

**АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ**

УДК 658.345:656.0

С. Л. ЛАПСКИЙ, старший преподаватель, Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель, Д. П. ХОДОСКИН, аспирант, Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Р. Ю. ЛАГЕРЕВ, кандидат технических наук, Иркутский государственный технический университет (Россия)

**РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СТОЛКНОВЕНИЙ С УДАРОМ СЗАДИ**

Представлена модель конфликтного взаимодействия лидирующего и ведомого автомобилей при подъезде к регулируемому перекрестку (РПК). Приведено ее формульное описание. Выведены искомые формулы для определения величины инертной зоны дилеммы. С помощью модели определены основные тождества, характеризующие ее. На их основе составлены уравнения движения лидирующего и ведомого автомобилей. Определена система условий, при соблюдении которой между парой автомобилей не произойдет ни столкновения с ударом сзади, ни конфликтной ситуации, ни выезда их обоих за стоп-линию при торможении. На основе пакета Microsoft Office Excel разработана компьютерная программа для моделирования движения лидирующего и ведомого автомобилей на подъезде к РПК. Определены и представлены ее основные ограничения, а также направления и параметры, выводимые в качестве результата. Кратко дано понятие так называемой «желтой» зоны, которую предлагается ввести как мероприятие по борьбе с негативным влиянием инертной зоны дилеммы. В ходе проведения расчетов и проверки их с помощью компьютерной программы подтверждена гипотеза о месте расположения новой зоны.

**Р**азработанная компьютерная программа полностью базируется на модели конфликтного взаимодействия лидирующего и ведомого автомобилей, поэтому, прежде чем приступить к ней, построим и досконально изучим искомую модель. На рисунке 1 отражена динамика поведения водителя ведомого автомобиля при торможении лидирующего автомобиля при подъезде к РПК на изменяющийся сигнал светофора (с зеленого мигающего на желтый сигнал). Причем водитель лидирующего автомобиля при загорающемся желтом сигнале принимает решение остановиться у стоп-линии.

Теперь необходимо определиться с расстояниями, отраженными на рисунке. Чтобы определить расстояние, проходимое автомобилем с момента реакции водителя на изменившиеся условия движения и до полной остановки автомобиля, необходимо представлять изменение величины замедления во времени. Для этого необходимо использовать тормозную диаграмму автомобиля [1].

При последующем определении искомых формул примем, что сила сопротивления движению автомобиля мала и ею можно пренебречь, то есть  $f = 0$ . Механизм определения расстояний, отраженных на рисунке 1, аналогичен для обоих автомобилей, поэтому ниже он представлен в общем виде.

Расстояние, проходимое автомобилем за время  $t_p$ ,

$$S_p = v t_p, \quad (1)$$

где  $v$  – скорость автомобиля на подходе к РПК, м/с;  $t_p$  – время реакции водителя, с.

Расстояние, проходимое автомобилем за время  $t_2$ ,

$$S_2 = v t_2, \quad (2)$$

где  $t_2$  – время запаздывания срабатывания тормозного привода, с.

Нарастание замедления на участке времени  $t_3$  происходит от нуля до величины установившегося замед-

ления [1]. Учитывая линейную зависимость замедления на данном промежутке, можно считать, что величина замедления на этом участке:

$$j_3 = \frac{j_0 + j_{уст}}{2} = \frac{j_{уст}}{2}, \quad (3)$$

где  $j_0$  – величина замедления в начале процесса нарастания замедления, принимаем  $j_0 = 0$  м/с<sup>2</sup>;  $j_{уст}$  – величина установившегося замедления, м/с<sup>2</sup>.

Следовательно, расстояние, пройденное автомобилем за время  $t_3$ , равно [2]

$$S_3 = v t_3 - \frac{j_{уст} t_3^2}{6}, \quad (4)$$

где  $t_3$  – время нарастания замедления, с.

Расстояние, пройденное автомобилем за время  $t_4$  (время торможения с установившимся замедлением, с), [2]

$$S_4 = \frac{v^2}{2j_{уст}} - \frac{v t_3}{2} + \frac{j_{уст} t_3^2}{8}. \quad (5)$$

Расстояние, пройденное ведомым автомобилем за время реакции водителя лидирующего автомобиля:

$$S_A = v_A t_{рБ}, \quad (6)$$

где  $v_A$  – скорость ведомого автомобиля на подходе к РПК, м/с;  $t_{рБ}$  – время реакции водителя лидирующего автомобиля, с.

В итоге формула общего расстояния, пройденного автомобилем с момента реакции водителя на изменившиеся условия движения и до полной остановки автомобиля (тормозной путь автомобиля), будет иметь вид:

$$S_T = S_p + S_2 + S_3 + S_4, \quad (7)$$

где  $S_p$  – расстояние, пройденное автомобилем за время реакции водителя данного автомобиля, м.

