

УДК 656.052.8

**ФОРМИРОВАНИЕ АЛГОРИТМА ЗАМЕДЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ БАЗОВОГО АВТОМОБИЛЯ
ПРИ УМЕНЬШЕНИИ СКОРОСТИ ЛИДЕРА В ТРАНСПОРТНОМ ПОТОКЕ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ СТОЛКНОВЕНИЙ АВТОМОБИЛЕЙ**

С.А. Осташевский

Изложен альтернативный подход к прогнозированию условий попутного столкновения автомобилей, движущихся в колонне, с целью установления правильной величины замедления базового автомобиля и лидера и обеспечения тем самым правильной работы системы предупреждения столкновений.

Ключевые слова: системы предупреждения столкновений.

**FORMATION OF ALGORITHM FOR MOVEMENT DELAY
OF A BASE CAR AT SPEED REDUCTION OF A LEADING CAR
IN A TRANSPORT STREAM USING A CAR COLLISION WARNING SYSTEM**

S.A. Ostashevsky

The article deals with the alternative approach to prevention of conditions forpassing collision of cars moving in a column, in order to define the reduction speed of the basic car and the leading car, and there by ensure the proper operation of the car collision warning system.

Key words: collision warning system.

Постановка проблемы. Вождение автомобиля в транспортном потоке (колонне) значительно сложнее вождения одиночной машины и требует от водителя мастерства, предельной собранности и внимательности. Это обуславливается прежде всего тем, что, двигаясь в транспортном потоке на определенной дистанции, водитель не имеет необходимой обзорности впереди, не воспринимает дорожную обстановку. Дорога перед ним закрыта впереди идущим автомобилем, и кроме его кузова (корпуса) водитель впереди ничего не видит. Большинство дорожных препятствий возникает перед водителем неожиданно, что требует постоянного напряжения, готовности к немедленному торможению или наоборот увеличению скорости, изменению направления движения или маневра.

Известно, что величина безопасной скорости движения определяется, главным образом, тормозными свойствами, управляемостью и устойчивостью автомобиля. Однако обеспечение высокой скорости движения автомобиля и его безопасности зачастую ограничено психофизиологическими возможностями водителей. Утомляемость водителя, находящаяся в прямой зависимости от условий движения, в том числе времени непрерывного нахождения за рулем, состояния маршрута и его протяженности, выступает как осложняющий фактор, который посредством проявления у водителя замедленной реакции, непосредственно влияет на безопасность движения. В условиях необходимости увеличения средних скоростей движения автомобилей в транспортном потоке все в большей мере слабым звеном в системе “водитель – автомобиль – дорога” (В – А – Д) проявляет себя водитель, особенно с недостаточными навыками управления транспортным средством. Таким образом, определение путей повышения безопасности движения автомобиля невозможно без учета психофизиологических свойств водителя.

При этом для прогнозирования надежности работы следует учитывать характеристики и навыки так называемого статистически среднего водителя. Известно, что большое количество сенсорных входов водителя позволяют получать информацию различными способами. Это, прежде всего, поиск, восприятие и декодирование информации о состоянии автомобиля, условиях и режиме движения и динамике их изменения. Основная информация (до 90 %), получаемая водителем, – визуальная.

Однако аппарат мышления водителя, которому полностью подчинено зрение, имеет свойство снижать уровень поступающих сигналов обратной связи при увеличении на него нагрузки. В то же время скорость реакции водителя на зрительную информацию относительно высока по сравнению с другими анализаторами. Поэтому для своевременной реакции на изменение дорожной ситуации необходимы дополнительные источники получаемой информации. Их могут заменить автоматические (или автоматизированные) системы управления (АСУ), улучшающие активную безопасность автомобиля. Нередко водитель подвержен негативному воздействию информационного дисбаланса, который возникает в системе: водитель либо испытывает информационный “голод” в отношении предоставленного ему объема информации, либо не успевает обработать чрезмерно интенсивный поток информации. В результате этого происходит ограничение скорости движения транспортного средства, возникают предпосылки ДТП. Информационный дисбаланс должен быть смягчен или ликвидирован полностью за счет применения средств автоматизации управления автомобилем.

Одним из способов решения этой проблемы является применение информационно-управляющих систем движения как транспортным потоком в целом, так и отдельным транспортным средством в роли инструмента активной безопасности. Основная задача заключается в оказании помощи в принятии правильного управленческого решения для его реализации водителем, автоматическим устройством или совместно.

Оптимальным с точки зрения безопасности является применение автоматизированных систем, которые используют комплексный принцип работы. Этот принцип подразумевает поэтапную работу системы. На первом этапе работы система должна указать водителю на необходимость совершения того или иного управляющего действия. На втором этапе система должна срабатывать автоматически, если предписанная рекомендация была не выполнена или водитель произвел неправильное управляющее действие. На первом этапе работает так называемая система предупреждения столкновения автомобилей (СПСА), на втором – система предотвращения столкновений автомобилей (СпрСА).

Анализ последних исследований и публикаций. В целом, информационно-управляющая система (ИУС) должна не подменять, а призвана помочь водителю, подстраховать его. Вопросы согласования работы водителя и ИУС решаются комплексным методом с участием специалистов по эргономике и инженерной психологии [1, 2].

Однако для нормальной работы СПСА в транспортном потоке [3, 4] интерактивные датчики из состава этой системы, установленные на автомобилях, должны регистрировать величину замедления движения лидера ($n+1$) относительно базового n -го автомобиля.

