

УДК 656.13.08.001.57

Ю.Н.Семенов, О.С.Семенова

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ ВАДСУ ПРИ СТОЛКНОВЕНИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Ниже описана модель системы “Водитель – Автомобиль – Дорога – Среда – другие Участники движения” (ВАДСУ); рассмотрено взаимодействие элементов системы ВАДСУ друг с другом при столкновении транспортных средств; исследовано влияние значений параметров на вероятность перехода системы ВАДСУ в то или иное состояние.

Введение

Рассмотрим модель системы “Водитель – Автомобиль–Дорога–Среда–другие Участники движения”. Отличие предлагаемой модели от ВАДС состоит в том, что “другие участники движения” выделяются в отдельную подсистему. Это позволяет учесть влияние элементов, входящих в данную подсистему, на уровень безопасности дорожного движения, а также используя системный подход рассмотреть взаимодействие элементов всех подсистем ВАДСУ.

Рассмотрим взаимодействие двух транспортных средств (i -го и j -го), движущихся по участку улично-дорожной сети. Для водителя i -го транспортного средства B_i “другим участником движения” будет являться водитель j -го транспортного средства B_j , а для водителя j -го транспортного средства B_j – водитель i -го транспортного средства B_i . Состояние системы ВАДСУ стабильно, если водители i -го и j -го транспортного средства адекватно реагируют на дорожную обстановку и действия друг друга.

Стабильное состояние системы характеризуются следующими выражениями:

$$\begin{cases} f_{B_i}(A_i, \Delta, C, B_j) \in F_{B_i}(A_i, \Delta, C, B_j) \\ f_{B_j}(A_j, \Delta, C, B_i) \in F_{B_j}(A_j, \Delta, C, B_i) \end{cases} \quad (1)$$

где $f_{B_i}(A_i, \Delta, C, B_j)$ – реакция водителя i -го транспортного средства на состояние элементов системы ВАДСУ, $F_{B_i}(A_i, \Delta, C, B_j)$ – множество возможных верных реакций водителя i -го транспортного средства, $f_{B_j}(A_j, \Delta, C, B_i)$ – реакция водителя j -го транспортного средства на состояние элементов системы ВАДСУ, $F_{B_j}(A_j, \Delta, C, B_i)$ – множество возможных верных реакций водителя j -го транспортного средства.

Возникновение опасной дорожно-транспортной обстановки предполагает, что хотя бы один из водителей транспортных средств неадекватно реагирует на состояние остальных элементов систе-

мы ВАДСУ, однако систему еще можно перевести в стабильное состояние, то есть

$$\begin{cases} f_{B_i}(A_i, \Delta, C, B_j) \notin F_{B_i}(A_i, \Delta, C, B_j) \\ f_{B_j}(A_j, \Delta, C, B_i) \in F_{B_j}(A_j, \Delta, C, B_i) \\ t_{p_{B_j}} \leq t'_{p_{B_j}} \end{cases} \quad (2)$$

или

$$\begin{cases} f_{B_i}(A_i, \Delta, C, B_j) \in F_{B_i}(A_i, \Delta, C, B_j) \\ f_{B_j}(A_j, \Delta, C, B_i) \notin F_{B_j}(A_j, \Delta, C, B_i) \\ t_{p_{B_i}} \leq t'_{p_{B_i}} \end{cases} \quad (3)$$

где $t_{p_{B_i}}$ – время, имеющееся у водителя i -го транспортного средства для перевода системы в стабильное состояние, $t_{p_{B_j}}$ – время, имеющееся у водителя для перевода системы в стабильное состояние, $t'_{p_{B_i}}$ – время, необходимое водителю для перевода системы в стабильное состояние, $t'_{p_{B_j}}$ – время, необходимое водителю j -го транспортного средства для перевода системы в стабильное состояние.

