



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

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

***Ключові слова:** аварійність, безпека руху, синтез, транспорт пасажирський.*

***Аннотация.** Проведено поэтапный синтез критерия оценки безопасности движения пассажирского маршрутного транспорта, который позволил записать соответствующую расчетную формулу.*

***Ключевые слова:** аварийность, безопасность движения, синтез, транспорт пассажирский.*

***Annotation.** Conducted step by step synthesis of evaluation criteria safety of passenger bus, which allowed to record the appropriate calculation formula.*

***Keywords:** accident, road safety, synthesis, passenger transport.*

## Вступ

Загалом рух пасажирського маршрутного транспорту можна поділити на рух міськими та заміськими дорогами. За межами міст транспортні засоби здійснюють рух дорогами I та II категорій, що складає 16 км та 8600 км відповідно [1]. Рух маршрутного транспорту заміськими дорогами здійснюється здебільшого дорогами II категорії та не супроводжується значною кількістю конфліктних зон, як у містах, у вигляді пішохідних переходів, пересічень на одному рівні, зон руху велосипедистів тощо.

Так, кількість ДТП за участю пасажирських маршрутних транспортних засобів на дорогах II категорії складає 8% від загальної кількості ДТП на вказаних дорогах. Частка маршрутного транспорту в транспортному потоці на них складає 9% [1]. Для такої кількості пасажирського маршрутного транспорту в транспортному потоці відсоток ДТП є дуже значними. Адже ДТП за участі вказаних транспортних засобів на дорогах II категорії мають максимальну тяжкість, що зумовлено великою пасажиромісткістю та високими швидкостями руху. Все наведене вище зайвий раз підкреслює актуальність обраного напрямку нашого дослідження.

Методики розрахунку ступеня небезпеки або методики організації маршруту з визначеним рівнем безпеки зараз не існує. У роботах [2, 3, 4] синтезована група характеристик на макро-, мікро- та інженерно-психологічному рівнях взаємодії пасажирського маршрутного транспорту із загальним транспортним потоком на ділянці дороги II категорії, що буде обрано як основу синтезу критеріїв оцінки безпеки руху в нашій роботі.

## Основна частина

Із врахуванням проведених попередніх досліджень кожна із запропонованих характеристик нерівномірності руху загального транспортного потоку відносно до 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 II категорії за відповідними рівнями аналізу взаємодії досліджуваних транспортних потоків:

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



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

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

$$\left\{ \begin{aligned} \sigma_{V_n}^2 &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( v_{ni} - \left( \sum_{i=1}^m \delta_i \cdot v_{mi} \right) \right)^2, \\ \left( \sigma_{V_n}^2 \right)_m &= \left( \frac{\bar{t}}{\bar{t}_p + \bar{t}_m} \right)^2, \\ 0 < \sigma_{V_n}^2 &< \left( \sigma_{V_n}^2 \right)_m. \end{aligned} \right. \quad (2)$$

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

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

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

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

$\delta_i$  – відсоток пасажирських маршрутних транспортних засобів  $i$ -го маршруту в загальному потоці пасажирського маршрутного транспорту, од.;

$I_i$  – інтервал руху пасажирських маршрутних транспортних засобів  $i$ -го маршруту в загальному потоці 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 в транспортному потоці, с.;

$Z$  – множина цілих цифр, що забезпечує наявність відповідної кратності;

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

$v_{ni}$  –  $i$ -е значення швидкості руху транспортного потоку на певному перетині або на ділянці дороги визначеної довжини, авт./с;

$v_{mi}$  – технічна швидкість пасажирських маршрутних транспортних засобів, що рухаються по  $i$ -му маршруту, м/с;

$\bar{t}$  – середнє арифметичне значення інтервалу руху в просторі між транспортним засобом загального 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 загального транспортного потоку від щільності потоку пасажирського маршрутного транспорту на ділянці дороги визначеної довжини, авт./м.;

$I_i$  – значення інтервалу руху в просторі між транспортним засобом загального транспортного потоку та транспортним засобом пасажирського маршрутного транспорту, м.

