

УДК 656.025.510.223

И.Э.ЛИННИК, канд. техн. наук, Н.И.КУЛЬБАШНАЯ

*Харьковская национальная академия городского хозяйства*

## **КОНЦЕПЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ, СВЯЗАННЫХ С РАЗРАБОТКОЙ МОДЕЛИ СОГЛАСОВАНИЯ СМЕЖНЫХ УЧАСТКОВ ДОРОГ**

Предлагается модель согласования смежных участков дорог на основе информационных характеристик среды движения.

Пропонується модель узгодження суміжних ділянок доріг на основі інформаційних характеристик середовища руху.

The model of coordinating contiguous road sectors on the basis of information characteristics of traffic areas is proposed in the article.

*Ключевые слова:* модель, смежный участок, согласование, энтропийные характеристики.

Основной идеей при согласовании смежных участков дорог является обеспечение сохранения оптимального эмоционального напряжения водителя на всем протяжении дороги. Частые всплески эмоциональной напряженности у водителей, вызванные резко меняющимися дорожными условиями, могут привести к созданию аварийной ситуации.

Первоначально исследования ученых, связанные с этой проблемой, были направлены на сохранение в период движения оптимального уровня эмоциональной напряженности водителя посредством изменения параметров отдельных участков дорог [1, 2]. Наиболее близко к решению вопроса согласования близлежащих участков дорог подошел проф. В.Ф.Бабков, который в качестве критерия согласования смежных участков дорог предложил использовать коэффициент безопасности [3]. Продуктивным способом согласования параметров смежных участков дороги является метод согласования программ поведения водителей, предложенный Г.В.Корневым [4].

Представим процесс протекания психологических процессов водителя при движении по дороге как движение постоянно движущейся массы. При этом учитывается, что дорожная среда неоднородна по своему составу и представлена системой последовательно расположенных обособленных участков с условными границами. Каждый участок представляет собой целостную структуру, которая в свою очередь может объединять разнородные элементы, наличие которых будет препятствовать или способствовать движению.

Если участок является единой целостной структурой, то можно предполагать, что объединенные в единое целое его структурные эле-

менты оцениваются единым общим показателем. Как показано в [6], такими показателями могут являться суммарные информационные характеристики дорожной среды участка и показатели психофизиологического состояния водителя.

Продолжая идею процессов протекания психологических процессов как перемещения движущейся массы по участкам, необходимо заметить, что каждый участок имеет своеобразную границу, которая является выходом для предыдущего участка и входом для последующего. Если рассматривать движение некой абстрактной массы через границу, то это движение может быть затруднено из-за абсолютной несовместимости, «нестыковки», что практически означает «перекрывание» границы и затрудненности прохождения через нее движущейся массы. Чем выше будет «несогласованность», тем выше вероятность возникновения неблагоприятных явлений, в частности, может возникнуть удар (импульс), который по отношению к психофизиологическому состоянию водителя будет характеризоваться как всплеск его эмоционального состояния.

Э.В.Гавриловым показано, что ориентировочное поведение водителей на дороге можно рассматривать как импульсивное [5]. Тогда внешние поведенческие реакции можно поставить в зависимость от относительной организации взаимодействия или текущей энтропии. В работе [7] показано, что относительная организация взаимодействия находится в тесной корреляционной зависимости с коэффициентом происшествий.

Развитие реакций водителя при периодическом изменении относительной организации взаимодействия представлено в виде системы прямоугольных импульсов (рис.1).

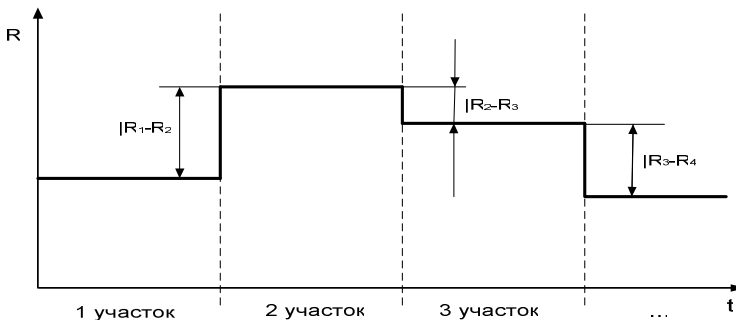


Рис. 1 – Изменение значений относительной организации взаимодействия  $R$  на смежных участках

Каждый участок, как отмечалось выше, может характеризоваться одним постоянным параметром, который сохраняет свое значение и на его границе – выходе. По отношению к последующему участку параметр, поступивший с предыдущего участка, является входным параметром.