Система ВАДСУ также будет находиться в опасном состоянии, если водители и i -го и j -го транспортного средства неадекватно реагируют на дорожно-транспортную обстановку и/или действия друг друга, и они имеют время для изменения своего поведения:

$$\begin{cases} f_{B_i}(A_i, \Delta, C, B_j) \notin F_{B_i}(A_i, \Delta, C, B_j) \\ f_{B_j}(A_j, \Delta, C, B_i) \notin F_{B_j}(A_j, \Delta, C, B_i) \end{cases} \quad (4)$$

при выполнении хотя бы одного условия из группы

$$\begin{cases} t_{p_{B_i}} \leq t'_{p_{B_i}} \\ t_{p_{B_j}} \leq t'_{p_{B_j}} \end{cases} \quad (5)$$

Переход системы из опасного состояния в аварийное зависит от соотношения значений времени, требуемого для перевода системы в стабильное состояние, и времени, имеющегося для этого у водителей j -го или i -го транспортного средства, то есть:

$$\begin{cases} t_{p_{B_i}} > t'_{p_{B_i}} \\ t_{p_{B_j}} > t'_{p_{B_j}} \end{cases} \quad (6)$$

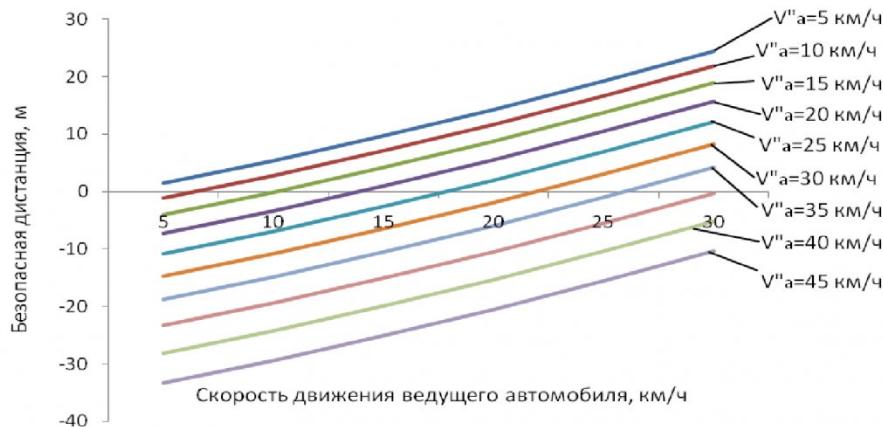


Рис.1. Влияние скорости движения ведущего автомобиля на безопасную дистанцию

Основные параметры системы ВАДСУ

К основным параметрам, значения которых должны быть оценены при столкновении транспортных средств следует отнести: координаты месторасположения и характеристики препятствий, ограничивающих обзорность; характеристики дорожной разметки; режим и характер работы светофорных объектов; координаты расположения транспортных средств и место их столкновения; характер движения транспортных средств до и

после столкновения; техническое состояние и загруженность транспортного средства; расстояние перемещения транспортных средств в заторможенном состоянии до и после столкновения; места контакта транспортных средств при столкновении; расположение транспортных средств и их частей после столкновения относительно границ проезжей части и друг друга; дальность видимости препятствия.

Взаимодействие элементов системы ВАДСУ друг с другом при попутном столкновении ведущего и ведомого транспортного средства

В качестве примера взаимодействия элементов системы ВАДСУ друг с другом рассмотрим попутное столкновение ведущего и ведомого транспортного средства. Пусть система ВАДСУ имеет следующие значения параметров: скорость

