

ПОПОВ С.Ю., аспірант (Автомобільно-дорожній інститут ДВНЗ «ДонНТУ»)

## СИНТЕЗ КРИТЕРІЮ ОЦІНКИ БЕЗПЕКИ РУХУ ПАСАЖИРСЬКОГО МАРШРУТНОГО ТРАНСПОРТУ НА ДОРОГАХ ДРУГОЇ КАТЕГОРІЇ

### *Вступ*

На території України за статистичними даними протягом 2007 року було скоєно 277480 ДТП в них 9481 осіб загинуло та 77893 осіб-травмовано [1]. З загальної кількості вказаних ДТП-172 особи загинули та 1559 осіб травмовано приходиться на пасажирський маршрутний транспорт. Рух пасажирського маршрутного транспорту можна поділити на рух міськими дорогами та рух на заміських дорогах. За межами міст транспортні засоби здійснюють рух дорогами I та II категорії, що складає 16 км та 8600 км відповідно [1]. Дороги I категорії зустрічаються тільки 16 км [1]. Рух маршрутного транспорту на заміських дорогах здійснюється здебільшого дорогами II категорії та не супроводжується значною кількістю конфліктних зон, як у містах, у вигляді пішохідних переходів, пересічень в одному рівні, зон руху велосипедистів та ін.

З'ясовано, що кількість ДТП з пасажирськими маршрутними транспортними засобами на дорогах другої категорії складає 8 % від загальної кількості ДТП на вказаних дорогах. Доля маршрутного транспорту в транспортному потоці, який рухається ділянкою дороги другої категорії, складає 9 % [1]. Для такої кількості пасажирського маршрутного транспорту в транспортному потоці відсоток ДТП є дуже значними. Кількість постраждалих та загиблих на одне ДТП суттєво відрізняється в більшу сторону від ДТП з іншими типами рухомого складу автомобільного транспорту, ДТП з вказаними транспортними засобами на дорогах другої технічної категорії мають максимальну тяжкість, яка за сучасними дослідженнями викликану значними швидкостями руху. Вищенаведене вказує на актуальність обраного напрямку наукового дослідження.

Методики розрахунку ступеня небезпеки або методики організації маршруту яка враховувала би рівень безпеки зараз не існує. У роботах [2,3,4] синтезована група характеристик на макроскопічному, мікроскопічному та інженерно-психологічному рівнях взаємодії пасажирського маршрутного транспорту з транспортним потоком на ділянці дороги другої категорії, що буде обрано у якості основи синтезу критеріїв оцінки безпеки руху у даній роботі.

### *Основна частина*

З урахуванням проведених попередніх досліджень кожна з запропонованих характеристик нерівномірності руху транспортного потоку відносно транспортного потоку пасажирського маршрутного транспорту була

трансформована в оцінну характеристику безпеки сумісного руху вказаних потоків.

Пропонується провести поетапний синтез критерію оцінки безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту на дорогах другої категорії за відповідними рівнями аналізу взаємодії транспортних потоків, що досліджуються:

- синтез на макрорівні аналізу;
- синтез на мікрорівні аналізу;
- синтез на інженерно-психологічному рівні аналізу.

На макрорівні аналізу взаємодії транспортних потоків, що досліджуються було запропоновано оцінки [2,3,4]:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_N^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( \frac{1}{t_i} - \left( \sum_{i=1}^m \delta_i \cdot \frac{1}{I_i} \right) \right)^2, \\ \left( \sigma_N^2 \right)_0 = \frac{1}{\bar{t}^2} \cdot \left( 1 - \frac{1}{Z} \right)^2, \\ \sigma_N^2 \neq \left( \sigma_N^2 \right)_0. \end{array} \right. \quad (1)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_{V_{\Pi}}^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( v_{\Pi i} - \left( \sum_{i=1}^m \delta_i \cdot v_{m_i} \right) \right)^2, \\ \left( \sigma_{V_{\Pi}}^2 \right)_m = \left( \frac{\bar{1}}{\bar{t}_p + \bar{t}_m} \right)^2, \\ 0 < \sigma_{V_{\Pi}}^2 < \left( \sigma_{V_{\Pi}}^2 \right)_m. \end{array} \right. \quad (2)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_q^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( \frac{1}{l_i} - \left( \sum_{i=1}^m \delta_i \cdot v_{m_i} \cdot I_i \right) \right)^2, \\ \left( \sigma_q^2 \right)_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( \frac{1}{l_i} \right)^2, \\ 0 < \sigma_q^2 < \left( \sigma_q^2 \right)_m. \end{array} \right. \quad (3)$$