Учитывая вышесказанное, можно рассматривать процесс согласования как разницу значений параметров, например, уровня относительной организации взаимодействия участников движения  $R_{n+1}$  на последующем участке и  $R_n$  на предыдущем. Если данная разница равна нулю, можно говорить об абсолютном согласовании участков, при разнице значений, стремящейся к  $\infty$ , – о полной несогласованности. Исходя из этого можно утверждать, что при согласовании смежных участков дорог нужно стремиться к наименьшему значению разницы показателей.

Согласно [7], относительная организация взаимодействия тесно связана с коэффициентом происшествий. Тогда можно поставить этот коэффициент в зависимость с разницей по модулю значений относительной организации взаимодействия  $R_n$ , которая рассчитана для каждого следующего друг за другом участка. Обработка данных эксперимента позволяет получить такую зависимость (рис.2).

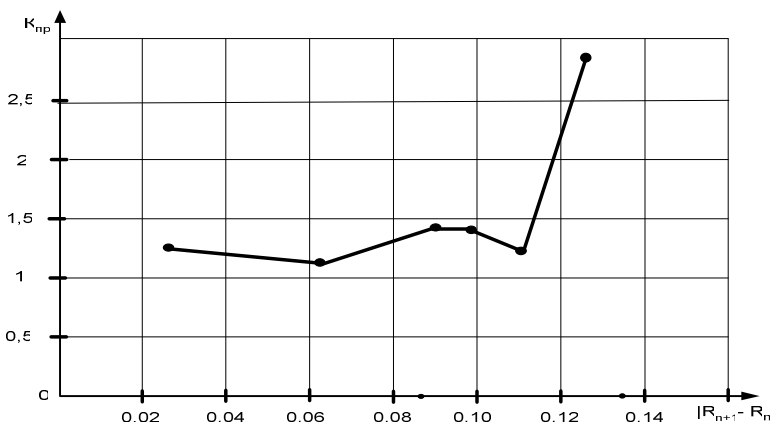


Рис. 2 – Зависимость коэффициента происшествий от разницы  $|R_{n+1} - R_n|$

Из этой зависимости видно, что при разнице выше 0,09...0,11 коэффициент происшествий значительно возрастает. Но данные исследования, несмотря на простоту подхода к данной проблеме, не дают достаточно полную оценку, так как в процентном соотношении невоз-

можно дать классификацию по сложности взаимодействия.

Дальнейшие исследования могут быть основаны на идеях В.В.Павлова о динамическом уравнивании применительно к взаимодействию системы и среды [8]. Принцип динамической адекватности формулируется следующим образом: при изменении сложности и организации среды движения водители стремятся достичь нового уровня адекватности по сложности и организации взаимодействия со средой с минимизацией времени, т.е. или по максимальной энтропии  $H_m^0(t) \approx H_m^s(t)$ , или по относительной организации взаимодействия  $R^0(t) \approx R^s(t)$ .

