

Міністерство освіти і науки України
Національний транспортний університет

ПОПОВ Станіслав Юрійович



УДК 656.13.05:625.7/.8

**ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ ПАСАЖИРСЬКОГО МАРШРУТНОГО
ТРАНСПОРТУ НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ ЗАГАЛЬНОГО
КОРИСТУВАННЯ**

05.22.01 – транспортні системи

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня

кандидата технічних наук

Київ – 2024

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Національному транспортному університеті Міністерства освіти і науки України, м. Київ.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри “Транспортні системи та безпека дорожнього руху”,
Національний транспортний університет, Київ.
Поліщук Володимир Петрович.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор,
директор навчально-наукового інституту муніципального управління та міського господарства Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського, Київ.
Кисельов Володимир Борисович;

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри “Транспортних систем і логістики”,
Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, Харків
Бурко Дмитро Леонідович.

Захист відбудеться 06 вересня 2024 р. о 10.00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.059.02 у Національному транспортному університеті за адресою: 01010, Україна, м. Київ, вул. М.Омелянвича-Павленка, 1, ауд. 12.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного транспортного університету за адресою: 01103, Україна, м. Київ, вул. Бойчука, 42.

Автореферат розісланий 02 серпня 2024 р.

Вчений секретар
докторської ради,
канд. техн. наук, доцент



Олена УСИЧЕНКО

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Оцінка та підвищення безпеки руху на автомобільному транспорті є значною науково-практичною проблемою. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я в результаті дорожньо-транспортних пригод (ДТП) щорічно гине 1,35 млн. осіб. Більш детальний аналіз статистики ДТП за типами пасажирських маршрутних транспортних засобів та за даними щодо місць їх скоєння і типами автомобільних доріг дозволив з'ясувати, що більшість тяжких ДТП відбувається з автобусами за межами міст на автомобільних дорогах загального користування.

Значною причиною скоєння ДТП є перевищення величини швидкості руху. 31% усіх ДТП з автобусами в світі спричинені через порушення швидкісного режиму руху.

На автомобільних дорогах загального користування відбувається максимальна кількість ДТП, хоча і відсутня значна кількість конфліктних ситуацій, як у містах. Величина швидкості руху транспортних засобів, при якій відбуваються ДТП, становить до 130 км/год. ДТП при таких величинах швидкості руху відбувається із загибеллю людей. Згідно даних Національної поліції в Україні ДТП з автобусами за межами міст складає 45% від загальної кількості. Найбільші показники тяжкості здебільшого припадають на автомобільні дороги загального користування з двома та чотирма смугами руху. На автомобільних дорогах загального користування з чотирма смугами руху відсутні перешкоди у русі, формуються значні швидкості, та відбуваються ДТП з маршрутними транспортними засобами. Кількість постраждалих та загиблих на одну ДТП з пасажирським маршрутним транспортним засобом суттєво відрізняється в більшу сторону від інших ДТП. Вказані ДТП в умовах значних швидкостей руху на автомобільних дорогах загального користування мають максимальну тяжкість.

Рівень безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту опосередковано враховується тільки при організації маршруту. Виникає необхідність використання методики розрахунку рівня безпеки та методики організації маршруту, що враховують рівень безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту. З урахуванням статистики ДТП та відповідних показників тяжкості постає задача з розробки методу оцінки рівня безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту на автомобільних дорогах загального користування.

Конфліктні ситуації з пасажирськими маршрутними транспортними засобами в транспортному потоці можливо оцінювати як кількість транспортних засобів, що рухаються за маршрутним транспортним засобом з більшою величиною швидкості руху.

Для кожного рівня аналізу транспортного потоку формулюються характеристики рівня безпеки руху пасажирських маршрутних транспортних засобів в умовах взаємодії з транспортними засобами потоку. Описати ДТП з пасажирським маршрутним транспортом, як відхилення характеристик руху та аналогічних характеристик руху транспортних засобів пасажирського

маршрутного транспорту.

Закономірності впливу пасажирського маршрутного транспорту на характеристики транспортного потоку враховуючи положення теорії транспортного потоку дозволяє визначити характеристики безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту.

Умови оцінки рівня безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту на автомобільних дорогах загального користування у частках одиниці. Враховується, що скоєння ДТП одночасно відображається на трьох рівнях аналізу транспортного потоку. Узагальнені характеристики безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту записуються у цільову функцію оцінки рівня безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту.