де  $\sigma_N$  - середнє квадратичне відхилення інтенсивності транспортного потоку від інтенсивності транспортного потоку пасажирського маршрутного транспорту у певному перетині дороги, авт./с;

$n$  - кількість спостережень значень інтенсивності руху транспортного потоку у певному перетині дороги, од.;

$m$  - кількість маршрутів, що пролягають через досліджувану ділянку дороги, од.;

$\delta_i$  - відсоток пасажирських маршрутних транспортних засобів  $i$ -го маршруту у загальному складі транспортного потоку пасажирського маршрутного транспорту, од.;

$I_i$  - інтервал руху пасажирських маршрутних транспортних засобів  $i$ -го маршруту у загальному складі транспортного потоку пасажирського маршрутного транспорту, с;

$t_i$  - часовий інтервал руху між транспортними засобами транспортного потоку на ділянці дороги визначеної довжини, с;

$\bar{t}$  - середній арифметичний інтервал руху у транспортному потоці, с;

$Z$  - множина цілих цифр, що забезпечує наявність відповідної кратності.

$\sigma_{V_{\Pi}}$  - середнє квадратичне відхилення швидкості транспортного потоку від швидкості транспортного потоку пасажирського маршрутного транспорту у певному перетині дороги або на ділянці дороги визначеної довжини, м/с;

$V_{\Pi i}$  -  $i$ -е значення швидкості руху транспортного потоку у певному перетині або на ділянці дороги визначеної довжини, авт./с;

$v_{m_i}$  - технічна швидкість пасажирських маршрутних транспортних засобів, що рухаються по  $i$ -тому маршруту, м/с.

$\bar{I}$  - середнє арифметичне значення інтервалу руху у просторі між транспортним засобом транспортного потоку та транспортним засобом пасажирського маршрутного транспорту, м;

$\bar{t}_p$  - середнє арифметичне значення часу реакції водія транспортного засобу, що рухається другим, на його наближення до попереднього транспортного засобу, с;

$\bar{t}_m$  - середнє арифметичне значення часу на виконання транспортним засобом маневру гальмування до рівності відповідних швидкостей руху, с;

$\sigma_q$  - середнє квадратичне відхилення щільності транспортного потоку від щільності транспортного потоку пасажирського маршрутного транспорту на ділянці дороги визначеної довжини, авт./м;

$l_i$  - значення інтервалу руху у просторі між транспортним засобом транспортного потоку та транспортним засобом пасажирського маршрутного транспорту, м;

$I_i$  - інтервал руху пасажирських маршрутних транспортних засобів  $i$ -го маршруту у загальному складі транспортного потоку пасажирського

маршрутного транспорту, с.

Пропонується синтезувати загальний показник нерівномірності руху транспортного потоку відносно транспортного потоку пасажирського маршрутного транспорту на макрорівні. Синтез проводимо за логічними міркуваннями, щодо взаємного співвідношення між характеристиками, з урахуванням того, що вони є всі розмірними величинами:

$$\Delta_1 = \sqrt{\frac{\sigma_N^2 + \sigma_q^2 \cdot \sigma_{V_{II}}^2}{2}}, \quad (4)$$

де  $\Delta_1$  - показник нерівномірності руху транспортного потоку відносно транспортного потоку пасажирського маршрутного транспорту на макрорівні, авт./с.

