

К 656.025.510.223

Н.И.КУЛЬБАШНАЯ

Харьковская национальная академия городского хозяйства

СОГЛАСОВАНИЕ СМЕЖНЫХ УЧАСТКОВ ДОРОГ

Предлагается согласование смежных участков дорог по энтропийным характеристикам скоростей.

Проезд по дороге с частыми, резкоменяющимися дорожными условиями сопровождается периодическими всплесками эмоциональной напряженности у водителей, что может привести к созданию аварийной ситуации. Первоначально исследования некоторых авторов были направлены на сохранение в период движения оптимального уровня эмоциональной напряженности водителя посредством изменения параметров отдельных участков дорог. Данные вопросы исследовали авторы [1-3]. Наиболее близко к решению вопроса согласования близлежащих участков дорог подошел В.Ф.Бабков, который в качестве критерия согласования смежных участков дорог предложил использовать коэффициент безопасности [1].

Продуктивным способом согласования параметров смежных участков дороги является метод согласования программ поведения водителей, предложенный Г.В.Корневым. Процесс согласования можно пояснить следующим образом [2].

Пусть программы поведения на смежных участках будут соответственно

$$\Gamma_1=0, \quad \Gamma_2=0, \quad (1)$$

где 1, 2 – индексы первого и второго участков соответственно.

Программы можно считать согласованными, если конечные программные значения координат и их производные до некоторого наперед заданного порядка, удовлетворяющие уравнениям $\Gamma_1=0$, вместе с тем удовлетворяют уравнениям $\Gamma_2=0$.

Программы поведения на смежных участках дороги могут быть представлены в виде:

- для движения в колонне

$$X_1 - X_{\Sigma H1} = 0, \quad X_2 - X_{\Sigma H2} = 0, \quad (2)$$

- для движения с обгонами

$$V_1 - V_{\Sigma H1} = 0, \quad V_2 - V_{\Sigma H2} = 0, \quad (3)$$

где X_1, X_2 – фактические расстояния от водителя до кромки проезжей части в поперечном сечении дороги на первом и втором участках; V_1, V_2 – фактические скорости движения на первом и втором участках; $X_{\Sigma H1}, X_{\Sigma H2}$ – индивидуальные нормы положений водителя в попереч-

ном сечении дороги на первом и втором участках соответственно; $V_{\Sigma H_1}$, $V_{\Sigma H_2}$ – индивидуальные нормы скоростей движения на первом и втором участках соответственно.

Согласовать эти программы – значит найти такие элементы среды движения на втором участке, которые в момент перехода с участка на участок не приведут к нежелательным переходным процессам. В результате согласования должна быть обеспечена динамическая плавность движения по дороге [3].

Практически элементы дороги, обеспечивающие динамическую плавность, могут быть найдены через параметры индивидуальных норм максимальной H_m и текущей энтропии H и абсолютной организации Q поля восприятия водителя.

Рассмотрим случай согласования программ поведения для движения с обгоном на участке дороги с различной максимальной энтропией полей восприятия водителя, т.е. $H_m \neq \text{const}$. Индивидуальная норма скорости движения на первом участке может быть оценена по формуле [2]

$$V_{\Sigma H_1} = \frac{m_1 V_{H_1}^{(1)} + m_2 V_{H_2}^{(2)}}{m_1 + m_2}, \quad (4)$$

где $V_{H_1}^{(1)}$, $V_{H_2}^{(2)}$ – функциональные нормы скорости движения для мотивов безопасности движения и мотива свободы действий водителя на первом участке дороги; m_1 , m_2 – жесткости норм $V_{H_1}^{(1)}$ и $V_{H_2}^{(2)}$, соответственно.

$$\text{При } H_m \neq \text{const} \quad V_{H_2}^{(1)} = \frac{2}{3} V_{mT}, \quad \text{тогда}$$

$$V_{H_1}^{(1)} = \frac{V_{H_2}^{(1)}}{2} \left[2 - \frac{H_m^{(1)} - H_{m0}^{(1)}}{H_{mk}^{(1)} - H_{m0}^{(1)}} \right], \quad (5)$$

где V_{mT} – максимально возможная скорость движения автомобиля на прямом горизонтальном участке дороги в эталонных условиях (паспортные данные автомобиля); $H_{m0}^{(1)}$ – максимальная энтропия поля восприятия водителя при отсутствии транспортного потока (движение в свободных условиях); $H_{mk}^{(1)}$ – максимальная энтропия поля восприятия водителя в транспортном потоке, интенсивность которого равна пропускной способности дороги.

С учетом формулы (5) индивидуальную норму скорости движения на первом участке можно представить в виде:

$$V_{\Sigma H1}^{(1)} = \frac{2}{3} V_{mm} \frac{m_1 \left[2 - \frac{H_m^{(1)} - H_{m0}^{(1)}}{H_{mk}^{(1)} - H_{m0}^{(1)}} \right] + m_2}{m_1 + m_2}. \quad (6)$$

Аналогично для второго участка

$$V_{\Sigma H2}^{(1)} = \frac{2}{3} V_{mm} \frac{m_1 \left[2 - \frac{H_m^{(2)} - H_{m0}^{(2)}}{H_{mk}^{(2)} - H_{m0}^{(2)}} \right] + m_2}{m_1 + m_2}, \quad (7)$$

где $H_m^{(2)}$, $H_{m0}^{(2)}$, $H_{mk}^{(2)}$ – характерные максимальные энтропии поля восприятия водителя при движении по второму участку.