Подставив вышеприведенные формулы в формулу (7) и выполнив упрощение выражения, получим [2]:

$$S_T = (t_p + t_2 + 0,5 t_3) v + \frac{v^2}{2j_{уст}} - \frac{j_{уст} t_3^2}{24}. \quad (8)$$

В данной модели величины замедления установлены экспериментально, однако, если данный параметр неизвестен, то для его определения можно использовать формулу:

$$j = g \left( \frac{\varphi \cos \alpha}{K_3} \pm \sin \alpha \right), \quad (9)$$

где  $g$  – ускорение свободного падения,  $m/c^2$ ;  $\varphi$  – коэффициент сцепления колеса с дорогой;  $\alpha$  – угол наклона дороги. Знак «-» показывает, что торможение производится на спуске, а знак «+» – на подъеме;  $K_3$  – коэффициент, учитывающий эксплуатационные условия, при которых осуществляется торможение, влияние неодинакового состояния тормозов каждого колеса и т. д.

При подстановке в формулу (8) значения  $j$  из формулы (9) получим более развернутый ее вариант, учитывающий такие параметры, как угол наклона дороги и коэффициент, характеризующий эксплуатационные условия. Однако формула (8), применявшаяся для определения тормозного пути, в которой

использовался параметр  $j_{уст}$ , может использоваться и при расчете искомых расстояний с учетом  $j_a$  и  $j_c$ . Следовательно, формулы для определения  $S_{min}$ ,  $S_{minc}$  (где первое – это минимальное расстояние до стоп-линии, при котором автомобиль остановится перед ней при использовании аварийного замедления  $j_a$ , а второе – минимальное расстояние до стоп-линии, при котором автомобиль остановится перед ней при использовании служебного замедления  $j_c$ ) примут вид:

$$S_{min} = (t_p + t_2 + 0,5 t_3) v + \frac{v^2}{2j_a} - \frac{j_a t_3^2}{24}; \quad (10)$$

$$S_{minc} = (t_p + t_2 + 0,5 t_3) v + \frac{v^2}{2j_c} - \frac{j_c t_3^2}{24}. \quad (11)$$

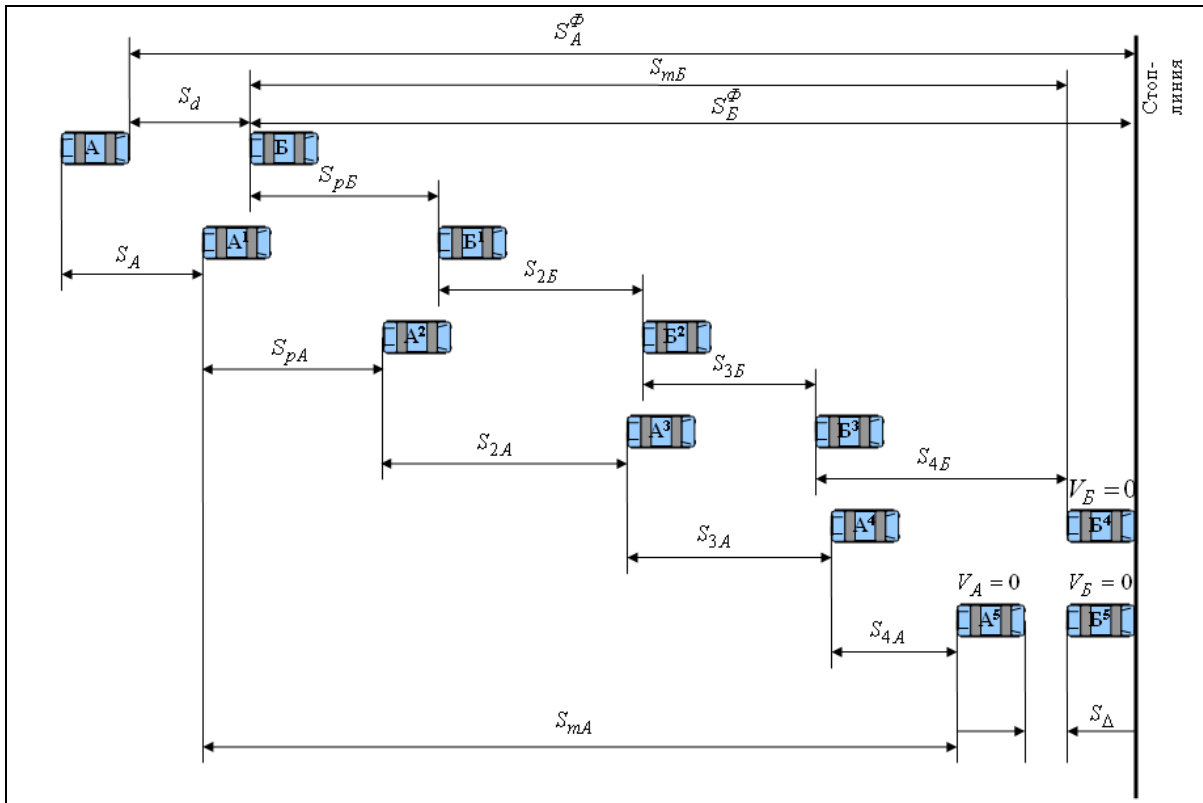


Рисунок 1 – Модель конфликтного взаимодействия лидирующего и ведомого автомобилей:

$AB$  – положение автомобилей в момент, когда водитель автомобиля  $B$  видит, что загорается желтый сигнал светофора;  $A^1B^1$  – положение автомобилей в момент, когда водитель автомобиля  $A$  видит, что водитель автомобиля  $B$  начинает торможение (нажимает на педаль тормоза и загораются стоп-сигналы);  $A^2B^2$  – положение автомобилей в момент, когда водитель автомобиля  $A$ , спустя некоторое время (время реакции), начинает торможение;  $A^3B^3$  – положение автомобилей в момент их торможения;  $A^4B^4$  – положение автомобилей в момент, когда автомобиль  $B$  остановился, а автомобиль  $A$  еще продолжает торможение;  $A^5B^5$  – положение автомобилей в момент остановки автомобиля  $A$ ;

$S_d$  – фактическая дистанция между автомобилями, м;  $S_{pB}$ ,  $S_{pA}$  – расстояние, пройденное лидирующим (ведомым) автомобилем за время реакции водителя данного автомобиля, м;  $S_A$  – расстояние, пройденное ведомым автомобилем за время реакции водителя лидирующего автомобиля, м;  $S_{2B}$ ,  $S_{2A}$  – расстояние, пройденное лидирующим (ведомым) автомобилем за время запаздывания срабатывания тормозного привода;  $S_{3B}$ ,  $S_{3A}$  – расстояние, пройденное лидирующим (ведомым) автомобилем за время нарастания замедления, м;  $S_{4B}$ ,  $S_{4A}$  – расстояние, пройденное лидирующим (ведомым) автомобилем за время торможения с установившимся замедлением, м;  $S_{TB}$ ,  $S_{TA}$  – тормозной путь лидирующего (ведомого) автомобиля, м;  $S_B^phi$  – фактическое расстояние от задней части автомобиля  $B$  до стоп-линии в момент положения автомобилей  $AB$ , м;  $S_A^phi$  – фактическое расстояние от передней части автомобиля  $A$  до стоп-линии в момент положения автомобилей  $AB$ , м;  $S_\Delta$  – расстояние между автомобилями в момент их остановки, м

В двух предыдущих формулах последним слагаемым можно пренебречь, так как на точность результата оно влияет весьма незначительно. Тогда данные выражения примут следующий итоговый вид:

$$S_{\min} = (t_p + t_2 + 0,5t_3) v + \frac{v^2}{2j_a}; \quad (12)$$

$$S_{\min c} = (t_p + t_2 + 0,5t_3) v + \frac{v^2}{2j_c}. \quad (13)$$

В том случае, если водитель решит проехать РПК, то для безопасного проезда он должен будет находиться в зоне, ограниченной расстоянием  $S_{\max}$ . Формула для определения этого расстояния выведена в работе [3] и имеет следующий вид:

$$S_{\max} = -(L_{\text{отн.пп}} + B_{\text{пп1}} + L_1 + B_{\text{пк}} + L_2 + B_{\text{пп2}} + l) + v t_{\text{пр}} + \frac{a (t_{\text{пр}} - t_p)^2}{2}, \quad (14)$$

где  $L_{\text{отн.пп}}$  – величина отнесения первого пешеходного перехода, м;  $B_{\text{пп1}}$  – ширина первого пешеходного перехода, м;  $L_1$  – расстояние от первого пешеходного перехода до границы пересекающей проезжей части, м;  $B_{\text{пк}}$  – ширина РПК, м;  $L_2$  – расстояние от границы пересекающей проезжей части до второго пешеходного перехода, м;  $B_{\text{пп2}}$  – ширина второго пешеходного перехода, м;  $l$  – длина автомобиля, м;  $t_{\text{пр}}$  – продолжительность переходного интервала, с;  $a$  – ускорение автомобиля, м/с<sup>2</sup>.

С помощью рисунка 1 было выведено следующее основополагающее тождество:

$$S_{\Delta} + S_A + S_{\text{тА}} = S_d + S_{\text{тБ}}. \quad (15)$$

Из формулы (15) можно выразить расстояние между автомобилями в момент их остановки:

$$S_{\Delta} = S_d - S_A + S_{\text{тБ}} - S_{\text{тА}}. \quad (16)$$

Далее необходимо составить уравнения движения лидирующего и ведомого автомобилей:  $S_B^{\Phi} = f(v_B)$  и  $S_A^{\Phi} = f(v_A)$ . Данные уравнения получаем из тождеств, составленных по рисунку 1. Уравнения движения будут иметь следующий вид:

– для лидирующего автомобиля:

$$S_B^{\Phi} = S_{\text{рБ}} + S_{2Б} + S_{3Б} + S_{4Б} + l_B; \quad (17)$$

– для ведомого автомобиля:

$$S_A^{\Phi} = S_A + S_{\text{рА}} + S_{2А} + S_{3А} + S_{4А} + l_B + S_{\Delta}, \quad (18)$$

где  $l_B$  – длина лидирующего автомобиля, м.