З урахуванням попередніх розробок (1), (2) та (3) для значення (4) отримаємо оцінні межі його зміни:

$$\begin{cases} \left(\sigma_N^2\right)_0 = \frac{1}{\bar{t}^2} \cdot \left(1 - \frac{1}{Z}\right)^2, & \left(\sigma_{V_{II}}^2\right)_m = \left(\frac{\bar{l}}{\bar{t}_p + \bar{t}_m}\right)^2, & \left(\sigma_q^2\right)_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{l_i}\right)^2, \\ \sigma_N^2 \neq \left(\sigma_N^2\right)_0. & 0 < \sigma_{V_{II}}^2 < \left(\sigma_{V_{II}}^2\right)_m. & 0 < \sigma_q^2 < \left(\sigma_q^2\right)_m. \end{cases} \quad (5)$$

$$\Delta_{1\max} = \sqrt{\frac{\left(\sigma_N^2\right)_0 + \left(\sigma_q^2\right)_m \cdot \left(\sigma_{V_{II}}^2\right)_m}{2}},$$

$$\Delta_{1\max} = \sqrt{\frac{\frac{1}{\bar{t}^2} \cdot \left(1 - \frac{1}{Z}\right)^2 + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{l_i}\right)^2 \cdot \left(\frac{\bar{l}}{\bar{t}_p + \bar{t}_m}\right)^2}{2}}, \quad (6)$$

де  $Z$  - множина цілих цифр, що забезпечує наявність відповідної кратності.

Якщо спрямувати значення  $Z$  до нескінченності, то значення (6) прийме наступний вид:

$$\Delta_{1\max} = \sqrt{\frac{\frac{1}{\bar{t}^2} + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{l_i}\right)^2 \cdot \left(\frac{\bar{l}}{\bar{t}_p + \bar{t}_m}\right)^2}{2}}. \quad (7)$$

Таким чином, отримуємо запис оцінного показника нерівномірності руху

транспортного потоку відносно транспортного потоку пасажирського маршрутного транспорту на макрорівні, який має одиниці виміру автомобілі за одиницю часу, що аналогічно інтенсивності руху:

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta_1 = \sqrt{\frac{\sigma_N^2 + \sigma_q^2 \cdot \sigma_{V_{II}}^2}{2}}, \\ \Delta_{1\max} = \sqrt{\frac{\frac{1}{\bar{t}^2} \cdot + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{l_i}\right)^2 \cdot \left(\frac{\bar{l}}{\bar{t}_p + \bar{t}_m}\right)^2}{2}}, \\ 0 \leq \Delta_1 \leq \Delta_{1\max}. \end{array} \right. \quad (8)$$

На мікрорівні аналізу взаємодії транспортних потоків, що досліджуються, було запропоновано оцінки [2,3,4]:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_v^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( v_i - \left( \sum_{i=1}^m \delta_i \cdot v_{m_i} \right) \right)^2, \\ \left( \sigma_v^2 \right)_0 = 0, \\ \sigma_v^2 \rightarrow 0. \end{array} \right. \quad (9)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_a^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( a_i - \left( \sum_{i=1}^m \delta_i \cdot a_{m_i} \right) \right)^2, \\ \left( \sigma_a^2 \right)_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (a_i)^2, \\ 0 < \sigma_a^2 < \left( \sigma_a^2 \right)_m. \end{array} \right. \quad (10)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_k^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( a_i v_i - \left( \sum_{i=1}^m \delta_i \cdot a_{m_i} \cdot v_{m_i} \right) \right)^2, \\ \left( \sigma_k^2 \right)_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (a_i v_i)^2, \\ 0 < \sigma_k^2 < \left( \sigma_k^2 \right)_m. \end{array} \right. \quad (11)$$

де  $\sigma_v$  - середнє квадратичне відхилення швидкостей руху транспортних засобів на ділянці дороги визначеної довжини відносно середнього арифметичного значення швидкості руху транспортних засобів пасажирського маршрутного транспорту, м/с;

