

УДК 656.13.05

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАПРОПОНОВАНОГО КРИТЕРІЮ ОЦІНКИ БЕЗПЕКИ РУХУ НА ДІЛЯНКАХ АВТОМАГІСТРАЛЕЙ

Н.М. Дуднікова

Автомобільно-дорожній інститут ДВНЗ «Донецький національний
технічний університет»

Формалізовано процес скоєння ДТП з причин раптової втрати водієм керованості транспортного засобу в умовах руху транспортних потоків по автомагістралі. Розроблено критерій оцінки безпеки руху на ділянках автомагістралей з умов запобігання ДТП через втрату водієм керованості транспортного засобу.

Аналіз розвитку технічного стану та безпеки руху на ділянках автомагістралей в Україні показав, що автомагістралі складають менш ніж 9% від протяжності всієї мережі доріг, їх технічний стан часто не відповідає діючим стандартам, тяжкість дорожньо-транспортних подій (ДТП) перевищує показники на інших видах доріг [1].

Рух змішаних транспортних потоків з високою швидкістю несе в собі суттєву небезпеку, оскільки при цьому виникають специфічні умови руху для транспортних засобів та праці водіїв. Найбільш розповсюдженою причиною ДТП на ділянках автомагістралей в Україні зараз є втрата водієм керованості транспортного засобу, яка розкривається у наступних видах ДТП: зіткнення транспортних засобів, наїзд на нерухому перешкоду, перекидання транспортного засобу.

ДТП на лівій смузі ділянки автомагістралі найчастіше відповідають наступним видам: 1 – зіткнення транспортних засобів; 2 – перекидання транспортного засобу. На правій смузі - 3 – наїзд на зупинений транспортний засіб; 4 – наїзд на нерухому перешкоду. Втрата водієм керованості транспортного засобу є умовою необхідною для виникнення ДТП на ділянці автомагістралі, але не достатньою. Достатність обумовлюється двома факторами: наявністю значного бічного переміщення автомобіля до краю відповідної смуги руху та наявністю на сусідній смузі руху іншого транспортного засобу. Перший пов'язаний з особливостями кінематики руху транспортного засобу відповідною смугою ділянки автомагістралі, а другий з формуванням транспортних потоків смугами руху ділянки автомагістралі [2, 3].

На рис. 1 та рис. 2 наведені графічні моделі умов скоєння ДТП через втрату водієм керованості транспортного засобу в транспортному

потоці на лівій та правій смугах руху ділянці автомагістралі.

Відповідно рис. 1 та рис. 2 l_{4-3} - мінімальний інтервал руху у транспортному потоці правої смуги руху, при якому може відбутися ДТП; 1 - транспортний засіб, що втратив керованість на лівій смузі руху; 2 - транспортний засіб, що рухається у транспортному потоці лівої смуги руху; 3 - транспортний засіб, що рухається правою смугою руху, відповідно рис. 1, що втратив керованість на правій смузі руху, відповідно рис. 2; 4 - транспортний засіб, що рухається у транспортному потоці правої смуги руху; V_{m_1} , V_{m_3} - подовжня швидкість руху транспортного засобу, відповідно, лівої та правої смуги руху, при якій він втратив керованість; V_{y_1} , V_{y_3} - поперечна швидкість руху транспортного засобу, відповідно, лівої та правої смуги руху, при якій він втратив керованість; V_2 , V_3 , V_4 - швидкості транспортних засобів 2, 3 та 4; L_1 , L_3 - габаритна довжина транспортного засобу 1 та 3; a_3 - відстань від центра тяжкості до краю переднього бамперу транспортного засобу 3; b_1 - відстань від центра тяжкості до краю заднього бамперу транспортного засобу 1; S_1 - відстань, яку проїжджає транспортний засіб при втраті керованості з положення на вісі лівої смуги руху до зіткнення на правій смузі руху за час реакції водія та час спрацьовування рульового керування $t = t_p + t_{pk}$; S_3 - відстань, яку проїжджає транспортний засіб 3 правою смугою руху за час $t = t_p + t_{pk}$; S'_{1-3} , S''_{1-3} - мінімальна та максимальна відстані між транспортними засобами 1 та 3, яка виникає у момент втрати керованості транспортного засобу 1, при якій можливе ДТП; l'_{1-2} , l''_{1-2} - мінімальна та максимальна відстані між транспортними засобами 1 та 2, яка виникає у момент втрати керованості транспортного засобу 1, при русі обох транспортних засобів у транспортному потоці лівої смуги руху; S'_{4-1} , S''_{4-1} - мінімальна та максимальна відстані між транспортними засобами 1 та 4, яка виникає у момент втрати керованості транспортного засобу 1; B , B_v , B_n - відповідно: ширина смуги руху, ширина смуги безпеки, відстань від краю смуги безпеки до межі наявності нерухомих перешкод.