После подстановки всех известных расстояний, рассчитанных по формулам (1)–(6), в формулы (17) и (18) и упрощения выражений получим:

$$S_B^{\Phi} = l_B - \frac{j_B t_{3Б}^2}{24} + v_B \left( t_{\text{рБ}} + t_{2Б} + \frac{t_{3Б}}{2} \right) + \frac{v_B^2}{2j_B}; \quad (19)$$

$$S_A^{\Phi} = l_B + S_{\Delta} - \frac{j_A t_{3А}^2}{24} + v_A \left( t_{\text{рБ}} + t_{\text{рА}} + t_{2А} + \frac{t_{3А}}{2} \right) + \frac{v_A^2}{2j_A}. \quad (20)$$

В результате применения вышеуказанных формул для моделирования взаимодействия лидирующего и ведомого автомобилей на исследуемом РПК выведена

следующая система условий, при соблюдении которой между парой автомобилей не произойдет ни столкновения с ударом сзади, ни конфликтной ситуации, ни выезда их обоих (или только лидирующего) за стоп-линию:

$$\begin{cases} S_A^{\Phi} \geq S_A + S_{\text{тА}}; \\ S_B^{\Phi} - l_B \geq S_{\text{тБ}}; \\ S_{\Delta} \geq 1,5 \text{ м.} \end{cases} \quad (21)$$

При соблюдении первого и второго неравенств выезда ведомого и лидирующего автомобилей соответственно за стоп-линию не произойдет. При соблюдении третьего неравенства – не произойдет столкновения с ударом сзади (оно возможно в случае, если  $S_{\Delta} \leq 0$ ) и не будет спровоцирована конфликтная ситуация ( $0 < S_{\Delta} < 1,5$ ).

Базируясь на вышеприведенных тождествах и формулах, на основе пакета Microsoft Office Excel была разработана компьютерная программа для моделирования движения лидирующего и ведомого автомобилей на подъезде к РПК. При построении этой модели учитывались следующие положения: конечные скорости обоих автомобилей равны нулю; при подъезде к РПК водитель лидирующего автомобиля принимает решение остановиться перед стоп-линией.

В компьютерной программе на основании ряда вводимых исходных параметров производится расчет и представляется графическая модель взаимодействия лидирующего и ведомого автомобилей при подъезде их к стоп-линии на загорающийся желтый сигнал. При этом определяются приведенные выше расстояния  $S_{\min}$ ,  $S_{\min c}$ ,  $S_{\max}$  и, как следствие, делаются следующие выводы: о присутствии или отсутствии на конкретном РПК инертной зоны дилеммы; о достаточности переходного интервала для взаимодействующих автомобилей; о вероятности выезда как лидирующего, так и ведомого автомобилей за стоп-линию (и конкретные значения величины этих выездов); о возможности возникновения как конфликтной ситуации между ними, так и столкновения с ударом сзади.

На рисунке 2 изображено первоначальное окно входа в компьютерную программу. Данное окно одинаково для каждого случая ввода данных. Для перехода к непосредственному вводу исходных данных необходимо нажать кнопку «ВВЕДИТЕ ДАННЫЕ».

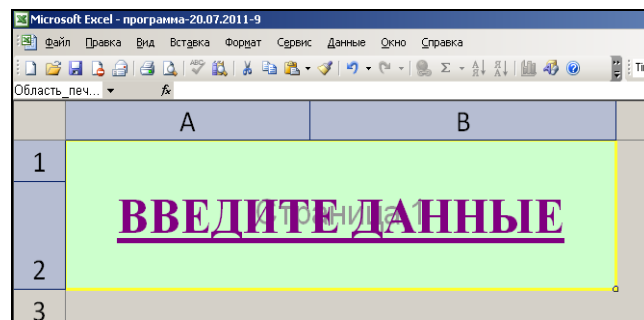


Рисунок 2 – Окно входа в компьютерную программу

Вводимыми параметрами в программе являются: время реакции водителей лидирующего и ведомого автомобилей  $t_{\text{рБ}}$  и  $t_{\text{рА}}$  соответственно; время запаздыва-

ния срабатывания тормозного привода: для лидирующего –  $t_{2B}$  и ведомого –  $t_{2A}$ ; скорости лидирующего и ведомого автомобилей  $v_B$  и  $v_A$  соответственно; замедления лидирующего и ведомого  $j_B$  и  $j_A$  соответственно; фактическая дистанция между автомобилями  $S_d$ ; длина лидирующего автомобиля  $l_B$ ; фактическое расстояние от задней части автомобиля  $B$  до стоп-линии в момент положения автомобилей  $AB$  –  $S_B^Ф$ ; величина  $B$ , характеризующая обязательное местоположение автомобиля в конце переходного интервала; продолжительность существующего и предлагаемого переходных интервалов соответственно.