$n$  - кількість транспортних засобів, що знаходилися на ділянці дороги визначеної довжини у момент часу проведення вимірювань, од.;

$m$  - кількість маршрутів, що пролягають через досліджувану ділянку дороги, од.;

$v_i$  - миттєва швидкість  $i$ -го транспортного засобу, що знаходився на ділянці дороги визначеної довжини у момент часу проведення вимірювань, м/с;

$\delta_i$  - відсоток пасажирських маршрутних транспортних засобів  $i$ -го маршруту у загальному складі транспортного потоку пасажирського маршрутного транспорту, од.;

$v_{m_i}$  - миттєва швидкість  $i$ -го пасажирського маршрутного транспортного засобу, що знаходився на ділянці дороги визначеної довжини у момент часу проведення вимірювань, м/с;

$\sigma_a$  - середнє квадратичне відхилення прискорення руху транспортних засобів на ділянці дороги визначеної довжини відносно середнього арифметичного значення прискорення руху транспортних засобів пасажирського маршрутного транспорту, м/с<sup>2</sup>;

$a_i$  - миттєве прискорення  $i$ -го транспортного засобу, що знаходився на ділянці дороги визначеної довжини у момент часу проведення вимірювань, м/с<sup>2</sup>.

$a_{m_i}$  - миттєве прискорення  $i$ -го пасажирського маршрутного транспортного засобу, що знаходився на ділянці дороги визначеної довжини у момент часу проведення вимірювань, м/с<sup>2</sup>.

$\sigma_k$  - середнє квадратичне відхилення „кінетичної енергії” транспортних засобів на ділянці дороги визначеної довжини відносно середнього арифметичного значення „кінетичної енергії” транспортних засобів пасажирського маршрутного транспорту, м<sup>2</sup>/с<sup>3</sup>;

Пропонується синтезувати загальний показник нерівномірності руху транспортного потоку відносно транспортного потоку пасажирського

маршрутного транспорту на макрорівні. Синтез проводимо за логічними міркуваннями, щодо взаємного співвідношення між характеристиками, з урахуванням, що вони є розмірними величинами:

$$\Delta_2 = \sqrt{\frac{\sigma_k^2 + \sigma_a^2 \cdot \sigma_v^2}{2}}, \quad (12)$$

де  $\Delta_2$  - показник нерівномірності руху транспортного потоку відносно транспортного потоку пасажирського маршрутного транспорту на мікрорівні,  $\text{м}^2/\text{с}^3$ .

З урахуванням попередніх розробок (9), (10) та (11) для значення (12) отримаємо оцінні межі його зміни:

$$\left\{ \begin{array}{l} (\sigma_v^2)_0 = 0, \\ \sigma_v^2 \rightarrow (\sigma_v^2)_0. \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} (\sigma_a^2)_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (a_i)^2, \\ 0 < \sigma_a^2 < (\sigma_a^2)_m. \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} (\sigma_k^2)_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (a_i v_i)^2, \\ 0 < \sigma_k^2 < (\sigma_k^2)_m. \end{array} \right. \quad (13)$$

$$\Delta_{2_{\max}} = \sqrt{\frac{(\sigma_k^2)_m + (\sigma_a^2)_m \cdot (\sigma_v^2)_0}{2}},$$

$$\Delta_{2_{\max}} = \sqrt{\frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (a_i v_i)^2 + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (a_i)^2 \cdot 0}{2}} = \sqrt{\frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n (a_i v_i)^2}, \quad (14)$$

де  $\left[ (\sigma_v^2)_0 = 0 \right]$  - мінімальне значення середнього квадратичного відхилення швидкостей руху транспортних засобів на ділянці дороги визначеної довжини відносно середнього арифметичного значення швидкості руху транспортних засобів пасажирського маршрутного транспорту,  $\text{м}/\text{с}$ ; у зв'язку з тим, що за різними маршрутами руху призначається різна технічна швидкість та відповідним чином підтримується водіями, тому відхилення швидкостей транспортних засобів може бути близьким до нуля.