Чтобы программы были согласованными, необходимо при переходе с участка на участок выполнение условия $V_1 = V_2$.

Это возможно лишь в том случае, если

$$V_{\Sigma H1} = V_{\Sigma H2}. \quad (8)$$

Согласовать смежные участки – значит, согласовать индивидуальные нормы поведения водителей.

Подставив формулы (6) и (7) в формулу (8) и выполнив несложные преобразования, получим

$$\frac{H_m^{(1)} - H_{m0}^{(1)}}{H_{mk}^{(1)} - H_{m0}^{(1)}} = \frac{H_m^{(2)} - H_{m0}^{(2)}}{H_{mk}^{(2)} - H_{m0}^{(2)}}. \quad (9)$$

Если допустить, что параметры дороги на смежных участках одинаковы, т. е.

$$H_{mk}^{(1)} = H_{mk}^{(2)}, \quad H_{m0}^{(1)} = H_{m0}^{(2)}, \quad (10)$$

то для согласования смежных участков необходимо выполнение условия

$$H_m^{(1)} = H_m^{(2)}. \quad (11)$$

Рассмотрим далее случай, когда на всем протяжении дороги $H_m = \text{const}$. В этом случае функциональная норма скорости для мотива свободы действия равна [3]

$$V_{H2} = c + bG + aG^2, \quad (12)$$

где G – коэффициент стохастичности поля восприятия водителя; a, b, c – эмпирические коэффициенты.

Коэффициент стохастичности поля восприятия водителя определяется по формуле [3]

$$G = \frac{H}{Q} = \frac{1-R}{R}, \quad (13)$$

где H – текущая энтропия поля восприятия водителя; Q – абсолютная организация поля восприятия водителя; R – относительная организация поля восприятия водителя.

Если предположить, что $H_m = H_{mk}$, то индивидуальные нормы скоростей движения на смежных участках могут быть представлены в виде:

$$V_{\Sigma H1} = V_{H2}^{(1)} \frac{m_1 - \frac{1}{2} m_1 + m_2}{m_1 + m_2} = \alpha V_{H2}^{(1)};$$

$$V_{\Sigma H2} = V_{H2}^{(2)} \frac{m_1 - \frac{1}{2} m_1 + m_2}{m_1 + m_2} = \alpha V_{H2}^{(2)}, \quad (14)$$

где
$$\alpha = \frac{m_1 - \frac{1}{2} m_1 + m_2}{m_1 + m_2}.$$

Таким образом, для смежных участков необходимо выполнение условия

$$V_{H2}^{(1)} = V_{H2}^{(2)}. \quad (15)$$

С учетом формулы (12) данное условие преобразуется к виду

$$c + bG^{(1)} + a(G^{(1)})^2 = c + bG^{(2)} + a(G^{(2)})^2 \quad (16)$$

или

$$G^{(1)} = G^{(2)}. \quad (17)$$

С учетом формулы (13) данное условие преобразуется к виду:

$$R^{(1)} = R^{(2)}. \quad (18)$$

Таким образом, процесс согласования смежных участков распадается на два этапа:

- 1) согласование участков по максимальной энтропии полей восприятия водителей;
- 2) согласование участков по относительной организации полей восприятия водителей.

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

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

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

Получено 19.03.2007

УДК 656.11

А.А.КУСТЕНКО

Белорусский национальный технический университет, г.Минск (Республика Беларусь)

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОТЕРИ В ТРАМВАЙНОМ ДВИЖЕНИИ г.МИНСКА

Рассматриваются экономические потери в трамвайном движении г.Минска на примере маршрута №1 (ДП «Зеленый луг» - пл.Мясникова).

Самый экологически чистый и недорогой в обслуживании транспорт – трамвай переживает сейчас новый этап своей истории в Минске. Разработан генеральный план развития столицы, в соответствии с которым почти во всех районах города появятся трамвайные пути.

В этой работе рассматриваются основные проблемы, с которыми сталкивается трамвай в процессе своего движения. Будут рассчитаны затраты, связанные с его движением, на примере маршрута №1 (ДП «Зеленый луг» - пл.Мясникова). Для проведения расчетов были проведены замеры пассажиропотока; интенсивности движения транспорта в районе остановки; интервалов движения трамвая; задержки трамвая на перекрестках, пешеходных переходах; задержки транспортного потока в районе остановочного пункта (было проведено по три замера в утренний и вечерний час пик, в межпиковое и дежурное время) [1-3]. В табл.1-4 представлены усредненные цифры за сутки работы трамваев на маршруте №1.

Итого в сутки трамвай на данном маршруте в среднем делает 172 рейса в прямом и обратном сообщениях.

Нами используются справочные данные по затратам, полученные в результате предварительных исследований 1985-1986 гг. – позже, насколько известно, подобные исследования ни в Беларуси, ни в бывшем СССР не проводились [3-5]. За истекшее время изменился не только масштаб цен, но и соотношение составляющих, поэтому точность расчетов несколько снизилась. Однако поскольку других данных нет, приводим их практически в том виде, в котором они были получены в 1986 г., когда 1 долл. стоил примерно 2-3 рубля [3, 4]. При этом учтены некоторые изменения, произошедшие за истекший период,