В результаті проведених досліджень і розробок, було встановлено, що визначальною характеристикою можливості виникнення ДТП досліджуваних видів є співвідношення щільностей руху за відповідними смугами, на основі чого сформульований критерій оцінки безпеки руху на ділянках автомагістралей:

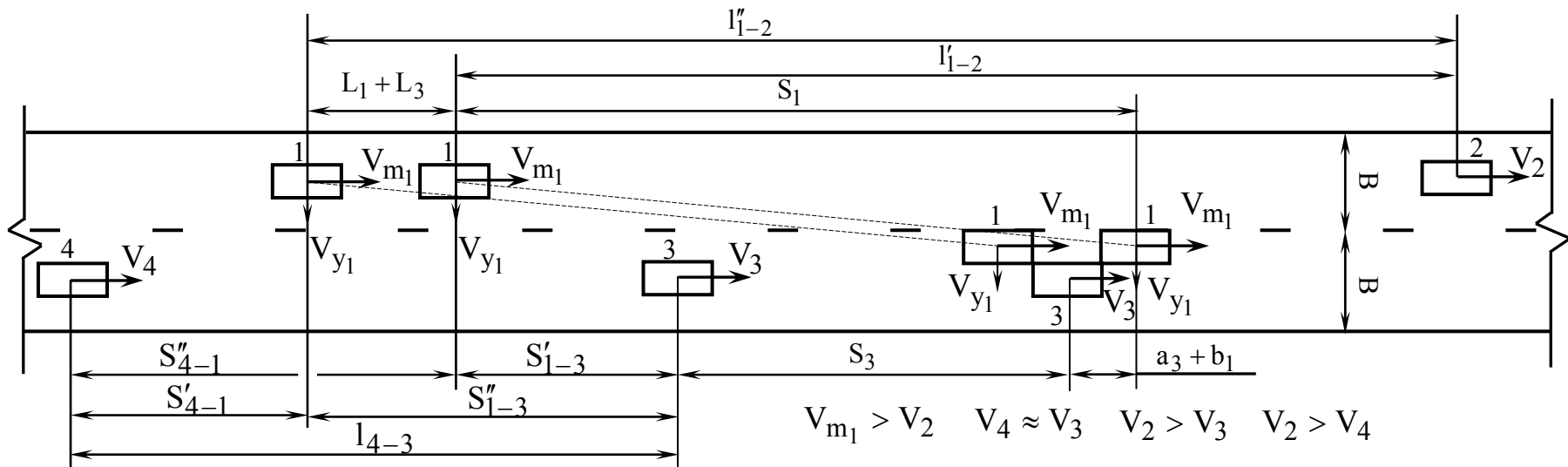


Рис. 1. Графічна модель умов скоєння ДТП через втрату водієм керованості транспортного засобу в транспортному потоці на лівій смузі руху ділянці автомагістралі.

