



Уточнённое значение давления газа в цилиндре в текущем положении коленчатого вала (как эквивалентное напряжение) определим по формуле

$$U_p = U'_p + \frac{1}{C_p} \cdot \int_{t-1}^t (I_i + I_e) dt. \quad (11)$$

Массу газа в цилиндре двигателя (как величину заряда) рассчитаем как

$$q = U_p \cdot C_p. \quad (12)$$

Данное математическое описание позволяет выполнять расчет процессов движения газа в отдельных цилиндрах двигателя.

На следующем этапе рассчитываются параметры движения газа в каналах впуска и выпуска, подключенных к данному цилиндру.

Библиографический список

1. Федотов А.И., Федоров А.Л. Экспериментальное исследование влияния разрегулировки механизма газораспределения на внешнюю скоростную характеристику автомобильного ДВС // Проблемы диагностики и эксплуатации автомобильного транспорта: мат. междунар. науч.-практ. конф. Иркутск, 2011. С. 266-271.
2. Федоров А.Л. Форма колебаний давления во впускном коллекторе как диагностический признак положения распределительных валов // Проблемы диагностики и эксплуатации

автомобильного транспорта: мат. междунар. науч.-практ. конф. Иркутск, 2011. С. 185-192.

3. Федоров А.Л. Диагностирование механизма газораспределения автомобильного двигателя внутреннего сгорания по изменению объёмного расхода воздуха // Повышение эффективности эксплуатации автотранспортных средств на основе современных методов диагностирования: мат. междунар. науч.-практ. конф. Иркутск, 2007. С. 251-255.

УДК 656

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТЕЙ ФАКТИЧЕСКОГО РАССТОЯНИЯ ДО СТОП-ЛИНИИ ОТ НАЧАЛЬНОЙ СКОРОСТИ ТОРМОЖЕНИЯ И ВРЕМЕНИ ОПОВЕЩЕНИЯ НА ПОДЪЕЗДЕ К РЕГУЛИРУЕМОМУ ПЕРЕКРЕСТКУ

Д.П.Ходоскин¹, Р.Ю.Лагереv²

¹Белорусский национальный технический университет, 220013, г. Минск, пр-т Независимости, 65.

²Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Обоснованы и приведены величины и диапазоны основных данных, использующихся в исследованиях авторов. В качестве основных параметров, характеризующих инертную зону дилеммы и зону на подъезде к ней, выбраны: время оповещения о смене желтого сигнала, замедление автомобиля, начальная скорость торможения, время реакции водителя, время срабатывания тормозного привода, время нарастания замедления, фактическое расстояние до стоп-линии. Приведен случай сочетания трех искомым расстояний до стоп-линии, при котором имеет место инертная зона дилеммы. Представлены результаты исследования зависимости замедления от времени оповещения о смене сигнала светофора для различных значений времени реакции водителя (0,6 с, 0,8 с и 1 с). Ил. 8. Табл. 3. Библиогр. 8 назв.

Ключевые слова: инертная зона дилеммы; замедление; время оповещения о смене сигнала; время реакции водителя; желтый сигнал; расстояние; переходной интервал; начальная скорость торможения.

DEPENDENCE STUDY OF THE ACTUAL DISTANCE TO THE STOP LINE ON THE INITIAL BRAKING SPEED AND WARNING TIME AT THE ENTRANCE TO A CONTROLLED INTERSECTION

D.P. Hodoskin, R.Y. Lagerev

Belarusian National Technical University,

65, Nezavisimost Av., Minsk, 220013.

National Research Irkutsk State Technical University,

83, Lermontov St., Irkutsk, 664074.

The authors justify and provide values and ranges of key data used in their studies. As main parameters characterizing the inert zone of dilemma and its entrance zone they choose the warning time of yellow signal change, vehicle slowing down, initial braking speed, driver's reaction time, brake control actuation time, deceleration rise time, actual distance to the stop line. The article provides the case combining three unknown distances to the stop line, when the inert zone of dilemma takes place. The study results of dependence of slowing down on the warning time of the change of a traffic-lights signal are given for different values of driver's reaction time (0.6 s, 0.8 s and 1 s).

8 figures. 3 tables. 8 sources.

Key words: dilemma inert zone; slowing down; warning time of signal change; time of driver's reaction; yellow signal; distance; transition interval; initial speed of braking.