Величины дистанций ($x_{n+1} - x_n$) и относительных скоростей ($\dot{x}_{n+1} - \dot{x}_n$) должны заноситься в базу данных бортового компьютера из состава СПСА.

Постановка задач. Задача заключается в выборе такой величины замедления j_m , при значении которой базовый автомобиль (i) мог бы избежать столкновения с лидером-автомобилем ($i+1$). Для первых двух автомобилей это будет соответственно ($n+1$)-й и n -й автомобиль.

Материалы и результаты исследования. Применительно к оси $x-x$, вдоль которой движется колонна с координатами лидера x_{n+1} , базового автомобиля x_n и следующего за ним автомобиля x_{n-1} , изменение дистанции представлено на рисунке 1.

Приняв, что l_a – длина автомобиля, T_i – временной интервал ($T_i = \frac{x_{i+1} - x_i}{V_i}$), имеем в момент времени:

$$x_{i+1}(t) = l_{a(i+1)} + T_i V_{n+1} - V_{n+1} t \quad \text{при } t < 0; \quad (1)$$

$$x_{i+1}(t) = l_{a(i+1)} + T_i V_{n+1} \quad \text{при } t = 0; \quad (2)$$

$$x_{i+1}(t) = l_{a(i+1)} + T_i V_{n+1} - V_{n+1} t - \frac{j_{\tau(i+1)} t^2}{2} \quad \text{при } t < \frac{V_{n+1}}{j_{\tau(i+1)}}; \quad (3)$$

$$x_{i+1}(t) = l_{a(i+1)} + T_i V_{n+1} + \frac{V_{n+1}^2}{2 j_{\tau(i+1)}} \quad \text{при } t \geq \frac{V_{n+1}}{j_{\tau(i+1)}}, \quad (4)$$

где x_{i+1} – последняя составляющая тормозного пути лидера; $j_{\tau(i+1)}$ – минимально допустимое замедление, позволяющее избежать столкновения автомобилей.

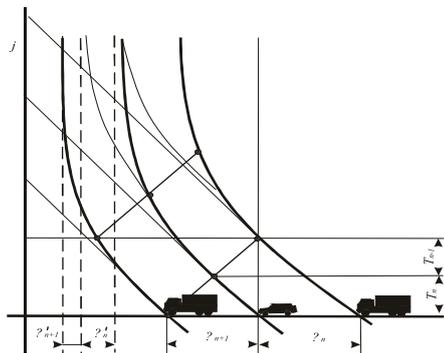


Рисунок 1 – Координатная плоскость моделирования движения автомобилей в колонне

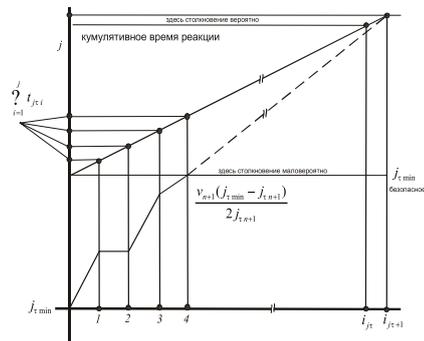


Рисунок 2 – График кумулятивного нарастания времени реакции водителя и временных интервалов

С учетом приведенных выражений находим искомую величину замедления движения последнего автомобиля в колонне:

$$j_{\tau i} = \frac{j_{\tau(i+1)} V_{n+1}}{V_{n+1} - 2j_{\tau(i+1)}(t_{j\tau i} - T_{j\tau})} \quad (5)$$

Как видно, столкновения не произойдет при условии:

$$t_{j\tau i} + \frac{V_{n+1}}{j_{\tau i}} \geq \frac{V_{n+1}^2}{j_{\tau(i+1)}} \quad (6)$$

Соответственно на координатной сетке – на маршруте координата:

$$x_i = T_{j\tau i} V_{n+1} + \frac{V_{n+1}^2}{2j_{\tau(i+1)}} \quad (7)$$

Если у водителя замедленная реакция, время которой, например, в 2 раза превышает временной интервал между следующими друг за другом автомобилями, т. е. $t_{j\tau} > 2T_{j\tau}$, необходимо более интенсивное замедление:

$$j_{\tau i} = 2T_{j\tau} V_{n+1} \frac{\frac{V_{n+1}}{V_i}}{2T_{j\tau} V_{n+1} - t_{j\tau}^2 (i+1) \frac{V_{n+1}}{V_i}} \quad (8)$$

Выводы. Построив график кумулятивного нарастания времени реакции водителя и временных интервалов (рисунок 2), можно спрогнозировать, при каких условиях наступит попутное столкновение названных автомобилей в колонне.

Литература

1. Юрчевский А.А. Основы выбора критериев безопасности для автоматического управления режимом работы автомобиля / А.А. Юрчевский. М.: Труды МАДИ, 1976. 39 с.
2. Кисильов В.Б. ДТП: Що робити? / На поличку водія / В.Б. Кисильов, В.М. Лозовий, Б.У. Рафалюк. Тернопіль: ТзОВ Тернограф, 2010. 200 с.
3. Афанасьев М.Б. Скорость и безопасность на автомобильном транспорте / М.Б. Афанасьев, А.И. Булатов. М.: Транспорт, 1971. 48 с.
4. Пирковский Ю.В. Теория движения полноприводного автомобиля / Ю.В. Пирковский. М.: Транспорт, 2001. 156 с.