

РОЗРОБКА СПОСОБУ УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТНИМИ ПОТОКАМИ НА ДІЛЯНКАХ АВТОМАГІСТРАЛЕЙ

Дуднікова Н.М.

Анотація

В роботі запропоновано спосіб управління транспортними потоками на ділянках автомагістралей на основі розробленого критерію оцінки безпеки руху з попередження виникнення ДТП через втрату водієм керованості транспортного засобу.

Ключові слова

Безпека дорожнього руху, транспортний потік, управління

Annotation

In work the way of management by transport streams on sites of highways on the basis of the developed criterion of an estimation of traffic safety under the prevention of occurrence of road accident through loss by the driver of controllability of a vehicle is offered.

Keywords

Safety of traffic, transport stream, management

Аннотация

В работе предложен способ управления транспортными потоками на участках автомагистралей на основе разработанного критерия оценки безопасности движения по предупреждению возникновения ДТП через потерю водителем управляемости транспортного средства.

Ключевые слова

Безопасность дорожного движения, транспортный поток, управление

Вступ

Проблема аварійності на автомобільному транспорті набула особливої гостроти в останнє десятиліття. Збільшення кількості транспортних засобів, зростання швидкості, щільності і інтенсивності руху та постійна зміна складу транспортного потоку призведе до збільшення навантаження на мережі магістралей і підвищення імовірності виникнення дорожньо-транспортних подій (ДТП).

Таким чином, в рамках системи забезпечення безпеки дорожнього руху в умовах розвитку автомобілізації особливо гострим стає питання управління транспортними потоками на ділянках автомагістралей з точки зору забезпечення безпеки руху та попередження виникнення ДТП.

Управління транспортними потоками на ділянках автомагістралей на основі запропонованого критерію безпеки руху

В результаті виконання наукових досліджень було розроблено та

експериментально обґрунтовано критерій оцінки безпеки руху на ділянках автомагістралей з попередження виникнення ДТП через втрату водієм керуваності транспортного засобу (1). Він і метод його визначення можуть бути віднесені до області систем управління рухом транспортних засобів. Дані системи оперують поточними значеннями параметрів потоку автомобілів [1, 2, 3, 4], тому для забезпечення можливості застосування розробленого критерію, не тільки як опосередкованого критерію безпеки, але і як керуючої функції управління системи, необхідно сформулювати спосіб його безперервного визначення.

$$\left\{ \begin{array}{l} \delta = \frac{q_{i\bar{e}}}{q_{ii}} \cdot \frac{1}{3} \cdot \left[\frac{q_{i\bar{e}}}{q_{i\bar{e}}^m} + \frac{q_{ii} + q'_{ii}}{q_{ii}^m} \right], \\ q_{ii} = \left[\bar{L}_i + \bar{L}_e + V_m^{\delta i c} \cdot (\bar{t}_p + \bar{t}_{p\hat{e}}) + \bar{t}_p \cdot \sigma_{V_{ii}} - \bar{t}_{p\hat{e}} \cdot V_{ii} \right]^{-1}, \\ q_{i\bar{e}} = \left[\bar{L}_i + \bar{L}_e + \frac{1}{2 \cdot j} \cdot \left[\left(V_m^{\delta i c} \right)^2 - V_{i\bar{e}}^2 \right] + 6,5 \cdot e^{0,09 \cdot V_m^{\delta i c}} \right]^{-1}, \\ q'_{ii} = \left[\bar{L}_i + \frac{1}{2 \cdot j} \cdot \left[\left(V_m^{\delta i c} \right)^2 - V_{ii}^2 \right] + 6,5 \cdot e^{0,09 \cdot V_m^{\delta i c}} \right]^{-1}, \end{array} \right. \quad (1)$$