¹Ходоскин Дмитрий Петрович, аспирант, тел.: (3952) 405694, e-mail: mihh-19@mail.ru

Hodoskin Dmitry, Postgraduate, tel.: (3952) 405694, e-mail: mihh-19@mail.ru

²Лагереv Роман Юрьевич, доцент кафедры менеджмента на автомобильном транспорте, e-mail: v01@istu.edu

Lagerev Roman, Associate Professor of the Department of Management in Automobile Transport, e-mail: v01@istu.edu

Установлено, что степень информированности водителя о смене сигнала характеризуется уравнением (1), отражающим взаимосвязь замедления автомобиля (j) и времени оповещения о смене желтого сигнала (t_{on}). Кроме того, время оповещения зависит от начальной скорости торможения, времени реакции водителя, времени срабатывания тормозного привода и времени нарастания замедления. Теперь необходимо определить с конкретными величинами данных параметров:

$$t_{on} = (t_p + t_2 + 0,5 \cdot t_3) + \frac{v}{2j}, \quad (1)$$

где t_p – время реакции водителя, с; t_2 – время срабатывания тормозного привода, с; t_3 – время нарастания замедления, с; v – начальная скорость торможения, м/с; j – величина установившегося замедления, м/с².

В статье представлены результаты исследований по двухфазному т-образному перекрестку (РПК) г. Го-ме-ля, ул. Советская – ул. Головацкого. Что касается скорости, то в представленном исследовании изучаются искомые зависимости для каждой ее величины в интервале от 10 до 70 км/ч (от 2,78 до 19,44 м/с) с шагом 5 км/ч (1,39 м/с). Этот интервал взят с целью охвата как можно большего количества автомобилей.

Время срабатывания тормозного привода примем за постоянную величину, равную для категории автомобилей М1 0,2 с [1].

В соответствии с нормативным документом [2] и проведенными авторами экспериментальными исследованиями [3] для дальнейшей работы были выбраны следующие значения замедлений: 3,28 м/с² – величина математического ожидания (служебное замедление); 2,24 м/с² – величина математического ожидания за вычетом среднеквадратического отклонения; 1,20 м/с² – величина математического ожидания за вычетом удвоенного среднеквадратического отклонения; 4,32 м/с² – сумма величин математического ожидания и среднеквадратического отклонения; 5,36 м/с² – сумма величин математического ожидания и удвоенного среднеквадратического отклонения; 5,8 м/с² – величина нормируемого замедления (взята для автомобилей категории М1); 8,1 м/с² – величина аварийного замедления [4]. Последняя величина была определена экспериментальным путем с применением прибора «Эффект». Для обеспечения безопасности исследования проводились за городом с имитацией резкой остановки автомобиля перед стоп-линией. Данная величина замедления была определена как максимальная, которая получена в ходе 100 замеров.

В ходе анализа источников [1,2,5] для исследуемой категории автомобилей были приняты следующие значения времени нарастания замедления: для величины аварийного замедления – 0,25 с; для величины служебного замедления – 0,40 с. В соответствии с [2] для легкового автомобиля суммарно время, приходящее на запаздывание срабатывания тормозного привода и нарастание замедления, составляет 0,6 с

(данные взяты для наиболее распространенного сейчас гидравлического привода). Для остальных значений замедлений величина времени нарастания была определена с помощью математической пропорции (табл. 1).

Таблица 1

Определение времени нарастания замедления в зависимости от его величины

Величина замедления, м/с ²	10,20	20,24	30,28	40,32	50,36	50,80	80,10
Величина времени нарастания замедления, с	00,46	00,43	00,40	00,37	00,34	00,32	00,25

В качестве значений времени реакции водителя были выбраны 0,6 с; 0,8 с и 1,0 с. В качестве примера на рис. 1 представлена зависимость замедления от времени оповещения при времени реакции, равном 0,6 с. Остальные зависимости при 0,8 с и 1,0 с строятся аналогично приведенной. Величина времени оповещения для каждого из значений скорости и исследуемого замедления была определена по формуле (1).

На рис. 1 изображена зона H , которая предшествует инертной зоне дилеммы, расположенной в зоне D , и находится между расстояниями S_{min} и $S_{min.c}$, которые, в свою очередь, характеризуются аварийным и служебным замедлениями соответственно [4]. На представленном рисунке под наименованием скоростей приводятся обозначения сигналов светофора (КС, ЖС, ЗМС). Причем имеется ввиду, что переходной интервал реализуется продолжительностью ЖС, равной 3 с. При рассмотрении рисунка представим себе, что автомобиль подъезжает к РПК справа налево: соответственно для него в промежутке с 10 до 6 с горит ЗС, с 6 до 3 с – ЗМС, с 3 с до 0 – ЖС, а далее – КС.

Анализ исследуемых зависимостей для каждого из значений времени реакции показал, что с его увеличением графики зависимостей смещаются слева направо, то есть для одного и того же графика, а также для одной и той же взятой точки (с одинаковыми характеристиками замедления и скорости) значение времени оповещения увеличивается.

На рис. 2 изображен исследуемый случай, характеризующийся следующим соотношением искомых расстояний: $S_{max} < S_{min} < S_{min.c}$, где S_{min} – минимальное расстояние до стоп-линии, при котором автомобиль остановится перед ней при использовании аварийного замедления j_a ; $S_{min.c}$ – минимальное расстояние до стоп-линии, при котором автомобиль остановится перед ней при использовании служебного замедления j_c ; S_{max} – максимальное расстояние до стоп-линии, при котором автомобиль может проехать РПК в течение действия переходного интервала. Ниже приведена краткая характеристика рассматриваемого случая.