Основными ограничениями при моделировании движения в данной компьютерной программе выступают следующие: программа разработана для пары автомобилей, причем лидирующим является легковой автомобиль; вводимые значения замедлений для обоих автомобилей должны находиться в интервале от 1,2 до 8,1 м/с<sup>2</sup>. Пример окна ввода указанных исходных параметров представлен на рисунке 3.

Рассмотрим случай  $A$ , характеризующийся исходными данными, приведенными на рисунке 3. Кстати, в качестве исходных параметров по рассматриваемым случаям приняты усредненные экспериментальные данные, взятые между двумя расстояниями (50 м до стоп-линии и при пересечении ее), причем, для обоих автомобилей

были приняты величины замедлений, соответствующие служебным [4, 5]. Особенно обратим внимание на величины расстояния  $S_B^Ф$  в обоих случаях. Для перехода к окну полученных результатов необходимо нажать кнопку «ПРОИЗВЕСТИ РАСЧЕТ». На рисунке 4 представлено окно вывода результатов.

1		
2	ПЕРЕМЕННЫЕ	
3	t(PB), с	0,8
4	t(PA), с	0,8
5	V(B), м/с	8,25
6	V(A), м/с	8,05
7	t(2B), с	0,2
8	t(2A), с	0,2
9	j(B), м/с <sup>2</sup>	3,28
10	j(A), м/с <sup>2</sup> граница 1	3,28
11	S(d), м	8,05
12	l(B), м	4,5
13	S(ФB), м	20,3
14	B, м	31,3
15	tпр(сущ), с	3
16	tпр(новый), с	5
17	ПРОИЗВЕСТИ	
18	РАСЧЕТ	

Рисунок 3 – Окно ввода исходных данных (случай  $A$ )

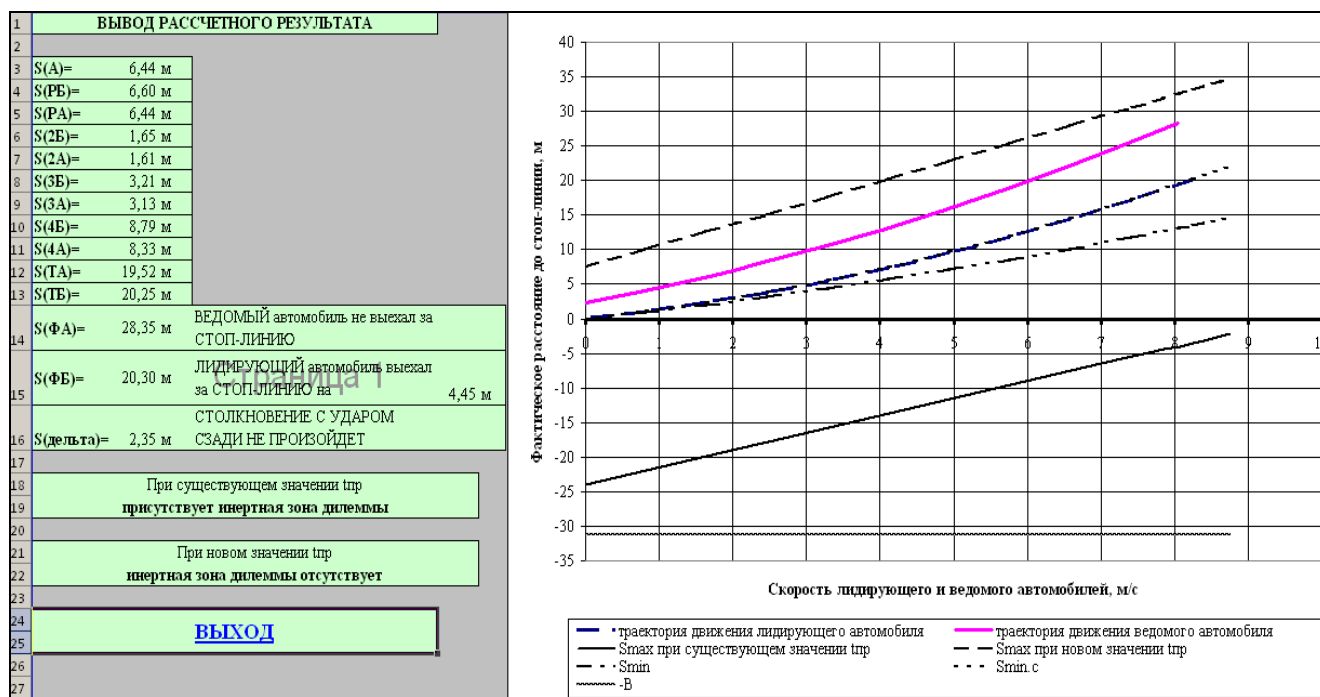


Рисунок 4 – Окно вывода результатов (случай  $A$ )