Таким чином, отримуємо запис оцінного показника нерівномірності руху транспортного потоку відносно транспортного потоку пасажирського маршрутного транспорту на мікрорівні, який має одиниці виміру  $\text{м}^2/\text{с}^3$ , що

аналогічно характеристиці „кінетична енергія” транспортних засобів:

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta_2 = \sqrt{\frac{\sigma_k^2 + \sigma_a^2 \cdot \sigma_v^2}{2}}, \\ \Delta_{2\max} = \sqrt{\frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n (a_i v_i)^2}, \\ 0 \leq \Delta_2 \leq \Delta_{2\max}. \end{array} \right. \quad (15)$$

На інженерно-психологічному рівні аналізу взаємодії транспортних потоків, що досліджуються, було запропоновано єдину оцінку [2,3,4]:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_L^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( L_i - \left( \sum_{i=1}^m L_{m_i} \right) \right)^2, \\ (\sigma_L^2)_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( \left( T_i \cdot v_i + \frac{v_i^2 - v_{m_i}^2}{2j_i} \right) - \left( \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \left( T_{m_i} \cdot v_{m_i} + \frac{v_{m_i}^2 - v_i^2}{2j_{m_i}} \right) \right) \right)^2, \\ \sigma_L^2 \geq (\sigma_L^2)_0. \end{array} \right. \quad (16)$$

де  $\sigma_L$  - середнє квадратичне відхилення дистанцій транспортних засобів на ділянці дороги визначеної довжини відносно середнього арифметичного значення дистанцій пасажирських маршрутних транспортних засобів, с;

$n$  - кількість транспортних засобів, що знаходилися на ділянці дороги визначеної довжини у момент часу проведення вимірювань, од.;

$m$  - кількість маршрутів, що пролягають через досліджувану ділянку дороги, од.;

$L_i$  - дистанції котрі підтримують водії транспортних засобів на ділянці дороги визначеної довжини, с;

$L_{m_i}$  - дистанції котрі підтримують водії пасажирських маршрутних транспортних засобів на ділянці дороги визначеної довжини, с;

$j_i, j_{m_i}$  - сповільнення відповідного транспортного засобу, м/с<sup>2</sup>;

$T_i, T_{m_i}$  - сумарні значення часу реакції відповідних водіїв, часу

спрацювання гальмівних систем відповідних транспортних засобів, часу зростання сповільнення відповідних транспортних засобів, с [3].

Пропонується синтезувати загальний показник нерівномірності руху транспортного потоку відносно транспортного потоку пасажирського маршрутного транспорту на інженерно-психологічному рівні. Синтез проводимо за аналогічними міркуваннями щодо попередніх показників, з урахуванням, що є розмірні величини:

$$\Delta_3 = \sqrt{\sigma_L^2}, \quad (17)$$

де  $\Delta_3$  - показник нерівномірності руху транспортного потоку відносно транспортного потоку пасажирського маршрутного транспорту на інженерно-психологічному рівні, м.

З урахуванням попередніх розробок для значення (16) отримаємо оцінні межі його зміни:

$$\begin{cases} (\sigma_L^2)_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( \left( T_i \cdot v_i + \frac{v_i^2 - v_{m_i}^2}{2j_i} \right) - \left( \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \left( T_{m_i} \cdot v_{m_i} + \frac{v_{m_i}^2 - v_i^2}{2j_{m_i}} \right) \right) \right)^2, \\ \sigma_L^2 \geq (\sigma_L^2)_0. \end{cases} \quad (18)$$

$$\Delta_{30} = \sqrt{(\sigma_L^2)_0},$$

$$\Delta_{30} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( \left( T_i \cdot v_i + \frac{v_i^2 - v_{m_i}^2}{2j_i} \right) - \left( \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \left( T_{m_i} \cdot v_{m_i} + \frac{v_{m_i}^2 - v_i^2}{2j_{m_i}} \right) \right) \right)^2}. \quad (19)$$