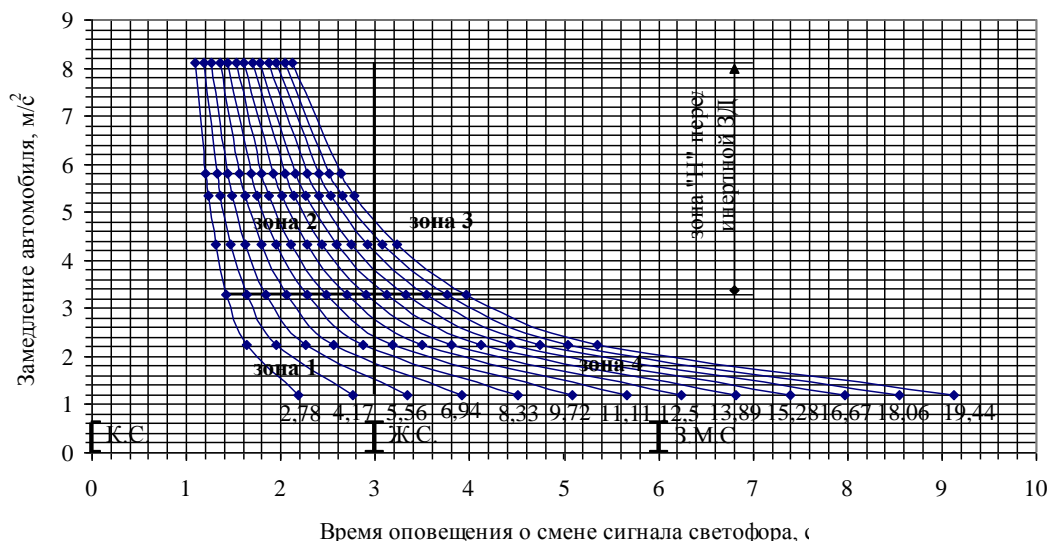


Рис. 1. Зависимость замедления от времени оповещения о смене сигнала светофора для различных значений скоростей и времени реакции водителя 0,6 с

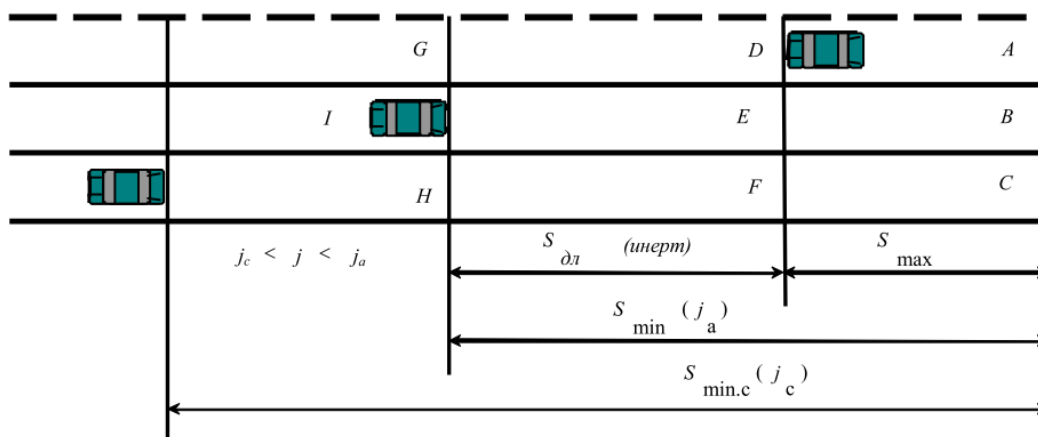


Рис. 2. Расположение зоны дилеммы в случае $S_{\max} < S_{\min} < S_{\min.c}$

Водитель автомобиля, находящегося в зоне A , имеет в своем распоряжении только одно единственно верное решение, то есть – проезд РПК (так как до стоп-линии он уже безопасно остановиться не сможет). Водитель автомобиля, находящегося на расстоянии до стоп-линии меньше, чем S_{\min} , то есть в зоне E (не говоря уже о зоне B), также до стоп-линии безопасно остановиться не успеет. Если автомобиль находится на расстоянии $(S_{\min.c} - S_{\min})$ от стоп-линии в зоне H , то водитель сможет остановиться при замедлении $j_c < j < j_a$ (то есть меньше аварийного, но больше служебного). При нахождении на расстоянии $S_{\min.c}$ и более водитель сможет остановиться с замедлением j_c и $j < j_c$ соответственно.

