

УДК 656.13

Д. П. ХОДОСКИН, магистр технических наук, Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

РАСЧЕТ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ОПАСНОСТИ В КОНФЛИКТЕ «ТРАНСПОРТ – ТРАНСПОРТ» В ПОПУТНОМ ПОТОКЕ С УЧЕТОМ ПАРАМЕТРОВ ЗОНЫ ДИЛЕММЫ

На примере конкретного перекрестка применена методика по определению местоположения зоны дилеммы. Определен тип зоны дилеммы и дана его подробная характеристика. Сделан вывод о влиянии параметров выявленной зоны на аварийность в попутном потоке. Представлены результаты расчетов потенциальной опасности для наиболее аварийных конфликтных точек (КФТ) и конфликтных зон (КФЗ) в попутном потоке на перекрестке. Определены вероятное количество приведенных дорожно-транспортных происшествий (ДТП), ДТП со смертельным исходом, с ранением и с материальным ущербом в каждой из КФЗ и по перекрестку. При расчетах потенциальной опасности учтены параметры выявленных зон дилеммы. Сделаны выводы о недостаточности времени оповещения водителя о предстоящей смене сигналов светофора.

Столкновения в попутном потоке происходят в основном при экстренном торможении лидирующего автомобиля, вызванном недостаточным временем оповещения водителя о предстоящей смене сигналов светофора при подъезде к перекрестку. Экстренное торможение при подъезде к конфликтному объекту наиболее часто встречается тогда, когда водители попадают в так называемую «зону дилеммы», и зачастую ее тип и параметры также существенно влияют на величину замедления при торможении [1, 2].

В качестве опытного был взят двухфазный перекресток пр-т Космонавтов – ул. Б. Царикова – ул. Рабочая. В ходе исследования местоположения зоны дилеммы с использованием методики, изложенной в работах [3–5], было выявлено присутствие на перекрестке пятого типа – активной зоны дилеммы, которая по своим характеристикам считается безопасной. Графический ее вид приведен на рисунке 1.

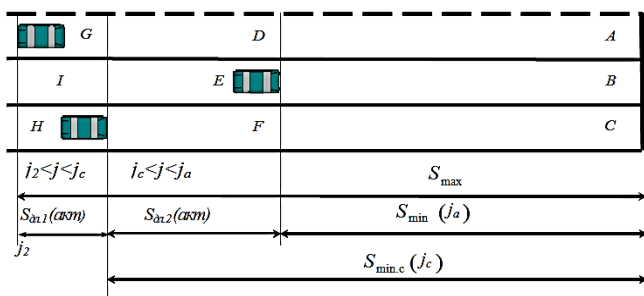


Рисунок 1 – Расположение зоны дилеммы в случае $S_{\min} < S_{\min.c} < S_{\max}$ [3]

Водитель автомобиля, находящегося на расстоянии S_{\max} и менее, то есть в зонах A, D или G, имеет возможность проехать регулируемый перекресток (РПК). Водитель – на расстоянии S_{\min} – остановится перед стоп-линией при использовании замедления j_a , но находящийся уже в зоне B остановиться безопасно не сможет. Водитель, находящийся в зоне F, остановится с замедлением $j_c < j < j_a$. Первая зона дилеммы (активная) возникает в зоне I. Водитель, находящийся в этой зоне, имеет две возможности: проехать РПК или остановиться с замедлением $j_2 < j < j_c$, причем оба варианта безопасны. Вторая зона дилеммы (также активная) возникает в зоне E, попав в которую, водитель может как проехать РПК, так и остановиться с замедлением $j_c < j < j_a$, причем и эти два варианта также безопасны.

Расчет основных параметров четырех зон дилеммы, имеющих место на опытном РПК, производился по методике [3–5], результаты приведены в таблице 1, где: S_{\min} – расстояние до стоп-линии необходимое автомобилю для остановки при экстренном замедлении; $S_{\min.c}$ – расстояние до стоп-линии, необходимое автомобилю для остановки при служебном замедлении; a – ускорение автомобиля при проезде РПК на желтый сигнал; l – средняя длина конфликтного участника; S_{\max} – максимальное расстояние до стоп-линии, при котором автомобиль может проехать РПК в течение действия переходного интервала; $S_{дл1}$, $S_{дл2}$ – протяженности зон дилеммы.