Основными результатами по случаю  $A$  являются: лидирующий автомобиль, осуществляющий торможение со служебным замедлением, выезжает за стоп-линию примерно на 4,5 м, что само собой не может являться положительным результатом; ведомый автомобиль за стоп-линию не выехал; столкновения с ударом сзади, как и конфликтной ситуации, не произошло, так как  $S_d > 1,5$ ; при существующей величине переходного интервала присутствует инертная зона дилеммы, однако при заданных параметрах движения

автомобили в нее не попадают; при увеличении продолжительности переходного интервала до 5 с инертная зона дилеммы на исследуемом РПК исчезает. Таким образом, отрицательным выводом из представленных является первый. Для того чтобы избежать выезда лидирующего автомобиля за стоп-линию возможно увеличить его замедление, однако в этом случае, как показывают результаты моделирования, будет

иметь место либо конфликтная ситуация, либо столкновение с ударом сзади.

На рисунках 5 и 6 приведены результаты моделирования в компьютерной программе по исходным данным, характеризующим случай *Б*.

Данный случай характеризуется результатами: при служебном замедлении лидирующий автомобиль за стоп-линию не выезжает; столкновения с ударом сзади, как и конфликтной ситуации, не произошло. Остальные выводы аналогичны случаю *А*. Таким образом видно, что в данном случае не наблюдается никаких «коллизий».

Приведенные выше случаи отражают движение по исследуемой полосе (на РПК ул. Советская – ул. Головацкого) в двух случаях: лидирующий автомобиль находится внутри определенной «желтой» зоны, при этом  $S_{\Phi}^{\Phi} = 20,3$  м (случай *А*); лидирующий автомобиль находится на подступах к «желтой» зоне, при этом  $S_{\Phi}^{\Phi} = 20,3 + 4,5 = 24,8$  м (случай *Б*).

ПЕРЕМЕННЫЕ		
2		
3	$t(\Phi B)$ , с	0,8
4	$t(\Phi A)$ , с	0,8
5	$V(B)$ , м/с	8,25
6	$V(A)$ , м/с	8,05
7	$t(2B)$ , с	0,2
8	$t(2A)$ , с	0,2
9	$j(B)$ , м/с <sup>2</sup>	3,28
10	$j(A)$ , м/с <sup>2</sup> <small>трагедия 1</small>	3,28
11	$S(d)$ , м	8,05
12	$I(B)$ , м	4,5
13	$S(\Phi B)$ , м	24,8
14	$B$ , м	31,3
15	$t_{пр}(сущ)$ , с	3
16	$t_{пр}(новый)$ , с	5
17	ПРОИЗВЕСТИ	
18	РАССЧЕТ	

Рисунок 5 – Окно ввода исходных данных (случай *Б*)