В зоне D возникает инертная зона дилеммы, то есть водитель не сможет проехать безопасно РПК, так как находится на расстоянии до стоп-линии, большем чем S_{\max} , и не сможет безопасно остановиться у нее,

так как находится на расстоянии, меньшем чем S_{\min} . Следовательно, в данном случае зона дилеммы ограничена расстояниями S_{\min} и S_{\max} . Параметры и зависимости между ними, исследуемые в данной статье, как раз и позволяют охарактеризовать движение автомобиля в инертной зоне дилеммы и на подступах к ней. Причем большинство водителей, которые подъезжают к РПК, на ЗМС предпочитают продолжать движение. Следовательно, вопрос о выборе решения «продолжить движение или остановиться?» возникает у водителя только тогда, когда загорается ЖС. Таким образом, 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 тормозного 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 торможе-

ние с установившимся замедлением до полной остановки.

В Республике Беларусь присутствует сочетание позволяющего и ограничивающего (2-й вариант) «желтых законов» [6]. В связи с этим подавляющее число водителей предпочитает на интуитивном уровне ускориться и продолжить движение через перекресток на загорающийся ЖС. Последнее утверждение обосновывается количеством случаев проезда РПК на ЖС, зарегистрированных при исследовании движения ТС в переходном интервале [7]. Поэтому таким водителям необходимо предоставить возможность безопасного проезда РПК.

На рис. 1 в результате нанесения на него так называемых «критических» прямых, характеризующих время оповещения о смене сигнала светофора 3 с и замедление автомобиля $3,28 \text{ м/с}^2$, получены четыре зоны (указаны цифрами 1-4), в которых:

в зоне 1 – водители с характерными для этой зоны скоростями и замедлениями (меньше служебного) имеют достаточную возможность безопасно остановиться при существующем времени оповещения (3 с);

в зоне 2 – водители с характерными для этой зоны скоростями имеют небезопасную возможность остановиться при существующем времени оповещения;

возможность такой небезопасной остановки объясняется применением замедления, превышающего служебное;

в зоне 3 – водители с характерными для этой зоны скоростями также имеют небезопасную возможность для остановки; в данном случае эта возможность выражена необходимостью применения для остановки замедления, превышающего служебное, и увеличением необходимого времени оповещения примерно до 4 с;

в зоне 4 – водители с характерными для этой зоны скоростями и замедлениями (меньше служебного) имеют небезопасную возможность остановиться; это объясняется необходимостью наличия времени оповещения, существенно превышающего 3 с.

Следовательно, авторы считают необходимым увеличение продолжительности переходного интервала более 3 с в целях уменьшения величины замедлений, применяемых для остановки (порядка $3,28 \text{ м/с}^2$ и менее).

На рис. 3–5 представлены графики искомых кривых S_{\min} , $S_{\min.c}$ и S_{\max} от начальной скорости торможения для различных значений времени реакции водителя.

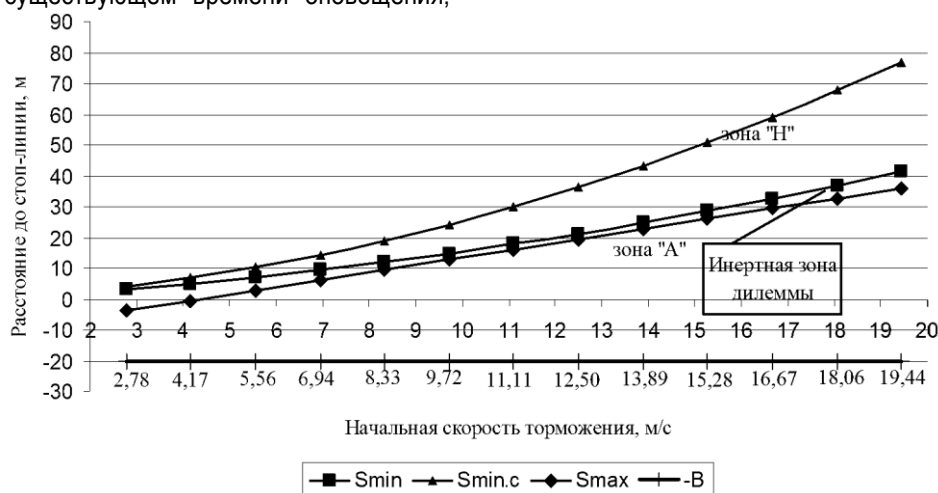


Рис. 3. Зависимость расстояния до стоп-линии от начальной скорости торможения автомобиля (время реакции 0,6 с)