Вказане розкриває актуальність вирішення науково-практичних задач щодо оцінки та підвищення рівня безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту на автомобільних дорогах загального користування.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконувалася відповідно до:

Постанови КМУ № 1281 від 21.12.2020 р. “Про затвердження Державної програми підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2023 року”;

Науково-дослідницьких робіт кафедри транспортних систем та безпеки дорожнього руху Національного транспортного університету за темою: “Логістичне управління процесами перевезень і безпекою дорожнього руху в транспортних системах великих міст України” (РК 0116U004493);

Науково-дослідницьких робіт кафедри транспортних технологій Автомобільно-дорожнього інституту за темою: “Дослідити процес виникнення побіжних зіткнень транспортних засобів в умовах руху дворядних щільних транспортних потоків та розробити заходи з підвищення безпеки руху” (РК 0108U009991);

Міжнародного проєкту Master in SMARt transport and LOGistics for cities (SMALOG) action “Capacity Building in higher education” в рамках програми ЄС Еразмус+/КА2, що підтримує проєкти, партнерства, заходи і мобільність у сфері освіти, підготовки, молоді і спорту (номер проєкту 585832-EPP-1-2017-1-IT-EPPKA2-SBHE-JP).

Мета і задачі дослідження. Мета дослідження – розробити метод підвищення безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту на автомобільних дорогах загального користування з урахуванням нерівномірності руху пасажирського маршрутного транспорту та теорії транспортного потоку.

Задачі дослідження:

1) провести аналіз існуючих досліджень з безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту на автомобільних дорогах загального користування;

2) дослідити вплив пасажирського маршрутного транспорту на характеристики транспортного потоку;

3) розробити математичну модель оцінки рівня безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту на автомобільних дорогах загального користування;

4) розробити метод та методику підвищення безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту на автомобільних дорогах загального користування.

Об'єкт дослідження. Рух транспортного потоку на автомобільних дорогах загального користування.

Предмет дослідження. Закономірності безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту на автомобільних дорогах загального користування.

Методи досліджень. З метою обґрунтування математичної моделі скоєння конфліктів у процесі впливу маршрутного транспорту в транспортному потоці на автомобільних дорогах загального користування використано: енергетичний підхід, теорія кінематики й динаміки механічних систем, теорія надійності, теорія транспортних процесів і систем. Для експериментального підтвердження теоретичних розробок використовувався метод лінійного кореляційного аналізу та відповідні статистичні методи.

Наукова новизна отриманих результатів:

– вперше розроблено математичну модель оцінки безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту на автомобільних дорогах загального користування. Дослідження загальних умов руху пасажирського маршрутного транспорту в транспортному потоці на автомобільних дорогах загального користування дозволив провести запис залежностей рівня безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту як величини відхилень енергетичних та кінематичних показників маршрутних транспортних засобів відносно характеристик транспортних засобів потоку;

– удосконалено модель безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту на автомобільних дорогах загального користування, що дозволяє оцінити рівень безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту через відхилення характеристик руху на макроскопічному, мікроскопічному та інженерно-психологічному рівнях аналізу транспортного потоку. Отримані необхідні значення обмежень та діапазонів відхилень енергетичних та кінематичних характеристик дозволяє використовувати модель для оцінки безпеки руху існуючих маршрутів і прогнозування нових та максимізації рівня безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту;

– отримала подальший розвиток цільова функція безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту на автомобільних дорогах загального користування, яка дозволяє оцінити вплив пасажирського маршрутного транспорту на характеристики транспортного потоку, такі як прискорення, кінетична енергія, шум прискорень, що дозволяє розрахувати значення цільової функції та оцінити рівень безпеки на ділянці автомобільної дороги за допомогою оціночної шкали.

Практичне значення отриманих результатів.

Методика “Оцінка рівня безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту на автомобільних дорогах загального користування”, що впроваджена у виробничий процес на “Інститут “КИЇВДОРМІСТПРОЕКТ” та ДП “Національний інститут розвитку інфраструктури”. (Тематичний план науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт Державного агентства автомобільних доріг України (Укравтодор).