Исходя из положений формирования конфликтных зон [1–2], на РПК имеется две такие зоны. Первая образована на полосах 1, 2, а вторая – 3 и 4 (рисунок 2). При этом конфликтная зона определяется протяженностью зоны дилеммы, которая располагается перед стоп-линией. Формула для определения потенциальной опасности КФТ имеет следующий вид [1–2]:

$$P_o = K_{он}^{1,02} K_v^{0,98} K_B^{1,12} K_p^{1,1} K_H^{1,06} K_y^{1,04} K_t, \quad (1)$$

где $K_{он}$ – коэффициент начальной вероятности конфликта; K_v – коэффициент скоростей; K_B – коэффициент вида конфликта; K_p – коэффициент плотности; K_H – коэффициент нарушений; K_y – коэффициент условий; K_t – коэффициент времени.

При расчете коэффициента начальной вероятности конфликта по сравнению с действующей методикой [1–2] были использованы параметры зоны дилеммы, такие как протяженность зоны в метрах и продолжительность зоны дилеммы в секундах. Итоги расчетов сведены в таблицу 2.

В результате проведенных расчетов установлено, что в регулируемом режиме наибольшую опасность при движении в попутном потоке представляют КФТ 3 и 4 – т.е. КФЗ 2, потенциальная опасность которой составляет 21,86 ед. Вероятное количество приведенных ДТП в КФЗ 1 и КФЗ 2 соответственно составляет 1,99 и 23,89 прив. ДТП/год. Вероятное количество ДТП со смертельным исходом для КФЗ 1 составляет 0,0025, а для КФЗ 2 – 0,0302. Вероятное количество ДТП с ранением в КФЗ 1 и КФЗ 2 соответственно равно 0,0222 и 0,267 ДТП/год. Вероятное количество ДТП с материальным ущербом в КФЗ 1 и КФЗ 2 равно 1,91 и 22,92 ДТП/год.

Таблица 1 – Параметры зон дилеммы

Параметры зоны дилеммы	Номер полосы			
	1	2	3	4
S_{min} , м	18,1	19,49	22,28	19,21
$S_{min\ c}$, м	29,95	32,59	37,94	32,05
a , м/с ²	2,89	2,78	2,56	2,81
l , м	5,44	5,08	5,17	5,25
S_{max} , м	59,03	61,31	72,83	68,86
$S_{дл1}$	29,08	28,72	34,89	36,81
$S_{дл2}$	11,85	13,1	15,66	12,84

Таким образом, как показывают исследования на данном опытном РПК, конфликты в попутном потоке имеют место по причине недостаточного времени оповещения водителя о предстоящей смене сигналов светофора при подъезде к перекрестку. Причем большинство водителей, которые подъезжают к РПК, на зеленый мигающий сигнал предпочитают продолжать движение. Следовательно, вопрос о выборе решения «продолжить движение или остановиться» возникает у водителя только тогда, когда загорается желтый сигнал.