Таким чином, отримуємо запис оцінного показника нерівномірності руху транспортного потоку відносно транспортного потоку пасажирського маршрутного транспорту на інженерно-психологічному рівні, який має одиниці виміру м, що аналогічно дистанції між автомобілями:

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta_3 = \sqrt{\sigma_L^2}, \\ \Delta_{30} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( \left( T_i \cdot v_i + \frac{v_i^2 - v_{m_i}^2}{2j_i} \right) - \left( \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \left( T_{m_i} \cdot v_{m_i} + \frac{v_{m_i}^2 - v_i^2}{2j_{m_i}} \right) \right) \right)^2}, \\ \Delta_3 \geq \Delta_{30}. \end{array} \right. \quad (20)$$

З урахуванням проведених досліджень, задача щодо синтезу критерію оцінки нерівномірності взаємодії транспортного потоку відносно транспортного потоку пасажирського маршрутного транспорту зводиться до синтезу символічного запису вказаного критерію за отриманими оцінними показниками на відповідних рівнях аналізу (8), (15), (20).

За отриманими межами змін розроблених показників наявна можливість перерахувати значення показників у долі одиниці. Також необхідно враховувати відповідні тенденції зміни вказаних показників.

Пропонується провести запис таким чином, щоб наближення значення кожного показника до одиниці мало позитивний характер оцінки нерівномірності взаємодії транспортного потоку відносно транспортного потоку пасажирського маршрутного транспорту:

Показник  $\Delta_1$ , якщо зменшується до нуля, відповідні коливання інтенсивностей, щільностей та швидкостей досліджуваних потоків, то це є позитивним явищем за результатами попередніх досліджень. Тому пропонується записати значення  $\Delta_1$  в долях одиниці наступним чином:

$$\Delta'_1 = \frac{\Delta_{1\max} - \Delta_1}{\Delta_{1\max}}, \quad (21)$$

де  $\Delta'_1$  - показник нерівномірності руху транспортного потоку відносно транспортного потоку пасажирського маршрутного транспорту на макрорівні у долях одиниці.

Показник  $\Delta_2$ , якщо зменшується до нуля, відповідні коливання швидкостей, прискорень та „кінетичних енергій” транспортних засобів, що входять до відповідних сукупностей транспортних засобів, які утворюють відповідні потоки на макрорівні, то це є позитивним явищем за результатами попередніх досліджень. Тому пропонується записати значення  $\Delta_2$  в долях одиниці наступним чином:

$$\Delta'_2 = \frac{\Delta_{2\max} - \Delta_2}{\Delta_{2\max}}, \quad (22)$$

де  $\Delta'_2$  - показник нерівномірності руху транспортного потоку відносно транспортного потоку пасажирського маршрутного транспорту на мікрорівні у долях одиниці.

Показник  $\Delta_3$ , якщо збільшується від мінімального значення, яке відповідає мінімальним дистанціям між транспортними засобами у потоці за умови виникнення побіжного зіткнення, то це є позитивним явищем за результатами попередніх досліджень. Тому пропонується записати значення  $\Delta_3$  в долях одиниці наступним чином:

$$\Delta'_3 = \frac{\Delta_3 - \Delta_{30}}{\Delta_3}, \quad (23)$$

де  $\Delta'_3$  - показник нерівномірності руху транспортного потоку відносно транспортного потоку пасажирського маршрутного транспорту на інженерно-психологічному рівні у долях одиниці.

Для синтезу критерію оцінки безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту на дорогах другої категорії за відповідними рівнями аналізу взаємодії транспортних потоків, що досліджуються, необхідно одночасне врахування явищ за всіма трьома показниками відповідними трьом рівням аналізу.

Створення умов виникнення ДТП за рахунок змін у взаємодії досліджуваних потоків обов'язково відображається на всіх трьох рівнях аналізу одночасно. Вказане потребує перемноження запропонованих показників.