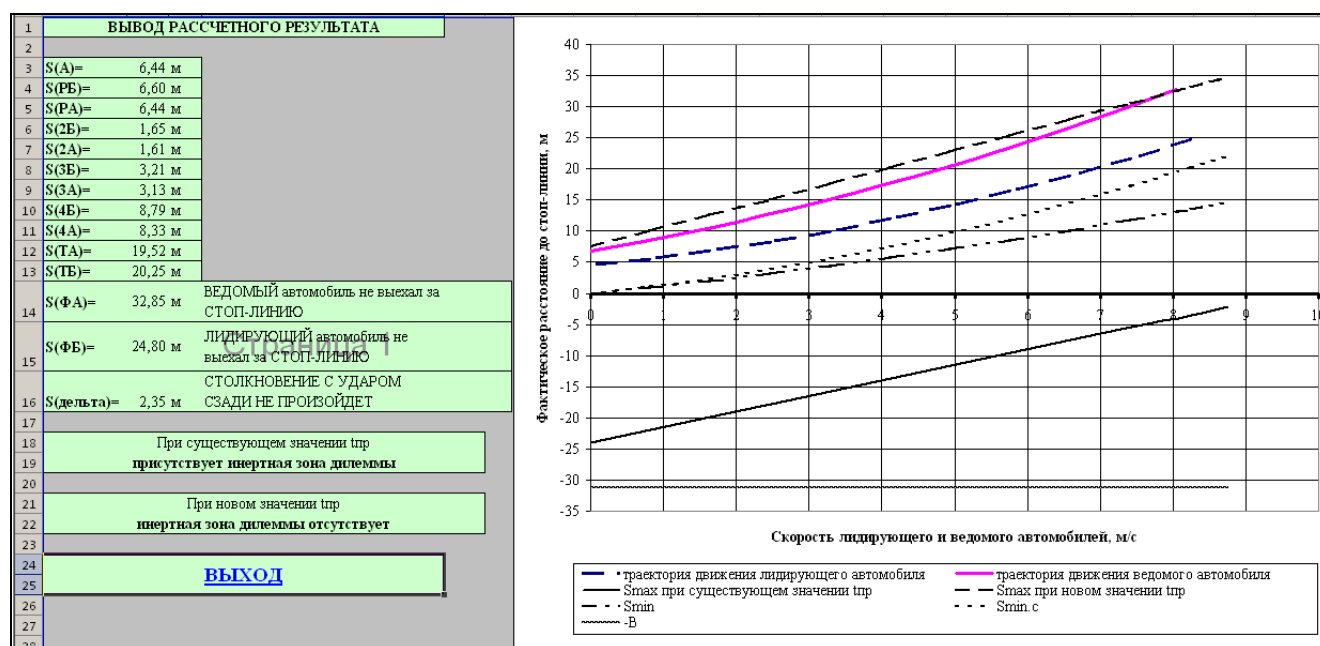


Рисунок 6 – Окно вывода результатов (случай *Б*)

Что касается так называемой «желтой» зоны, то предлагается ввести ее как мероприятие по борьбе с негативным влиянием инертной зоны дилеммы (рисунок 7). Эта зона представляет собой очерченный с помощью разметки желтого цвета прямоугольник, который с одной стороны ограничен разметкой 1.12 «стоп-линия». Начало данной зоны определяется расстоянием  $S_{\min c}$  от стоп-линии. Чтобы опровергнуть или подтвердить расположение новой зоны, необходимо только произвести расчет. Среднюю скорость лидирующего автомобиля определим по формуле

$$\bar{v}_{\text{лид}} = \frac{v_{\text{лид}}^{\text{пред}} + v_{\text{лид}}^{\text{посл}}}{2}, \quad (22)$$

где  $v_{\text{лид}}^{\text{пред}}$ ,  $v_{\text{лид}}^{\text{посл}}$  – средние скорости лидирующих автомобилей, определенные на предыдущей и последующей отрезках, м/с. К примеру, для исследуемой полосы такими отрезками являются: 50 м до стоп-линии и сама стоп-линия.

$$\bar{v}_{\text{лид}} = \frac{8,09 + 8,42}{2} = 8,25 \text{ м/с.}$$

Используя формулу (13) произведем расчет искомого расстояния:

$$S_{\min c} = (0,8 + 0,2 + 0,5 \cdot 0,4) \cdot 8,25 + \frac{8,25}{2 \cdot 3,28} = 20,3 \text{ м.}$$

Анализ полученных при помощи разработанной компьютерной программы результатов показал: гипотеза о том, что «желтую» зону необходимо определять из расчета расстояния  $S_{\min c}$ , подтверждается рассмотренными случаями. Что касается исследуемой полосы, то результаты моделирования показали следующее: если лидирующий автомобиль находится внутри «желтой» зоны, то он уже не остановится перед стоп-линией без применения замедления выше служебного, что, естественно, как показали исследования, спровоцирует столкновение с ударом сзади или конфликтную ситуацию (случай *А*). При данном варианте лидирующий автомобиль, находясь

в указанной зоне, имеет единственную возможность – проезд РПК с ускорением. Эта возможность и была предоставлена для него при увеличении переходного интервала до 5 с (что отражают рисунки 4 и 6).

В качестве еще одного мероприятия предлагается ввести также новый знак из группы Предписывающих знаков, так как эта группа со своими характеристиками наилучшим образом отражает заложенный в предлагаемый знак смысл (рисунок 7).

Согласно п. 5.5.2 СТБ 1300-2007 «Технические средства организации дорожного движения. Правила применения» знак должен устанавливаться непосредственно перед зоной, на которое распространяется его действие, то есть перед началом зоны, предшествовавшей зоне ди-

леммы (при существующей величине переходного интервала) на расстоянии  $S_{min c}$ .

Для остальных полос величина «желтой» зоны определена аналогично исследуемой полосе и составила: вход 1 (полоса 2):  $S_{min c} = 16,0$  м; вход 3 (полоса 1):  $S_{min c} = 19,2$  м; вход 3 (полоса 2):  $S_{min c} = 17,6$  м.

Из-за небольшой разницы в двух последних расстояниях эти зоны можно сделать равными по 19,2 м, что позволит по правой стороне установить знак, действие которого будет распространяться на имеющиеся две полосы (см. рисунок 7). Важным ограничением установленных размеров зон является то, что они определены с расчетом на прямое (транзитное) движение легковых автомобилей.