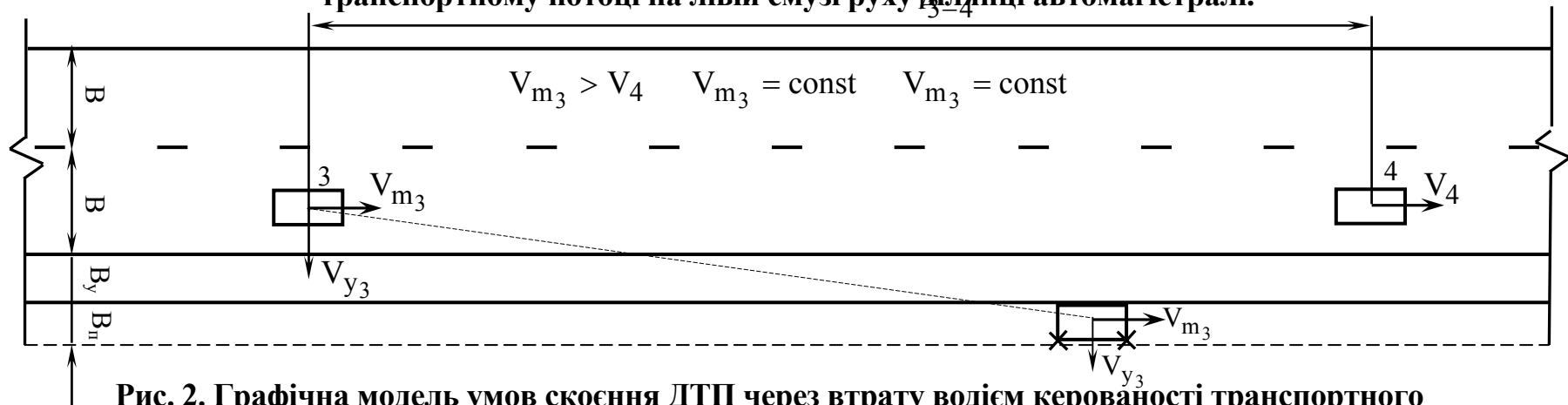


Рис. 2. Графічна модель умов скоєння ДТП через втрату водієм керованості транспортного засобу в транспортному потоці на правій смузі руху ділянці автомагістралі.

$$\delta_{\text{ПЛ}} = \frac{q_{\text{ПЛ}}}{q_{\text{ПП}}} \cdot \frac{1}{2} \cdot \left[\frac{q_{\text{ПЛ}}}{q_{\text{ПЛ}}^m} + \frac{q_{\text{ПП}}}{q_{\text{ПП}}^m} \right], \quad \delta_{\text{ПП}} = \frac{q'_{\text{ПП}}}{q_{\text{ПП}}^m}, \quad \delta = \frac{q_{\text{ПЛ}}}{q_{\text{ПП}}} \cdot \frac{1}{3} \cdot \left[\frac{q_{\text{ПЛ}}}{q_{\text{ПЛ}}^m} + \frac{q_{\text{ПП}} + q'_{\text{ПП}}}{q_{\text{ПП}}^m} \right] \quad (1)$$

де δ - критерій оцінки безпеки руху на ділянках автомагістралей;

$\delta_{\text{ПЛ}}$ - критерій оцінки безпеки руху на ділянках автомагістралей з попередження виникнення ДТП через втрату водієм керованості транспортного засобу на лівій смузі;

$\delta_{\text{ПП}}$ - критерій оцінки безпеки руху на ділянках автомагістралей з попередження виникнення ДТП через втрату водієм керованості транспортного засобу на правій смузі;

$q_{\text{ПЛ}}^m, q_{\text{ПП}}^m$ - максимальне значення щільності руху на лівій та правій смузі руху ділянки автомагістралі, авт./м;

$q'_{\text{ПП}}$ - максимальна щільність руху транспортного потоку на правій смузі, при визначенні $\delta_{\text{ПП}}$, авт/м;

$q_{\text{ПП}}, q_{\text{ПЛ}}$ - максимальна щільність руху транспортного потоку на правій та лівій смузі, при якій може виникнути відповідне ДТП, авт/м.

Надалі була проведена експериментальна перевірка адекватності розробленого критерію оцінки безпеки руху на ділянках автомагістралей з попередження виникнення ДТП через втрату водієм керованості транспортного засобу на реальній ділянці автомагістралі.