Результати дослідження впроваджено в навчальний процес Національного

транспортного університету на кафедрі транспортних систем та безпеки дорожнього руху під час викладання дисципліни “Технічні засоби управління дорожнім рухом” для студентів першого рівня вищої освіти спеціальності 275 Транспортні технології (на автомобільному транспорті), освітньо-професійна програма “Інтелектуальні системи управління дорожнім рухом”.

Особистий внесок здобувача. Досліджено процес скоєння ДТП на автомобільних дорогах загального користування в умовах взаємодії маршрутного транспорту в транспортному потоці та обґрунтовано новий метод забезпечення рівня безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту на автомобільних дорогах загального користування на основі цільової функції рівня безпеки руху у вигляді співвідношення характеристик руху на трьох рівнях аналізу транспортного потоку.

За темою дисертації опубліковано 10 статей, 5 з них – у співавторстві. В роботах [1, 3, 4, 8] запропоновано характеристики рівня безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту з відповідними розрахунковими формулами. У роботі [5] запропоновано математичний запис впливу пасажирського маршрутного транспорту на характеристики руху транспортного потоку.

Обґрунтованість та достовірність отриманих результатів. Математичні залежності отримано на основі методів теорії детермінованих моделей транспортних потоків, для формулювання критеріїв оцінки рівня безпеки руху на автомобільних дорогах загального користування застосовано методи графічного та аналітичного дослідження ДТП. Для обґрунтування математичної моделі конфліктів у процесі взаємодії маршрутного транспорту з транспортними засобами потоку використано: закон збереження і перетворення механічної енергії, теорію кінематики й динаміки механічних систем, теорію надійності, теорію транспортних процесів і систем, методи експертного дослідження ДТП. Для експериментального підтвердження теоретичних розробок було використано метод лінійного кореляційного аналізу та відповідні статистичні методи.

Апробація результатів дисертації. Результати дисертаційного дослідження доповідалися на:

- міжнародних науково-практичних конференціях “Безпека дорожнього руху: правові та організаційні аспекти” (2010, 2011, 2013 р. м. Донецьк).
- наукових конференціях професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів Національного транспортного університету (2016 – 2018, 2023 – 2024 р. м. Київ).

Публікації. За темою дисертаційного дослідження опубліковано 16 наукових праць, у тому числі: 2 статті у закордонних виданнях; 8 статей опубліковано у фахових виданнях України, у тому числі 5 – одноосібних; 7 праць апробаційного характеру; 3 свідоцтва авторського права.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається з вступу, чотирьох розділів, загальних висновків та одного додатку. Робота містить 166 сторінок, одну таблицю, 27 рисунків, список використаних джерел із 126 найменувань.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ

У **вступі** обґрунтовано актуальність обраної теми; окреслено зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами; сформульовано мету й задачі дослідження; визначено об'єкт, предмет і методи дослідження; висвітлено наукову новизну, наукове, теоретичне і практичне значення отриманих результатів; розкрито особистий внесок здобувача; наведено публікації, апробація.

У **першому** розділі проведено аналіз існуючих досліджень з оцінки рівня безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту на автомобільних дорогах загального користування.

Аналіз існуючих методів впливу пасажирського маршрутного транспорту на рівень безпеки руху на автомобільних дорогах загального користування за величиною швидкості руху показав, що існуючі методи визначення та методики нормування величини швидкості пасажирського маршрутного транспорту не враховують положення рівня безпеки дорожнього руху. Величини швидкості руху маршрутних транспортних засобів значно відрізняються від величин швидкості руху транспортного потоку. Вказані відхилення характеризують конфліктну ситуацію у вигляді різниці величин швидкості руху між пасажирськими маршрутними транспортними засобами та іншими учасниками транспортного потоку.

Під час збільшення величини інтенсивності руху суттєво збільшується і кількість ДТП через зіткнення транспортних засобів, а під час зменшення інтенсивності руху збільшується кількість ДТП за порушеннями правил обгону з урахуванням наявності у складі потоку пасажирських маршрутних транспортних засобів.

На автомобільних дорогах загального користування з роздільною смугою відсутні перешкоди у вигляді пересічення на одному рівні, пішохідних переходів, де формуються значні величини швидкості руху, що є причиною скоєння ДТП з маршрутними транспортними засобами та розглядається в роботі.