де $V_m^{\delta i c}$, $V_m^{\delta i c}$ - розрахункова швидкість руху для умов втрати водієм керуваності транспортним засобом на правій смузі руху, (розраховуються окремо та вводяться до системи як константи); $q_{i\bar{e}}$, q_{ii} - максимальна щільності руху транспортного потоку на лівій та правій смузі руху ділянки автомагістралі, при який може виникнути ДТП, авт./м; $q_{i\bar{e}}^m$, q_{ii}^m - максимальне значення щільності руху по лівій та правій смузі руху ділянки автомагістралі, авт./м; q'_{ii} - максимальна щільність руху транспортного потоку на правій смузі руху, при який може виникнути ДТП, авт./м; \bar{L}_i - усереднена габаритна довжина транспортних засобів у транспортному потоці правої смуги руху ділянки автомагістралі, м; \bar{L}_e - усереднена габаритна довжина транспортних засобів у транспортному потоці лівої смуги руху ділянки автомагістралі, м; $V_{i\bar{e}}$ - швидкість транспортного потоку на лівій смузі руху ділянки автомагістралі, м/с; V_{ii} - швидкість транспортного потоку на правій смузі руху ділянки автомагістралі, м/с; \bar{t}_p - усереднений час реакції водія в умовах руху по автомагістралі; $\bar{t}_{p\hat{e}}$ - усереднений час запізнювання рульового керування транспортних засобів; $\sigma_{V_{ii}}$ - середнє квадратичне відхилення швидкості руху транспортних засобів у транспортному потоці правої смуги руху, м/с; j - прискорення транспортного засобу, м/с².

Для можливості організації поточного контролю за значеннями розробленого критерію безпеки руху на ділянках автомагістралей необхідно забезпечити безперервне збирання вихідних даних у вигляді наступних характеристик руху транспортних потоків за смугами руху:

- склад транспортного потоку відповідної смуги руху;
- швидкість руху транспортного потоку на відповідній смузі руху;
- середнє квадратичне відхилення швидкостей руху транспортних засобів у транспортному потоці на відповідній смузі руху;
- усереднені значення габаритів транспортних засобів у транспортному потоці на відповідній смузі руху;
- усереднені значення прискорень транспортних засобів у транспортному потоці на відповідній смузі руху.

Окремо необхідно фіксувати данні щодо поточного значення коефіцієнту зчеплення дорожнього покриття ділянки автомагістралі [4].

Отримана інформація про стан транспортного потоку обробляється та використовується для цілей управління. Управлінням транспортними потоками на ділянках автомагістралі, з метою попередження ДТП з втратою водієм керованості транспортного засобу, є забезпечення попередження створення дорожньо-транспортної ситуації, при якій найбільш можливе виникнення ДТП. Вплив на транспортний потік на відповідних смугах руху можливо виконувати за допомогою обмежень, або рекомендації швидкості руху.

Необхідно розрахункову методику (1) застосовувати в межах зворотного розрахунку, коли задається максимальне значення критерію та розраховуються значення швидкостей руху, що не повинні відповідати дійсним у потоці. При їх відповідності – потрібно змінити швидкості руху та попередити можливість виникнення вказаних ДТП.

Для виконання розрахунків виникає необхідність знання максимальних швидкостей розрахункових транспортних засобів у поточних умовах руху на автомагістралях, які можливо визначити для будь якого транспортного засобу.

Відповідно до даних експериментальних досліджень в якості максимального значення запропонованого критерію безпеки руху на ділянках автомагістралей для легкового автомобіля - 0,08, для вантажного - 0,008, вказані значення відповідають максимальній аварійності.

Алгоритм розрахунків для визначення запропонованого критерію безпеки руху

Алгоритм розрахунків для визначення запропонованого критерію виконується наступним чином:

а) значення швидкостей транспортних засобів 1 та 2, на першому детекторі V_{1i} та V_{2i} , на другому V'_{1i} та V'_{2i} на відповідних смугах руху визначаються за формулами:

$$V_{1i} = \frac{L}{t_{1i}}, \quad V_{2i} = \frac{L}{t_{1i}}, \quad V'_{1i} = \frac{L}{t_{2i}}, \quad V'_{2i} = \frac{L}{t_{2i}}; \quad (2)$$

де L – відстань між детекторами;

t – час руху між детекторами.