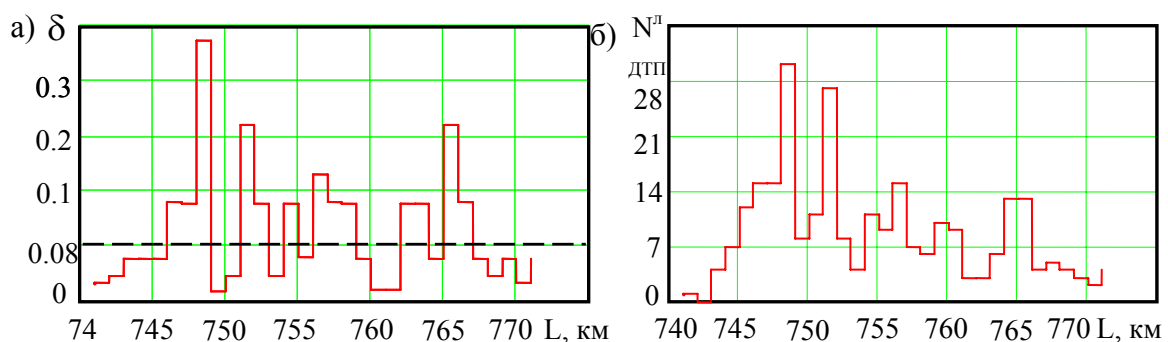


Рис. 3. Графіки:

а) розрахункових значень запропонованого критерію безпеки руху δ на ділянці дороги загального користування державного значення Київ – Луганськ – Ізварине М-04 км 741 – км 772 для умов втрати водієм керованості транспортного засобу ГАЗ-24; б) кількості ДТП видів 1, 2, 3, 4 з легковими автомобілями на вказаній ділянці дороги за сім останніх років.

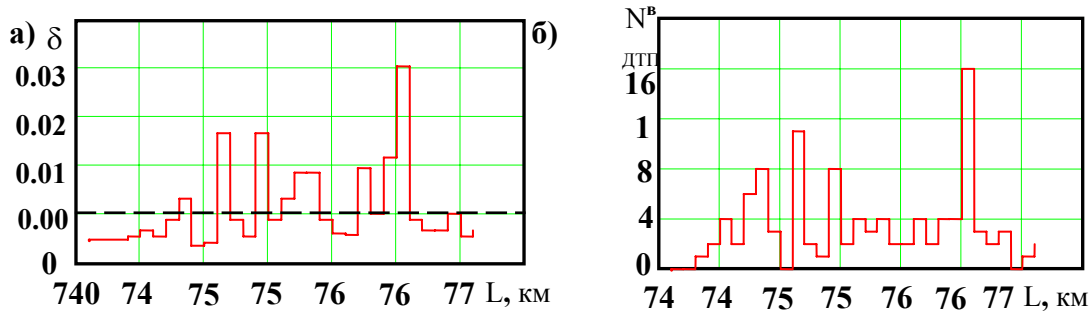


Рис. 4. Графіки:

а) розрахункових значень запропонованого критерію безпеки руху δ на ділянці дороги загального користування державного значення Київ – Луганськ – Ізварине М-04 км 741 – км 772 для умов втрати водієм керуваності транспортного засобу ЗІЛ-130; б) кількості ДТП видів 1, 2, 3, 4 з вантажними автомобілями на вказаній ділянці дороги за сім останніх років.

Отримані данні за рис. 3 та рис. 4 були перевірені на наявність кореляційного зв'язку. Обсяг вибірки складає 31 пара даних, розрахунковий коефіцієнт лінійної кореляції [4] склав: для легкових автомобілів 0,752, для вантажних - 0,826. Таким чином, розроблений критерій оцінки безпеки руху є адекватним і складає для легкового автомобілю $\delta = 0,08$, для вантажного - $\delta = 0,008$, при перевищенні яких потрібно проводити заходи з підвищення безпеки дорожнього руху.

Висновки

В результаті проведеної роботи було формалізовано процес скоєння ДТП з причин раптової втрати водієм керуваності транспортного засобу в умовах руху транспортних потоків по автомагістралі та розроблено і експериментально підтверджено критерій оцінки безпеки руху на ділянках автомагістралей з умов запобігання ДТП через втрату водієм керуваності транспортного засобу та знайдені його граничні значення для легкових та вантажних автомобілів.

Бібліографічний список

1. Редзюк А.М. Проблема безпеки дорожнього руху в Україні та заходи щодо суттєвого зменшення загиблих і постраждалих у ДТП // Автошляховик України. – 2005. - №5. - С.6-10
2. Сильянов В.В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения. – М.: Транспорт, 1977. – 303 с.
3. Шевяков А.П. Проектирование автомобильных магистралей с учетом требований безопасности движения // Итоги науки и техники. – Т 6. – М.: ВИНТИ. - 1984. - 103 с.
4. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 816 с.