Пропонується синтезувати загальний показник нерівномірності руху загального транспортного потоку відносно до 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:

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

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

Із врахуванням попередніх розробок (1), (2) та (3) для значення (4) отримуємо оцінні межі його зміни:

$$\left\{ \begin{aligned} \left( \sigma_N^2 \right)_0 &= \frac{1}{\bar{t}^2} \cdot \left( 1 - \frac{1}{Z} \right)^2, & \left( \sigma_{V_n}^2 \right)_m &= \left( \frac{\bar{t}}{\bar{t}_p + \bar{t}_m} \right)^2, & \left( \sigma_q^2 \right)_m &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( \frac{1}{I_i} \right)^2, \\ \sigma_N^2 &\neq \left( \sigma_N^2 \right)_0, & 0 < \sigma_{V_n}^2 &< \left( \sigma_{V_n}^2 \right)_m, & 0 < \sigma_q^2 &< \left( \sigma_q^2 \right)_m. \end{aligned} \right.$$

$$\Delta_{1\max} = \sqrt{\frac{\left( \sigma_N^2 \right)_0 + \left( \sigma_q^2 \right)_m \cdot \left( \sigma_{V_n}^2 \right)_m}{2}}, \quad (5)$$

(6)



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

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

Якщо спрямувати значення  $Z$  до нескінченності, то значення (6) матиме такий вигляд:

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

Таким чином отримуємо запис оцінного показника нерівномірності руху загального транспортного потоку відносно до потоку пасажирського маршрутного транспорту на макрорівні, який має одиниці виміру автомобілі за одиницю часу, що аналогічно інтенсивності руху:

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

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

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

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

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

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

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

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

$\delta_i$  – відсоток пасажирських маршрутних транспортних засобів  $i$ -го маршруту в загальному транспортному потоці пасажирського маршрутного транспорту, од.;

$v_{m_i}$  – миттєва швидкість  $i$ -го пасажирського маршрутного транспортного засобу, що перебував 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 до середнього арифметичного значення прискорення руху транспортних засобів пасажирського маршрутного транспорту, м/с<sup>2</sup>;

$a_i$  – миттєве прискорення  $i$ -го транспортного засобу, що перебував 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 до середнього арифметичного значення “кінетичної енергії” транспортних засобів пасажирського маршрутного транспорту, м<sup>2</sup>/с<sup>3</sup>.

Пропонується синтезувати загальний показник нерівномірності руху загального транспортного потоку відносно до потоку пасажирського маршрутного транспорту на мікрорівні. 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 загального транспортного потоку відносно до транспортного потоку пасажирського маршрутного транспорту на мікрорівні, м<sup>2</sup>/с<sup>3</sup>.

Із врахуванням попередніх розрахунків (9), (10) та (11) для значення (12) отримаємо оцінні межі його зміни:

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



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

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

(14)

де  $[(\sigma_v^2)_0 = 0]$  – мінімальне значення середнього квадратичного відхилення швидкостей руху транспортних засобів на ділянці дороги визначеної довжини відносно до середнього арифметичного значення швидкості руху транспортних засобів пасажирського маршрутного транспорту, м/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 можуть бути близькими до нуля.

Таким чином отримуємо запис оцінного показника нерівномірності руху загального транспортного потоку відносно до потоку пасажирського маршрутного транспорту на мікрорівні, який має одиниці виміру м<sup>2</sup>/с<sup>3</sup>, що аналогічно характеристикі “кінетична енергія” транспортних засобів:

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

(15)

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

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

(16)

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

$L_i$  – дистанції, котрих дотримуються водії транспортних засобів на ділянці дороги визначеної довжини, с;

$L_{mi}$  – дистанції, котрих дотримуються водії пасажирських маршрутних транспортних засобів на ділянці дороги визначеної довжини, с;