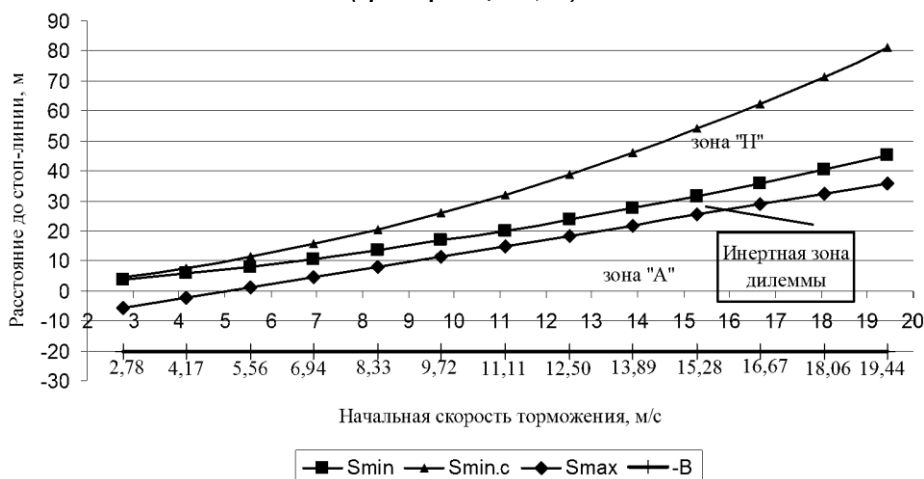


Рис. 4. Зависимость расстояния до стоп-линии от начальной скорости торможения автомобиля (время реакции 0,8 с)

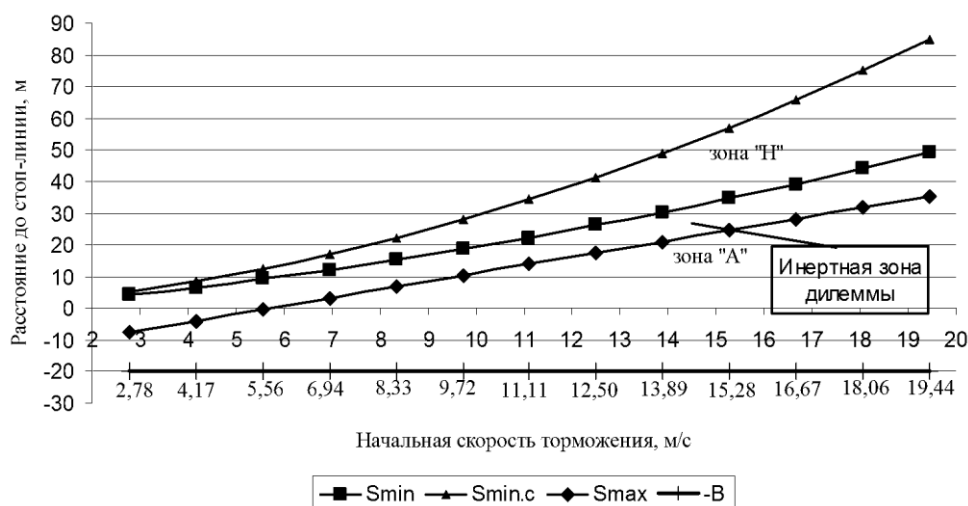


Рис.5. Зависимость расстояния до стоп-линии от начальной скорости торможения автомобиля (время реакции 1 с)

Формулы (2)–(4) отражают уравнения, по которым эти кривые были построены. Причем, что касается третьей кривой, то для примера были взяты следующие данные: $B = 20$ м, $l = 4,5$ м, $t_{np} = 3$ с. Это сделано для того, чтобы определить как изменяются размеры зон на подъезде к РПК, а именно зона A , зона H и инертная зона дилеммы (зона D):

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

$$S_{\min.c} = (t_p + t_2 + 0,5 \cdot t_3) \cdot v + \frac{v^2}{2j_c}; \quad (3)$$

$$S_{\max} = -(B + l) + v \cdot t_{np} + \frac{a \cdot (t_{np} - t_p)^2}{2}. \quad (4)$$

где B – расстояние от стоп-линии до конца второго пешеходного перехода, м; l – длина автомобиля, м; t_{np} – продолжительность переходного интервала, с; a – ускорение автомобиля, м/с^2 .

Приведенные ниже графики (рис. 6–8) представляют собой одну из версий диаграммы кривых S_{\min} и S_{\max} , предложенных Папакостасом и Казамото [8]. Отличие состоит в том, что в усовершенствованной

модели, предложенной авторами, добавляется еще одна кривая – $S_{\min.c}$.

Для того чтобы возможно было определить размеры искомых зон на каждом из рисунков, приведена прямая ($-B$), которая представляет обязательное местоположение автомобиля после включения КС [4].

Для исследования того, каким образом изменяются размеры искомых зон, применим методы интегрирования (табл. 2).

Проанализировав полученные результаты, можно сделать следующие выводы:

- с увеличением времени реакции площадь инертной зоны дилеммы возрастает, причем с увеличением времени на 0,2 с площадь увеличивается в среднем на 55 ед^2 ;

- с увеличением времени реакции площадь зоны A (т.е. безопасной зоны, попав в которую водитель успевает за время существующего переходного интервала проехать РПК) уменьшается, причем с увеличением времени на 0,2 с площадь уменьшается в среднем на 18 ед^2 ;

- с увеличением времени реакции площадь зоны H (зоны, предшествующей инертной зоне дилеммы) остается постоянной. Таким образом, площадь исследуемой зоны не зависит от времени реакции.