У **другому** розділі розроблено модель оцінки рівня безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту на автомобільних дорогах загального користування.

Запропоновано розглядати структуру формування безпеки руху маршрутних транспортних засобів у вигляді впливу пасажирського маршрутного транспорту на транспортні засоби потоку.

Взаємодію “транспортні засоби потоку” – “пасажирські маршрутні транспортні засоби” прийнято до аналізу з погляду безпеки дорожнього руху на трьох рівнях вивчення транспортних потоків: макроскопічному, мікроскопічному та інженерно-психологічному.

Для сукупності транспортних засобів пасажирського маршрутного транспорту повинно виконуватися основне рівняння транспортного потоку, у якому, під час застосування двох характеристик, третя, розрахункова, буде мати усереднене значення. Стан потоку оцінений у вигляді усередненої моделі руху через перетин дороги (величина щільності потоку усереднена), або на ділянці

дороги визначеної довжини (величина інтенсивності потоку усереднена), тому макроскопічні характеристики руху пасажирського маршрутного транспорту мають наступний вираз:

$$\left\{ \begin{array}{l} \bar{q}_m = \frac{N_m}{V_m}, \\ N_m = \sum_{i=1}^m \delta_i \cdot \frac{1}{I_i}, \\ V_m = \sum_{i=1}^m \delta_i \cdot v_{m_i}; \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} \bar{N}_m = q_m \cdot V_m, \\ V_m = \sum_{i=1}^m \delta_i \cdot v_{m_i}, \\ q_m = \sum_{i=1}^m \delta_i \cdot v_{m_i} \cdot I_i. \end{array} \right. \quad (1)$$

де \bar{q}_m – величина щільності руху транспортних засобів пасажирського маршрутного транспорту, авт/м;

N_m – величина інтенсивності руху транспортних засобів пасажирського маршрутного транспорту, авт/с;

V_m – величина швидкості руху транспортних засобів пасажирського маршрутного транспорту, м/с;

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

m_i – кількість маршрутів, на ділянці автомобільної дороги, од;

δ_i – відсоток пасажирських маршрутних транспортних засобів i -го маршруту, од;

I_i – величина інтервалу руху пасажирських маршрутних транспортних засобів i -го маршруту у складі пасажирського маршрутного транспорту, с.

Необхідність застосування мікроскопічного підходу пов'язана з тим, що ДТП відбувається саме на мікрорівні, а також наявністю у транспортному потоці маневрів пасажирських маршрутних транспортних засобів.

На інженерно-психологічному рівні прийнято значення часу реакції водія. З практичної точки зору отримати виміри складно. Тому проводиться аналогія за дистанціями між транспортними засобами, водії яких підтримують відповідно до особистих міркувань щодо часу реакції на можливі зміни в русі.

Для кожного рівня аналізу транспортного потоку сформульовані теоретичні основи формування рівня безпеки руху пасажирських маршрутних транспортних засобів в умовах взаємодії з транспортними засобами потоку. Запропоновано формулювати скоєння ДТП з маршрутним транспортом, як відхилення характеристик руху транспортного потоку та аналогічних характеристик руху пасажирського маршрутного транспорту.

Безпека руху пасажирського маршрутного транспорту на автомобільних дорогах загального користування розглядається, як використання наступної

групи значень середніх квадратичних відхилень характеристик руху транспортних засобів потоку відносно характеристик руху пасажирського маршрутного транспорту. Вказані відхилення отримані для трьох рівнів аналізу транспортного потоку у наступному вигляді:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_N^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (N_i - N_m)^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(N_i - \left(\sum_{i=1}^m \delta_i \cdot \frac{1}{I_i} \right) \right)^2, \\ \sigma_{V_{\Pi}}^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (V_{\Pi i} - V_m)^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(v_{\Pi i} - \left(\sum_{i=1}^m \delta_i \cdot v_{m_i} \right) \right)^2, \\ \sigma_q^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (q_i - q_m)^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(q_i - \left(\sum_{i=1}^m \delta_i \cdot V_{m_i} \cdot I_i \right) \right)^2, \\ \sigma_v^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (v_i - v_m)^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(v_i - \left(\sum_{i=1}^m \delta_i \cdot v_{m_i} \right) \right)^2, \\ \sigma_a^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (a_i - a_m)^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(a_i - \left(\sum_{i=1}^m \delta_i \cdot a_{m_i} \right) \right)^2, \\ \sigma_k^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (a_i V_i - (a_i V_i)_m)^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(a_i V_i - \left(\sum_{i=1}^m \delta_i \cdot a_{m_i} \cdot V_{m_i} \right) \right)^2, \\ \sigma_L^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (L_i - L_m)^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(L_i - \left(\sum_{i=1}^m L_{m_i} \right) \right)^2, \end{array} \right. \quad (2)$$