б) значення швидкостей транспортних потоків по відповідним смугам руху визначаються за формулами:

$$V_{\text{шп}} = \frac{1}{n} \sum V_{1_i}, \quad V_{\text{пл}} = \frac{1}{n} \sum V_{2_i}; \quad (3)$$

де n – кількість зібраних даних щодо швидкостей руху транспортних засобів за час циклу оновлення показань рекомендованої швидкості;

в) значення середнього квадратичного відхилення швидкостей транспортних засобів у транспортному потоці правої смуги руху визначається за формулами:

$$\sigma_{V_{\text{шп}}} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (V_{2_i} - \frac{1}{n} \sum V_{2_i})^2}; \quad (4)$$

де n – кількість зібраних даних щодо швидкостей руху транспортних засобів за час циклу оновлення показань рекомендованої швидкості;

г) значення усереднених габаритних довжин транспортних засобів у потоках по відповідним смугам руху визначаються за формулами:

$$\bar{L}_{\text{п}}, \bar{L}_{\text{л}} = L_{\text{ла}} \cdot n_{\text{ла}} + L_{\text{ав}} \cdot n_{\text{ав}} + L_{\text{ван}} \cdot n_{\text{ван}} + L_{\text{габ}} \cdot n_{\text{габ}}; \quad (5)$$

де n – кількість зібраних даних щодо габаритів транспортних засобів за час циклу оновлення показань рекомендованої швидкості;

д) значення усереднених прискорень транспортних засобів у потоках по відповідним смугам руху визначаються за формулами:

$$j_{1_i} = \frac{V'_{1_i} - V_{1_i}}{t_{1_i} + t_{2_i}}, \quad j_{2_i} = \frac{V'_{2_i} - V_{2_i}}{t_{1_i} + t_{2_i}}; \quad (6)$$

д) значення критерію оцінки безпеки руху на ділянках автомагістралей з попередження виникнення ДТП через втрату водієм керованості транспортного засобу розраховується відповідно до (1).

На підставі записаних рівнянь можна сформулювати практичні рекомендації щодо підвищення безпеки руху транспортного потоку на ділянках автомагістралей за допомогою запропонованого критерію безпеки руху:

- рекомендації для підтримування великого значення розрахункової швидкості, що відповідає моменту початку процесу втрати водієм керованості транспортного засобу, полягають у забезпеченні максимального коефіцієнту зчеплення дорожнього покриття, підтримки у належному стані дорожньої розмітки, яка забезпечує належне орієнтування водія за смугою руху та

забезпечує відповідний бічний інтервал між транспортними засобами сусідніх потоків, при будівництві та реконструкції ділянок автомагістралей необхідно прагнути забезпечення мінімального поперечного похилу дорожнього покриття, бо саме він є причиною появи бічної сили, що діє на транспортний засіб та спричиняє його відведення;

- рекомендації щодо організації руху транспортних потоків на ділянках автомагістралей полягають у виключенні можливості співвідношення швидкостей та розрахункових щільностей транспортних потоків сусідніх смуг руху, при яких критерій безпеки руху перевищує 0,008 для вантажних автомобілів та 0,08 для легкових, шляхом застосування тимчасових дорожніх знаків зі значеннями рекомендованої швидкості руху та мінімальної дистанції між транспортними засобами.

Перераховані заходи для рекомендації швидкості можливо здійснити застосуванням стандартних дорожніх знаків 3.29, 3.30, 3.31, 3.32, 4.16, 4.17, 5.30 [5], для щільності транспортного потоку - розподіл руху по смугам та обмеження руху окремих видів транспортних засобів, відповідно: 5.8-5.12, 5.16 - 5.22, 3.3 - 3.5, 3.11, 3.12-3.16, особливо важливий знак 3.20.

Висновки

Таким чином, в результаті виконаної роботи запропоновано алгоритм управління швидкістю транспортних потоків по смугах руху на основі розробленого критерію оцінки безпеки руху з метою попередження перевищення розробленим критерієм порогових значень та рекомендації щодо запобігання ДТП через втрату водієм керуваності транспортного засобу.

Література:

1. Якушин Л.А. Концепция обеспечения безопасности дорожного движения с использованием систем управления [Текст] / Якушин Л.А. - М.: Транспорт, 1991.-60 с.
2. Федоров В.И. Аэроизыскания автомобильных дорог и мостовых переходов [Текст] / Федоров В.И. – М.: Транспорт, 1975. – 200 с.
3. Федоров В.И. Инженерные аэроизыскания автомобильных дорог [Текст] / В.И. Федоров, Д.Г. Румянцев. – М.: Транспорт, 1984. – 240 с.
4. Полищук В.П. Проектирование автоматизированных систем управления движением на автомобильных дорогах [Текст] / Полищук В.П. – К.: УМК ВО, 1990. – 55 с.
5. Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування: ДСТУ 4100-2002. – К. 2002. - 76 с.