Таблица 2

Определение площадей искомых зон методом интегрирования

Значение времени реакции водителя, с		
0,6	0,8	1,0
Инертная зона дилеммы		
Общий вид интеграла $\int_{2,78}^{19,44} (S_{\min} - S_{\max}) dv$		
Вид интеграла после подстановки		
$\int_{2,78}^{19,44} \left(\frac{v^2}{16,2} - 1,46156 \cdot v + 10,388 \right) dv$	$\int_{2,78}^{19,44} \left(\frac{v^2}{16,2} - 1,35954 \cdot v + 12,642 \right) dv$	$\int_{2,78}^{19,44} \left(\frac{v^2}{16,2} - 1,249 \cdot v + 14,7 \right) dv$



Значение площади, ед ²		
53,26	109,70	164,44
Зона А		
Общий вид интеграла $\int_{2,78}^{19,44} (S_{\max} - S_B) dv$		
Вид интеграла после подстановки		
$\int_{2,78}^{19,44} (2,38656 \cdot v + 9,612) dv$	$\int_{2,78}^{19,44} (2,48454 \cdot v + 7,358) dv$	$\int_{2,78}^{19,44} (2,574 \cdot v + 5,3) dv$
Значение площади, ед ²		
601,87	582,45	564,73
Зона Н		
Общий вид интеграла $\int_{2,78}^{19,44} (S_{\min.c} - S_{\min}) dv$		
Вид интеграла после подстановки		
$\int_{2,78}^{19,44} (0,09071 \cdot v^2 + 0,075 \cdot v) dv$	$\int_{2,78}^{19,44} (0,09071 \cdot v^2 + 0,075 \cdot v) dv$	$\int_{2,78}^{19,44} (0,09071 \cdot v^2 + 0,075 \cdot v) dv$
Значение площади, ед ²		
235,37	235,37	235,37

На рис. 6-8 приведены зависимости двух искоемых расстояний до стоп-линии от времени оповещения о смене сигнала (для значений скоростей в интервале от 2,78 до 19,44 м/с с шагом 1,39 м/с и значений времени реакции водителя 0,6, 0,8 и 1,0 с). Кривые S_{\min} и $S_{\min.c}$ построены по данным исследуемого РПК. Ниже представлена формульная связь исследуемых расстояний с временем оповещения. Формулы (2) и (3) можно преобразовать как

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

$$S_{\min.c} = v \left(t_p + t_2 + 0,5 \cdot t_3 \right) + \frac{v}{2j_c}. \quad (6)$$

Видно, что в приведенных формулах множитель в скобках представляет собой не что иное, как время оповещения о смене сигнала светофора, определяемое формулой (1). Следовательно, эти формулы можно переписать в виде

$$S_{\min} = v \cdot t_{on.a}; \quad (7)$$

$$S_{\min.c} = v \cdot t_{on.c}. \quad (8)$$

где $t_{on.a}$, $t_{on.c}$ – величина времени оповещения о смене сигнала светофора при аварийном и служебном замедлениях соответственно, с.

На рис. 6–8 между исследуемыми кривыми лежит зона H , которая предшествует инертной зоне дилеммы, расположенной в зоне D . Для того чтобы возможно было определить размеры зоны 1 на каж-

дом из рисунков, изображена полиномиальная кривая, которая представляет собой линию тренда, построенную по кривой $S_{\min.c}$. Помимо физической формулы (3) на каждом из рисунков приведена математическая формула, которая отражает зависимость между исследуемыми параметрами и получена непосредственно по полиномиальному графику.

Из представленных на рис. 6–8 графиков видно, что при увеличении времени реакции водителя рассматриваемая кривая $S_{\min.c}$ смещается вправо и таким образом иллюстрирует уменьшение средней скорости автомобиля, при которой водитель при существующем времени оповещения может безопасно остановиться перед стоп-линией. Рассмотрим графики подробнее. На первом из них (рис. 6, время реакции 0,6 с) для водителя автомобиля, движущегося со скоростью 12,5 м/с, существующего времени оповещения о смене сигнала будет достаточно для безопасной остановки, а вот у водителя автомобиля, движущегося со скоростью 13,89 м/с и более, в этом случае возникнут проблемы. При смещении кривой $S_{\min.c}$ вправо (рис. 7 и 8) скорость автомобиля, при движении с которой водителю достаточно будет существующего времени оповещения, снижается и при времени реакции 0,8 с уже у водителя, двигающегося со скоростью 12,5 м/с, возникнут трудности при попытке безопасной остановки, хотя водитель автомобиля, двигающегося со скоростью 11,11 м/с, подобных проблем не испытает. При времени реакции 1 с аналогичные трудности возникнут у водителя автомобиля, двигающегося уже со скоростью 11,11 м/с и более.