де σ_N – середнє квадратичне відхилення величини інтенсивності руху транспортного потоку від пасажирського маршрутного транспорту, авт/с;

n – кількість спостережень, од;

N_i – i -е значення величини інтенсивності руху транспортного потоку, авт/с;

$\sigma_{V_{\Pi}}$ – середнє квадратичне відхилення величини швидкості транспортного потоку від транспортних засобів пасажирського маршрутного транспорту, м/с;

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

σ_q – середнє квадратичне відхилення щільності транспортних засобів потоку від величини щільності руху транспортних засобів пасажирського маршрутного транспорту на ділянці дороги визначеної довжини, авт/м;

q_i – i -е значення величини щільності руху транспортних засобів потоку на

ділянці дороги визначеної довжини, авт/м;

σ_v – середнє квадратичне відхилення швидкостей руху транспортних засобів потоку на ділянці дороги визначеної довжини відносно середнього арифметичного значення швидкості руху транспортних засобів пасажирського маршрутного транспорту, м/с;

V_i – величина миттєвої швидкості i -го транспортного засобу, що знаходився на ділянці дороги визначеної довжини у момент часу проведення вимірювань, м/с;

V_{m_i} – величина миттєвої швидкості i -го пасажирського маршрутного транспортного засобу, що знаходився на ділянці дороги визначеної довжини у момент часу проведення вимірювань, м/с;

σ_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/с²;

a_i – величина миттєвого прискорення i -го транспортного засобу, що знаходився на ділянці дороги визначеної довжини у момент часу проведення вимірювань, м/с²;

a_{m_i} – величина миттєвого прискорення i -го пасажирського маршрутного транспортного засобу, що знаходився на ділянці дороги визначеної довжини у момент часу проведення вимірювань, м/с².

σ_L – середнє квадратичне відхилення дистанцій транспортних засобів на ділянці дороги визначеної довжини відносно середнього арифметичного значення дистанцій пасажирських маршрутних транспортних засобів, м;

L_i – величина дистанції, що підтримують водії транспортних засобів на ділянці дороги визначеної довжини, м;

L_{m_i} – величина дистанції, що підтримують водії пасажирських маршрутних транспортних засобів на ділянці дороги визначеної довжини, м.

У **третьому розділі** розроблено цільову функцію оцінки рівня безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту на автомобільних дорогах загального користування.