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

$T_i, T_{mi}$  – 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 загального транспортного потоку відносно до потоку пасажирського маршрутного транспорту на інженерно-психологічному рівні. Синтез проводимо аналогічним чином з попередніми, з урахуванням, що є розмірні величини:

$$\Delta_3 = \sqrt{\sigma_L^2},$$

(17)

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

Із врахуванням попередніх розробок для значення (16) отримаємо оцінні межі його зміни:

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

(18)

$$\begin{cases} \Delta_{30} = \sqrt{(\sigma_L^2)_0}, \\ \Delta_{30} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( T_i \cdot v_i + \frac{v_i^2 - v_{mi}^2}{2j_i} \right) - \left( \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \left( T_{mi} \cdot v_{mi} + \frac{v_{mi}^2 - v_i^2}{2j_{mi}} \right) \right)^2}. \end{cases}$$

(19)

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

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

(20)

Із врахуванням проведених досліджень, завдання щодо синтезу критерію оцінки нерівномірності взаємодії загального транспортного потоку відносно до 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 є можливість перерахувати значення показників у частці 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 до потоку пасажирського маршрутного транспорту:

Якщо показник  $\Delta_1$  зменшується до нуля, має відповідні коливання інтенсивностей, щільностей та швидкостей досліджуваних потоків, то це є позитивним явищем за результатами попередніх досліджень. Тому пропонується записати значення  $\Delta_1$  в частках одиниці так:

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

де  $\Delta'_1$  – показник нерівномірності руху загального транспортного потоку відносно до потоку пасажирського маршрутного транспорту на макрорівні у частках одиниці.

Якщо показник  $\Delta_2$  зменшується до нуля, має відповідні коливання швидкостей, прискорень та “кінетичних енергій” транспортних засобів, що входять до певних сукупностей, які утворюють відповідні потоки на мікрорівні, то це є позитивним явищем за результатами попередніх досліджень. Тому пропонується записати значення  $\Delta_2$  в частках одиниці так:

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

де  $\Delta'_2$  – показник нерівномірності руху загального транспортного потоку відносно до транспортного потоку пасажирського маршрутного транспорту на мікрорівні у частках одиниці.

Якщо показник  $\Delta_3$  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 частках одиниці так:

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

де  $\Delta_3$  – показник нерівномірності руху загального транспортного потоку відносно до потоку пасажирського маршрутного транспорту на інженерно-психологічному рівні у частках одиниці.

Для синтезу критерію оцінки безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту на дорогах II категорії за відповідними рівнями аналізу взаємодії досліджуваних транспортних потоків необхідно одночасне врахування явищ за всіма трьома показниками відповідними до трьох рівнів аналізу. Створення умов виникнення ДТП за рахунок змін у взаємодії досліджуваних потоків обов'язково відображається на всіх трьох рівнях аналізу одночасно. Зазначене потребує перемноження запропонованих показників.

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

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

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

Із врахуванням (8), (15) та (20) значення (24) буде мати такий вигляд:

$$K_m = \frac{\left( \frac{1}{2t^2} + \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n \left( \frac{1}{l_i} \right)^2 \right) \left( \frac{i}{l_p + l_m} \right)^2 - \sqrt{\frac{\sigma_N^2 + \sigma_q^2 + \sigma_{V_i}^2}{2}} \cdot \left( \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n (a_i V_i)^2 - \sqrt{\frac{\sigma_R^2 + \sigma_a^2 + \sigma_V^2}{2}} \right)}{\left( \frac{1}{2t^2} + \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n \left( \frac{1}{l_i} \right)^2 \right) \left( \frac{i}{l_p + l_m} \right)^2 \cdot \sqrt{\frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n (a_i V_i)^2} \cdot \sqrt{\sigma_L^2}} \quad (25)$$

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

### Висновки

Проведено поетапний синтез критерію оцінки безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту, який дав змогу 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 загального транспортного потоку відносно до потоку пасажирського маршрутного транспорту.

### ЛІТЕРАТУРА

1. **Національна доповідь** про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2008 році.
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 .