Для исследования того, каким образом изменяются размеры зоны 1 на рис. 6–8, применим метод интегрирования, с помощью которого определим размеры исследуемой зоны (табл. 3).

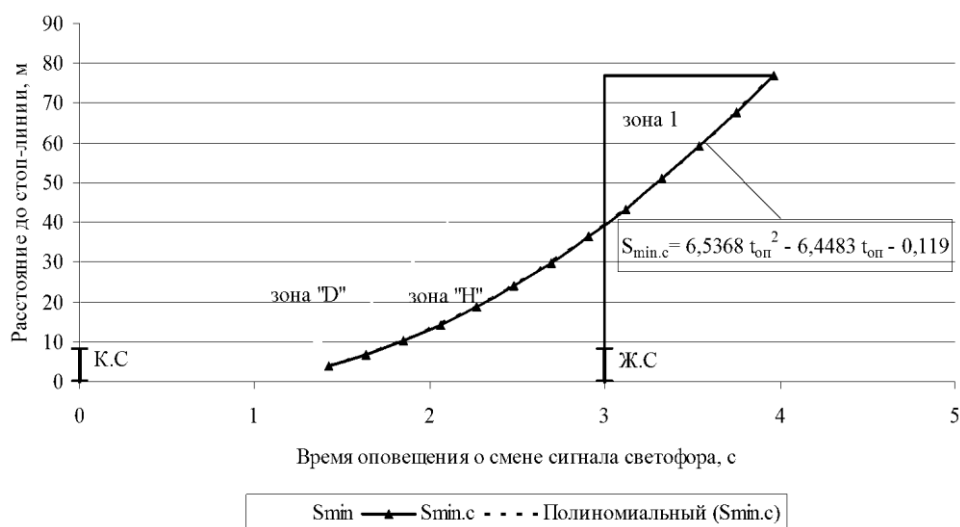


Рис. 6. Зависимость расстояния до стоп-линии от времени оповещения о смене сигнала (время реакции 0,6 с)

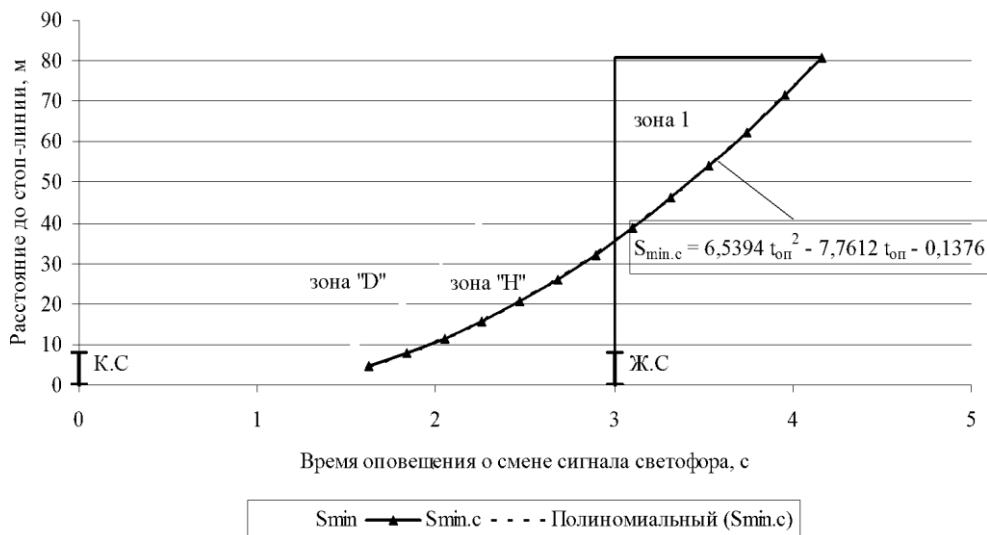


Рис. 7. Зависимость расстояния до стоп-линии от времени оповещения о смене сигнала (время реакции 0,8 с)