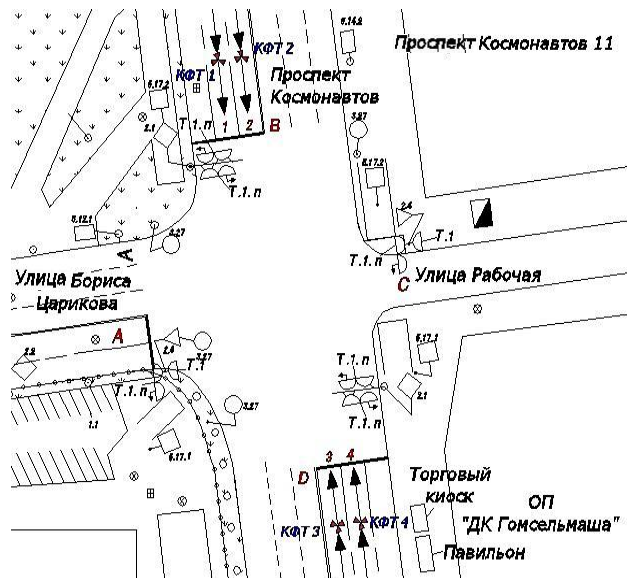


Рисунок 2 – Схема перекрестка с наименованием исследуемых полос

Таблица 2 – Расчет потенциальной опасности

Наименование параметра	Обозначение	Конфликтная точка			
		КФТ 1	КФТ 2	КФТ 3	КФТ 4
Кoeffициенты:					
начальной вероятности конфликта	$K_{он}^{рег}$	0,28	0,16	0,27	0,23
скоростей	K_v	5,36	9,69	9,49	7,52
вида конфликта	K_b	2,82	2,72	2,75	2,77
плотности	$K_p^{рег}$	0,29	0,57	0,16	0,11
нарушений	$K_n^{рег}$	4,57	2,07	10,11	11,25
условий	$K_y^{рег}$	0,91	0,79	1,42	1,42
времени	$K_t^{рег}$	1,84	1,84	1,84	1,84
Потенциальная опасность, ед.:	$P_o^{рег}$				
КФТ 1-4		9,46	7,42	30,22	15,67
КФЗ 1	$P_{оз1}$	6,27		–	
КФЗ 2	$P_{оз2}$	–		21,86	
Вероятное количество приведенных ДТП в год:					
в КФЗ 1	P'_{a1}	1,99		–	
в КФЗ 2	P'_{a2}	–		23,89	
Вероятное количество ДТП со смертельным исходом в год:					
в КФЗ 1	P^c_{a1}	0,0025		–	
в КФЗ 2	P^c_{a2}	–		0,0302	
по обем КФЗ	P^c_a	0,0327			
Вероятное количество ДТП с ранением в год:					
в КФЗ 1	P^p_{a1}	0,0222		–	
в КФЗ 2	P^p_{a2}	–		0,267	
по обем КФЗ	P^p_a	0,2892			
Вероятное количество ДТП с материальным ущербом в год:					
в КФЗ 1	P^m_{a1}	1,91		–	
в КФЗ 2	P^m_{a2}	–		22,92	
по обем КФЗ	P^m_a	24,83			

То есть получается ситуация, когда у водителя, находящегося вблизи стоп-линии, остается 3 с на принятие одного из возможных решений. Причем при выборе варианта остановки у него в среднем 0,8 с уходит на время реакции, 0,2 с – на запаздывание срабатывания тормоз-

ного привода, 0,4 с – на время нарастания замедления, что в сумме составляет 1,4 с, и только спустя это время автомобиль начинает торможение. Плюс ему еще необходимо время на торможение с установившимся замедлением до полной остановки.

Причем, как правило, в таких ситуациях водители осуществляют торможение с величиной замедления (как показали исследования [6]) в пределах $5,5\text{--}6,5\text{ м/с}^2$, что, естественно, и создает конфликтные ситуации, которые перерастают в ДТП.

Список литературы

1 **Капский, Д. В.** Совершенствование метода прогнозирования аварийности на регулируемых перекрестках для повышения безопасности движения : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.10 / БНТУ; Д. В. Капский. – Минск, 2003. – 132 с.

2 **Капский, Д. В.** Прогнозирование аварийности в дорожном движении : [монография] / Д. В. Капский. – Минск : БНТУ, 2008. – 243 с.

3 **Ходоскин, Д. П.** Столкновение с ударом сзади при подъезде к регулируемому перекрестку: выбор методов исследо-

вания и прогнозирования : [монография] / Д. П. Ходоскин. – LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, Saarbrücken, Germany, 2012. – 226 с.

4 **Ходоскин, Д. П.** Зона дилеммы: существующие методики и предложения по их усовершенствованию / Д. П. Ходоскин // Eastern-European journal of enterprise technologies (Восточно-европейский журнал передовых технологий). – Харьков, 2011. – № 5/4 (53). – С. 42–47.

5 **Ходоскин, Д. П.** Расположение зоны дилеммы: методика, недостатки существующих подходов / Д. П. Ходоскин // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – Гомель : БелГУТа, 2012. – № 1(24). – С. 32–38.

6 **Ходоскин, Д. П.** Исследование зависимостей фактического расстояния до стоп-линии от начальной скорости торможения и времени оповещения на подъезде к регулируемому перекрестку / Д. П. Ходоскин, Р. Ю. Лагерев // Вестник ИргТУ. – 2011. – № 10(57). – С. 130–137.

Получено 18.06.2018

D. P. Khadoskin. Calculation of potential hazards in the conflict «transport-transport» in a running flow with the account of the parameters of the zone of dilemma.

Using the example of a specific intersection, a technique has been used to determine the location of the dilemma zone. The type of the zone of the dilemma is determined and its detailed characteristic has been given. The conclusion has been made about the effect of the parameters of the identified zone on the accident rate in the passing stream. The results of potential hazard calculations for the most emergency conflict points (CFT) (and conflict zones (CFPs) in the passing stream at the crossroads) are presented. The probable number of reported road accidents (road accidents), fatal accidents, injuries and material damage in each of the CPZ and at the crossroads has been determined. The parameters of the identified zones of the dilemma has been taken into account in calculating the potential hazard. The conclusions have been made about the insufficient time for alerting the driver about the forthcoming change in traffic light signals.