + S''_{10} - S_{10}}{V_a} 3,6 + t^I_T, \text{ сек} \quad (10)$$

где:  $V_a$  - скорость автомобиля перед торможением, определяется по формуле:

$$V_a = 1,8 t_b j + \sqrt{26 S_{10} j}, \text{ км/час};$$

$t^I_T$  - время движения автомобиля в заторможенном состоянии до места наезда:

$$t^I_T = \frac{V_a - V_n}{3,6 j}, \text{ сек};$$

$j$ -замедление автомобиля при экстренном торможении, м/сек<sup>2</sup> ;

$V_n$ - скорость автомобиля в момент наезда:

$$V_n = \sqrt{26 S''_T j}, \text{ км/час},$$

$S''_T$  -перемещение автомобиля после наезда:

$$S''_T = S''_{10} + l_x, \text{ м},$$

Время движения пешехода составляет:

$$t_n = \frac{S_n''}{V_n} 3,6, \text{ сек.} \quad (11)$$

Подставляя соответствующие значения для  $t_a$  и  $t_n$  из уравнений (10) и (11), имеем :

$$\frac{S_B + S_{10}'' - S_{10}}{V_a} 3,6 + t_T' = \frac{S_n''}{V_n} 3,6, \quad (12)$$

Подставляя в уравнение (12) выражение для  $S_n''$  из (9), получим:

$$\frac{S_B + S_{10}'' - S_{10}}{V_a} 3,6 + t_T' = \left( \frac{\Delta_y + b_y}{S_B + b_x - \Delta_x} \Delta_x + \Delta_y \right) \frac{3,6}{V_n}, \quad (13)$$

После подстановки в уравнение (13) численных значений входящих в него параметров и преобразований получим квадратное уравнение относительно  $S_B$ . В случае наезда на пешехода передней частью автомобиля уравнение (13) принимает вид:

$$\frac{S_B + S_{10}'' - S_{10}}{V_a} 3,6 + t_T' = \left( \frac{\Delta_y + b_y}{S_B + b_x - \Delta_x} \Delta_x + \Delta_y + \Delta_y + l_y \right) \frac{3,6}{V_n},$$

причем перемещение автомобиля после наезда определяется из выражения:

$$S_T'' = S_{10}'' + L_T, \text{ м.}$$

Из двух значений  $S_B$  принимаем большее.

Определяем  $S_0$  – остановочный путь.

$$S_0 = (t_1 + t_2 + t_3) \frac{Va_1}{3,6} + S_{ю}, \text{ м.} \quad (14)$$

где  $t_1$  – время реакции водителя, с;

$t_2$  – время срабатывания тормозного привода, с;

$t_3$  – время замедления автомобиля, с.

Сравниваем  $S_B$  и  $S_0$  и делаем вывод.

4. *Имел ли возможность потерпевший выйти за пределы полосы движения автомобиля, если бы водитель своевременно применил экстренное торможение?*

### 3.4. Исследование по четвертому вопросу

При скорости пешехода  $V_{\Pi}$  проверим условие безопасного перехода полосы движения автомобиля пешеходом:

$$S_{\Pi}' > \Delta_Y + B_a + \Delta_b; \quad (15)$$

где  $\Delta_Y$  - расстояние от боковой поверхности автомобиля до пешехода в момент появления пешехода в поле зрения водителя;

$$\Delta_Y = S_{\Pi} - l_Y - S_{\Pi}''; \quad (16)$$

где  $S_{\Pi}''$  - путь пешехода по проезжей части до момента обнаружения его водителем автомобиля, м.

$$S_{\Pi}'' = S_{\Pi} - V_{\Pi} t_B; \quad (17)$$

где  $t_B$  - время движения пешехода в поле зрения водителя автомобиля.

$$t_B = S_B / V_{a1}; \quad (18)$$

Определим искомый путь пешехода:

$$S_{\Pi}' = V_{\Pi} t'_{ЭН} \quad (19)$$

где  $t'_{ЭН}$  - время движения автомобиля до линии следования пешехода

$$t'_{ЭН} = (t_1 + t_2 + 0.5t_3) + V_{a1} - V_{H}' / j_M; \quad (20)$$

где  $V_{H}'$  - скорость автомобиля в момент пересечения им линии следования пешехода

$$V_{H}' = \sqrt{2S_{\Pi\Pi}' j_M};$$

где  $S_{\Pi\Pi}'$  - перемещение автомобиля после пересечения линии следования пешехода при своевременном торможении

Получаем

$$V_{H}' = \text{м/с};$$

$$t'_{ЭН} = \text{с};$$

$$S_{\Pi}' = \text{м}.$$

Проверим условие (15)

Делаем заключение о выполнении условия (15).

5. *Располагал ли водитель автомобиля технической возможностью предотвратить наезд на пешехода путем маневра?*

### 3.5. Исследование по пятому вопросу

Для того, чтобы определить располагал – ли водитель ТС-1 технической возможностью предотвратить наезд на пешехода путем маневра в момент появления последнего в поле зрения водителя, воспользуемся следующими формулами:

$$S_{\min} = \sqrt{2 \times a \times R_{\text{пред}} - a^2}, \text{ м.} \quad (21)$$

где  $S_{\min}$  – минимальное расстояние, на котором водитель мог совершить маневр, м;

$R_{\text{пред}}$  – предельный радиус поворота внешней габаритной точки, м;

$B_a$  – ширина автомобиля, м;

$a$  – расстояние, необходимое для смещения, м.

$a=l=1\text{ м,}$

где  $l$ -минимальное безопасное расстояние между движущимся автомобилем и пешеходом, м

$$R_{\text{пред}} = \sqrt{(R_2 + 0.5B_a)^2 + l_2^2}, \text{ м.} \quad (17)$$

где  $R_2$  – радиус поворота центра заднего моста, м;

$l_2$  -расстояние от задней оси до крайней удаленной точки переда автомобиля.

$$R_2 = \sqrt{R_{цт}^2 - b_2^2}, \text{ м}, \quad (18)$$

где  $R_{цт}$  – радиус поворота центра тяжести, м,

$b_2$  – расстояние от центра тяжести до задней оси, м.

Радиус поворота центра заднего моста  $R_{цт}$  определяется по формуле:

$$R_{цт} = \frac{Va_1^2}{127 \times \varphi_y}, \text{ м}. \quad (19)$$

где  $\varphi_y$  – поперечный коэффициент сцепления  $\varphi_y = 0,8 \times \varphi_x$ .

Сравниваем значения  $S_a$  и  $S_{\min}$

Если  $S_b > S_{\min}$ , то отсюда следует вывод, что водитель ТС-1 располагал технической возможностью предотвратить наезд на пешехода путем маневра.