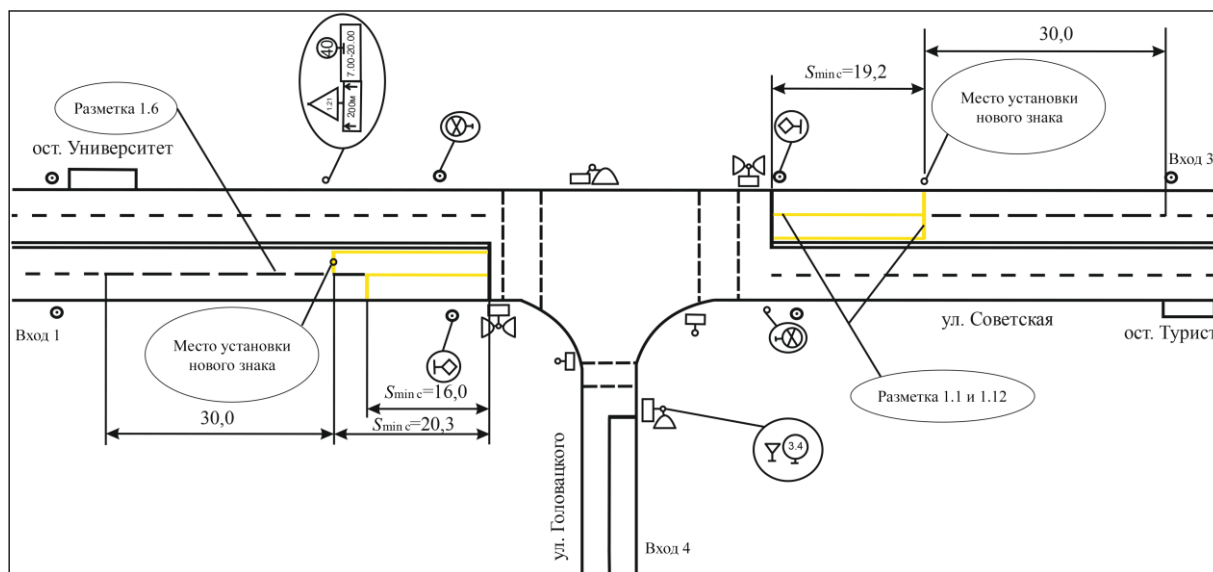


Рисунок 7 – Предлагаемая схема установки технических средств организации дорожного движения на опытном РПК

Создание таких «желтых» зон увеличит пропускную способность РПК, так как заставит водителей, попавших в них, ускориться и проехать перекресток, помимо этого – полностью ликвидируются торможения с замедлениями больше служебного и выезды на перекресток на красный сигнал, что, в свою очередь, уменьшит количество межфазных столкновений.

#### Список литературы

- 1 Сильянов, В. В. Теория транспортных потоков в проектировании автомобильных дорог и организации движения / В. В. Сильянов. – М.: Транспорт, 1977. – 301 с.
- 2 Боровский, Б. Е. Безопасность движения автомобильного транспорта / Б. Е. Боровский. – Л.: Лениздат, 1984. – 305 с.
- 3 Ходоскин, Д. П. Влияние величины переходного интервала регулирования на аварийность в попутном потоке / Д. П. Ходоскин // Социально-экономические проблемы развития и функ-

ционирования транспортных систем городов и зон их влияния: материалы XVII Междунар. (двадцатой Екатеринбургской) науч.-практ. конф. (16–17 июня 2011 г.) / науч. ред. С. А. Ваксман. – Екатеринбург: Урал. гос. экон. ун-т, 2011. – С. 196–201.

4 Ходоскин, Д. П. Методика измерения мгновенной скорости лидирующего и ведомого автомобилей и дистанции между ними. Оценка полученных результатов / Д. П. Ходоскин // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2010. – № 2 (21). – С. 27–32.

5 Ходоскин, Д. П. Исследование замедления и начальной скорости торможения на РПК с различными характеристиками на примере г. Гомеля / Д. П. Ходоскин // Проблемы безопасности на транспорте: материалы V Междунар. науч.-практ. конф. 25–26 ноября 2010 г. / М-во образования Респ. Беларусь, М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Бел. ж. д., Белорус. гос. ун-т трансп.: под общ. ред. В. И. Сенько. – Гомель: БелГУТ, 2010. – С. 90–91.

Получено 24.10.2011

**S. L. Lapskiy, D. P. Khadoskin, R. U. Lagarev.** Development of computer models prediction of collision with rear impact.

The model of conflict interaction and leadership driven car at the entrance to the controlled intersection (CCR). Given its description formulary. We derive the required formula for the determination of the inert zone dilemma. The model identifies the main identity, characterizing it. On this basis, made up of the equations of motion and leading driven cars. Defined set of conditions under which between the pair of cars will not happen any collision with a blow from behind, neither conflict nor leave them both behind the stop line during braking. Based on Microsoft Office Excel package developed a computer program to simulate the motion of the leading car and driven to the entrance to the CCR. Defined and presented its main limitation, as well as directions and options that are displayed as a result. Briefly given the concept of so-called "yellow" zone, which is proposed to introduce a measure to combat the negative influence of the inert zone dilemma. In the course of the calculations and check them with a computer program hypothesis confirmed by the location of the new zone.