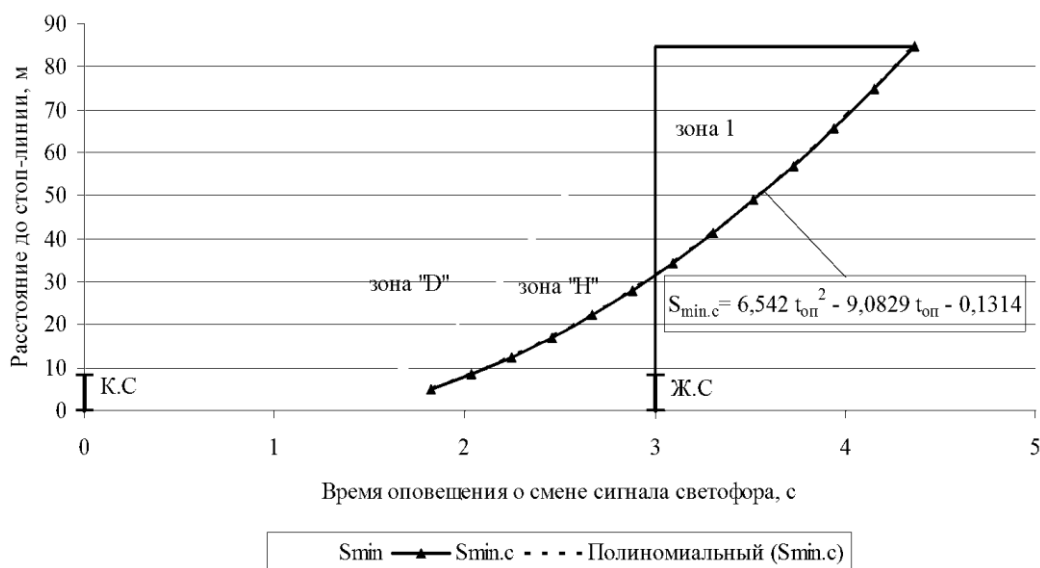


Рис. 8. Зависимость расстояния до стоп-линии от времени оповещения о смене сигнала (время реакции 1 с)



Проанализировав рис. 6–8 и табл. 3, можно сделать следующие выводы:

- при увеличении времени реакции значение средней скорости, при которой возможна безопасная остановка, уменьшается;
- при увеличении времени реакции на 0,2 с площадь проблемной зоны увеличивается примерно на 10 ед²;

большей степени касается тех водителей, для которых существующее значение времени переходного интервала достаточно для остановки со служебным замедлением;

- исследование искомых зависимостей показывает, что как для нейтрализации инертной зоны дилеммы (рис. 3-5), так и для увеличения средней скорости (т.е. для охвата большего процента автомобилей) и

Таблица 3

Определение площади зоны 1 методом интегрирования

Время реакции водителя, с	Характеристики интеграла	Вид и значение интеграла
0,6	Общий вид интеграла	$\int_3^{3,96} (S^* - S_{\min.c}) dt_{on}$
	Вид интеграла после подстановки значений функций	$\int_3^{3,96} (-6,5368 \cdot t_{on}^2 + 6,4483 \cdot t_{on} + 77,099) dt_{on}$
	Значение площади, ед ²	19,08
0,8	Общий вид интеграла	$\int_3^{4,16} (S^* - S_{\min.c}) dt_{on}$
	Вид интеграла после подстановки значений функций	$\int_3^{4,16} (-6,5394 \cdot t_{on}^2 + 7,7612 \cdot t_{on} + 81,0076) dt_{on}$
	Значение площади, ед ²	28,13
1,0	Общий вид интеграла	$\int_3^{4,36} (S^* - S_{\min.c}) dt_{on}$
	Вид интеграла после подстановки значений функций	$\int_3^{4,36} (-6,542 \cdot t_{on}^2 + 9,0829 \cdot t_{on} + 84,8914) dt_{on}$
	Значение площади, ед ²	39,05

Примечание: S^* представляет собой уравнение верхней горизонтальной черты на каждом из рис. 6-8.

- при увеличении времени реакции сокращается расстояние до стоп-линии (по оси ординат на рис. 6–8), тем самым сокращается расстояние, которое водители могли бы использовать для остановки. Это в

расстояния (рис. 6-8), обеспечивающего безопасную остановку, необходимо увеличение продолжительности переходного интервала.

Библиографический список

1. Боровский Б.Е. Безопасность движения автомобильного транспорта. Л.: Лениздат, 1984. 305 с.
2. СТБ 1641-2006. «Транспорт дорожный. Требования к техническому состоянию по условиям безопасности движения. Методы проверки».
3. Ходоскин Д.П. Исследование замедления и начальной скорости торможения на регулируемых перекрестках // Политранспортные системы: материалы VII Всерос. науч.-техн. конф., Красноярск, 25-27 ноября 2010 г. Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2010. С. 578-583.
4. Ходоскин Д.П. Разработка методики для определения местоположения и борьбы с последствиями зоны дилеммы на примере регулируемого перекрестка г. Гомеля // Вестник Белорусского государственного университета транспорта 2011. №1. С. 41-50.
5. Ноздричев А.В. Разработка блока оптимальной сигнализации торможения двигателем: дис. ...канд. техн. наук: 05.05.03. Курган, 2001. 64 с.
6. Правила дорожного движения. Минск: Тонпик, 2009. 76 с.
7. Ходоскин Д.П. Исследование движения транспортных средств в переходном интервале на примере РПК г. Гомеля // Совершенствование организации дорожного движения и перевозок пассажиров и грузов: сборник науч. статей Междунар. науч.-практ. конф. 23-28 октября 2010 г. Минск: БНТУ, 2010. С. 3-8.
8. Papacostas, C.S., Prevedouros, P.D., Transportation Engineering and Planning, Third edition published by Prentice Hall, Inc., ISBN0-13-081419-9.