Разница между показателями сложности и организации участников и среды движения, служит входным сигналом для водителей, заставляющих их уменьшать расхождение (рассогласование) между этими параметрами. Разность с учетом рассогласования между деятельностью водителя и средой учитывает некоторые коэффициенты пропорциональности

$$H_m^0(t) = k_H H_m^s(t) \quad \text{или} \quad R^0(t) = k_R R^s(t). \quad (1)$$

Если в некоторый момент времени между водителем и средой устанавливается соответствие и только после этого начинает изменяться сложность и организация среды, то для выполнения принципа адекватности достаточно пропорциональности следующих величин

$$k_H \frac{dH_m^s(t)}{dt} = \frac{dH_m^0(t)}{dt} \quad \text{или} \quad k_R \frac{dR^s(t)}{dt} = \frac{dR^0(t)}{dt}. \quad (2)$$

Тогда адекватность между управляющей и управляемой системой осуществляется путем минимизации функционала

$$I = \int_0^T f(H_m)^2 dt \rightarrow \min. \quad (3)$$

Если сложность системы  $H_m^0$  и среды движения  $H_m^s$  можно выразить как  $H_m^0 = \log n_0$ ;  $H_m^s = \log n_s$ , тогда можно записать

$$I = \int_0^T f(\log n_0 - \log n_s)^2 dt \rightarrow \min. \quad (4)$$

С учетом, что  $R^o(t) = 1 - \frac{H^o(t)}{H_m^o(t)}$ ;  $R^s(t) = 1 - \frac{H^s(t)}{H_m^s(t)}$  и при разнице  $R^o(t) - R^s(t) = 1 - \frac{H^o(t)}{H_m^o(t)} - 1 + \frac{H^s(t)}{H_m^s(t)}$ , то можно выразить

ние (4) записать через относительную организацию взаимодействия

$$\min I = \min \int_0^T \left[ \frac{H^s}{H_m^s} - \frac{H^0}{H_m^0} \right]^2 dt. \quad (5)$$

Используя эту теорию, можно применить ее для согласования смежных участков дорог. По аналогии того, что выход предыдущего участка является входом для последующего и для согласования смежных участков дорог необходимо обеспечить равенство параметров  $R_{n+1}$  и  $R_n$  или  $H_{mn}$  и  $H_{m(n+1)}$ , то, используя выражение (4), можно записать целевую функцию по согласованию смежных участков дорог по максимальной энтропии

$$I = \int_0^T f [H_{m_n}(t) - H_{m_{n+1}}(t)]^2 dt \rightarrow \min. \quad (6)$$

Учитывая, что  $R_n(t) = 1 - \frac{H_n(t)}{H_{mn}(t)}$ ;  $R_{n+1}(t) = 1 - \frac{H_{n+1}(t)}{H_{mn+1}(t)}$ , выражение (6) можно записать по относительной организации

$$I = \int_0^T f \left[ \frac{H_{n+1}(t)}{H_{mn+1}(t)} - \frac{H_n(t)}{H_{mn}(t)} \right]^2 dt \rightarrow \min. \quad (7)$$

Таким образом, если заменить непрерывную функцию информации ступенчатой с изменением значений скачком в точках, ограничивающих смежный участок, и имея значения энтропийных характеристик  $R$  и  $H_m$ , то процесс согласования смежных участков может представляться приведенными выше моделями.

1. Лобанов Е.М. Оценка сложности дорожных условий по изменению кожно-гальванической реакции водителя // Тр. МАДИ. Вып.37. – М.: МАДИ, 1972. – С.11-23.

2. Новизинцев В.В. Влияние сложности условий движения по кривым в плане на эмоциональную напряженность водителей // Тр. МАДИ. Вып.33. – М.: МАДИ, 1973. – С.17-27.

3. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения. – М.: Транспорт, 1982. – 288 с.

4. Корнев Г.В. Цель и приспособляемость движения. – М.: Наука, 1974. – 528 с.

5. Гаврилов Э.В., Гридчин А.М., Ряпухин В.Н. Системное проектирование автомобильных дорог. Ч.1. – Москва - Белгород: АСВ, 1998. – 138 с.

6. Кульбашная Н.И. Согласование смежных участков городских дорог // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.76. – К.: Техніка, 2007. – С.324-328.

7. Кульбашная Н.И. Прогрессивный метод оценки аварийности участков городских дорог // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.84. – К.: Техніка, 2008. – С.307-311.

8. Павлов В.В. Начало теории эргатических систем. – К.: Наук. думка, 1975. – 240 с.

Получено 07.10.2009