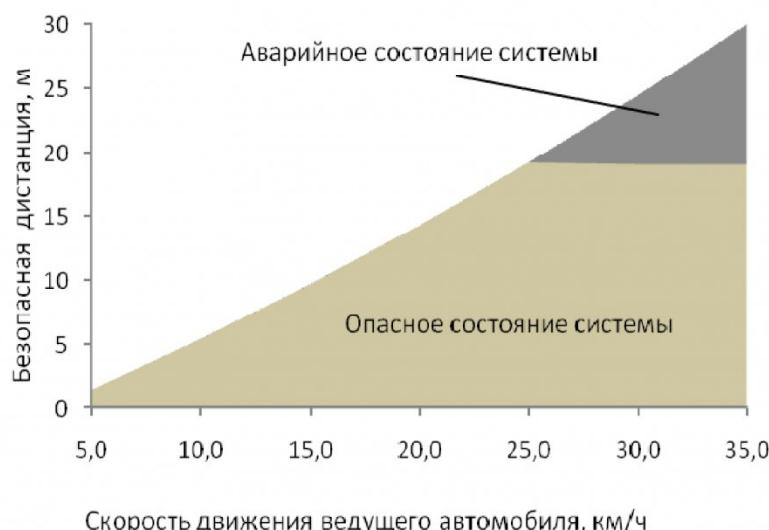


Рис. 2. Состояния системы ВАДСУ, в зависимости от скорости движения ведомого автомобиля и безопасной дистанции

после столкновения; техническое состояние и загруженность транспортного средства; расстояние перемещения транспортных средств в заторможенном состоянии до и после столкновения; места контакта транспортных средств при столкновении; расположение транспортных средств и их частей после столкновения относительно границ проезжей части и друг друга; дальность видимости препятствия.

Влияние значения параметров элементов системы ВАДСУ на вероятность ее перехода в то или иное состояние можно оценить с помощью моде-

ведущего транспортного средства $V'_a=16,6$ м/с; установившееся замедление ведущего автомобиля $j'=6$ м/с², ведомого автомобиля $j''=5$ м/с²; время реакции водителя ведомого автомобиля $t_1''=0,8$ с; время запаздывания тормозного привода ведущего автомобиля $t_2'=0,2$ с, ведомого – $t_2''=0,3$ с; время нарастания замедления ведущего автомобиля $t_3'=0,25$ с, ведомого – $t_3''=0,35$ с; фактическая дистанция $S=20$ м.

При исправной тормозной системе ведомого автомобиля существуют две причины столкновения: либо запаздывание водителя ведомого автомобиля, либо неправильно выбранная им дистанция.

Согласно [1] и (2-5) система ВАДСУ находится в опасном состоянии, если $S_\phi \geq S_\delta$, где S_δ – безопасная дистанция между автомобилями,

$$S_\delta = V_a''(t_1'' + t_2'' + 0,5t_3'') + \frac{(V_a')^2}{2j''} - V_a'(t_2' + 0,5t_3') + \frac{(V_a')^2}{2j'} \quad (7)$$

В противном случае ($S_\phi < S_\delta$) система ВАДСУ находится в аварийном состоянии и столкновение транспортных средств неизбежно.

С увеличением скорости движения транспорт-

ных средств безопасная дистанция увеличивается. Определяя безопасную дистанцию при различных скоростях движения ведущего и ведомого автомобиля, получаем область допустимых значений безопасной дистанции (рис. 1, 2).

При заданных значениях параметров система ВАДСУ переходит в опасное состояние в том случае, когда безопасная дистанция выше фактической (рис. 2).

Таким образом, помимо значений самих параметров элементов системы ВАДСУ большое значение имеет их влияние друг на друга. То есть, при одной и той же скорости движения транспортных средств система ВАДСУ может находиться в различных состояниях, в зависимости от дистанции между автомобилями, времени реакции водителя и т. д.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иларионов, В.А Экспертиза дорожно-транспортных происшествий. – М.: Транспорт, 1989. – 225 с.
2. Клебельсберг, Д. Транспортная психология: Пер. с нем./Под ред. В.Б. Мазуркевича. – М.: Транспорт, 1989. – 366 с.
3. Лукошиявицене, О.В. Моделирование ДТП. – М.: Транспорт, 1998. – 96 с.

□ Авторы статьи:

<p>Семенов Юрий Николаевич - ст. преп/ъ каф/ автомобильных перевозок КузГТУ Email: semenov63@mail.ru</p>	<p>Семенова Ольга Сергеевна - ст. преп/ъ каф/ автомобильных перевозок КузГТУ Тел.83842-72-18-25</p>
---	---