Таким чином, критерій оцінки безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту буде мати наступний запис:

$$K_m = \Delta'_1 \cdot \Delta'_2 \cdot \Delta'_3 = \frac{\Delta_{1\max} - \Delta_1}{\Delta_{1\max}} \cdot \frac{\Delta_{2\max} - \Delta_2}{\Delta_{2\max}} \cdot \frac{\Delta_3 - \Delta_{30}}{\Delta_3},$$

$$K_m = \frac{1}{\Delta_{1\max} \cdot \Delta_{2\max} \cdot \Delta_3} (\Delta_{1\max} - \Delta_1) (\Delta_{2\max} - \Delta_2) (\Delta_3 - \Delta_{30}). \quad (24)$$

З урахуванням (8), (15) та (20) значення (24) буде мати наступний вигляд:

$$K_m = \frac{\left( \sqrt{\frac{1}{2\bar{t}^2} + \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{l_i}\right)^2} \cdot \left(\frac{\bar{l}}{\bar{t}_p + \bar{t}_m}\right)^2 - \sqrt{\frac{\sigma_N^2 + \sigma_q^2 \cdot \sigma_{V_{II}}^2}{2}} \right) \cdot \left( \sqrt{\frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n (a_i v_i)^2} - \sqrt{\frac{\sigma_k^2 + \sigma_a^2 \cdot \sigma_v^2}{2}} \right)}{\sqrt{\frac{1}{2\bar{t}^2} + \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{l_i}\right)^2} \cdot \left(\frac{\bar{l}}{\bar{t}_p + \bar{t}_m}\right)^2} \cdot \sqrt{\frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n (a_i v_i)^2} \cdot \sqrt{\sigma_L^2}} \times$$

$$\times \left( \sqrt{\sigma_L^2} - \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( \left( T_i \cdot v_i + \frac{v_i^2 - v_{m_i}^2}{2j_i} \right) - \left( \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \left( T_{m_i} \cdot v_{m_i} + \frac{v_{m_i}^2 - v_i^2}{2j_{m_i}} \right) \right) \right)^2} \right), \quad (25)$$

де  $K_m$  - критерій оцінки безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту, од.; визначається у долях одиниці та з наближенням до одиниці фіксується максимальна безпека руху в умовах взаємодії досліджуваних потоків, при наближенні до нуля безпека руху мінімальна.

### **Висновок**

Проведений поетапний синтез критерію оцінки безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту, який дозволив записати відповідну розрахункову формулу.

Розрахунок критерію передбачає врахування відображення на трьох рівнях аналізу взаємодії транспортних потоків виникнення умов появи ДТП в межах трьох показників нерівномірності руху транспортного потоку відносно транспортного потоку пасажирського маршрутного транспорту.

### **Список літератури**

1. Столяров А.Л. Нові підходи щодо покращення безпеки дорожнього руху // Автошляховик України. – 2007. – №6. – С. 16-18.
2. Попов С.Ю. Синтез макроскопічних характеристик взаємодії пасажирського маршрутного транспорту з транспортним потоком на дорогах другої категорії / О.М. Дудніков, С.Ю. Попов // Вісті Автомобільно-дорожнього інституту: Науково-виробничий збірник / АДІ ДВНЗ “ДонНТУ”. – Горлівка, 2011. – № 2(13). – С. .
3. Попов С.Ю. Синтез мікроскопічних та інженерно-психологічних характеристик взаємодії пасажирського маршрутного транспорту з транспортним потоком на дорогах другої категорії / С.Ю. Попов // Вісник Донецької академії автомобільного транспорту: Науково-виробничий збірник / ПВНЗ “ДААТ”. – Донецьк, 2012. – № 1(18). – 35-41 С.

4. Попов С.Ю. Дослідження характеристик нерівномірності руху транспортного потоку відносно транспортного потоку пасажирського маршрутного транспорту на предмет оцінки ними безпеки руху/ С.Ю. Попов // «Восточно-Европейском журнале передовых технологий». – 2012. – №2/11(56). – С.15-29 .