Відповідно до запропонованих характеристик взаємодії транспортних засобів потоку з транспортними засобами пасажирського маршрутного транспорту, запропоновано характеристики безпеки руху відповідних транспортних засобів та отримано наступні умови забезпечення безпеки руху:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_N^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{t_i} - \left(\sum_{i=1}^m \delta_i \cdot \frac{1}{I_i} \right) \right)^2, \\ \left(\sigma_N^2 \right)_0 = \frac{1}{\bar{t}^2} \cdot \left(1 - \frac{1}{Z} \right)^2, \\ \sigma_N^2 \neq \left(\sigma_N^2 \right)_0. \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} \sigma_{V_{II}}^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(v_{II_i} - \left(\sum_{i=1}^m \delta_i \cdot v_{m_i} \right) \right)^2, \\ \left(\sigma_{V_{II}}^2 \right)_m = \left(\frac{\bar{I}}{\bar{t}_p + \bar{t}_m} \right)^2, \\ 0 < \sigma_{V_{II}}^2 < \left(\sigma_{V_{II}}^2 \right)_m. \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} \sigma_q^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{I_i} - \left(\sum_{i=1}^m \delta_i \cdot v_{m_i} \cdot I_i \right) \right)^2, \\ \left(\sigma_q^2 \right)_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{I_i} \right)^2, \\ 0 < \sigma_q^2 < \left(\sigma_q^2 \right)_m. \end{array} \right. \quad (3)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_v^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(v_i - \left(\sum_{i=1}^m \delta_i \cdot v_{m_i} \right) \right)^2, \quad \sigma_a^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(a_i - \left(\sum_{i=1}^m \delta_i \cdot a_{m_i} \right) \right)^2, \quad \sigma_k^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(a_i v_i - \left(\sum_{i=1}^m \delta_i \cdot a_{m_i} \cdot v_{m_i} \right) \right)^2, \\ \left(\sigma_v^2 \right)_m = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n v_i - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m v_{m_i} \right)^2, \quad \left(\sigma_a^2 \right)_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (a_i)^2, \quad \left(\sigma_k^2 \right)_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (a_i v_i)^2, \\ 0 < \sigma_v^2 < \left(\sigma_v^2 \right)_m. \quad ; \quad 0 < \sigma_a^2 < \left(\sigma_a^2 \right)_m \quad ; \quad 0 < \sigma_k^2 < \left(\sigma_k^2 \right)_m. \end{array} \right. \quad (4)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_L^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(L_i - \left(\sum_{i=1}^m L_{m_i} \right) \right)^2, \\ \left(\sigma_L^2 \right)_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\left| T_i \cdot v_i + \frac{v_i^2 - v_{m_i}^2}{2j_i} \right| - \left(\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \left| T_{m_i} \cdot v_{m_i} + \frac{v_{m_i}^2 - v_i^2}{2j_{m_i}} \right| \right) \right)^2, \\ \sigma_L^2 \geq \left(\sigma_L^2 \right)_0. \end{array} \right. \quad (5)$$

де $\left(\sigma_N \right)_0$ – середнє квадратичне відхилення величини інтенсивності транспортного потоку від величини інтенсивності руху транспортних засобів пасажирського маршрутного транспорту, що буде відповідати потоку з мінімальною кількістю обгонів, авт/с;

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

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

$\left(\sigma_{V_{\Pi}} \right)_m$ – середнє квадратичне відхилення величини швидкості транспортного потоку від величини швидкості руху транспортних засобів пасажирського маршрутного транспорту, що буде відповідати умовам скоєння ДТП у вигляді побіжного зіткнення транспортних засобів при виконанні обгонів, маневрів зміни смуги руху, м/с;

\bar{t}_p – середній арифметичний час реакції водія транспортного засобу, що рухається другим, на його наближення до попереднього транспортного засобу, с;

\bar{t}_m – середній арифметичний час на виконання транспортним засобом маневру гальмування до відповідного значення величини швидкості руху транспортного засобу, що їде попереду, с;

$\left(\sigma_q \right)_m$ – середнє квадратичне відхилення величини щільності транспортного потоку від щільності руху транспортних засобів пасажирського маршрутного транспорту, що буде відповідати умовам скоєння ДТП у вигляді побіжного

зіткнення транспортних засобів при завершенні виконання обгонів, маневрів зміни смуги руху, авт/м;

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

$(\sigma_v)_m$ – середнє квадратичне відхилення величини швидкості транспортних засобів потоку від щільності руху транспортних засобів пасажирського маршрутного транспорту, що буде відповідати умовам скоєння ДТП у вигляді побіжних та бічних зіткнень транспортних засобів при виконанні обгонів, маневрів зміни смуги руху поодинокими транспортними засобами, м/с;

$(\sigma_a)_m$ – середнє квадратичне відхилення прискорення транспортних засобів потоку від прискорення руху транспортних засобів пасажирського маршрутного транспорту, що буде відповідати умовам виникнення ДТП у вигляді бічних зіткнень транспортних засобів при початку та завершенні виконання маневрів розгону та гальмування при зміні смуги руху та обгоні поодинокими транспортними засобами, м/с²;

$(\sigma_k)_m$ – середнє квадратичне відхилення „кінетичної енергії” транспортних засобів потоку від „кінетичної енергії” руху транспортних засобів пасажирського маршрутного транспорту, що буде відповідати умовам виникнення ДТП у вигляді зіткнень транспортних засобів при виконанні маневрів розгону та гальмування при зміні смуги руху та обгоні поодинокими транспортними засобами, м²/с³;

$(\sigma_L)_0$ – середнє квадратичне відхилення дистанцій між транспортними засобами потоку від дистанцій, що підтримують транспортні засоби пасажирського маршрутного транспорту, що буде відповідати умовам виникнення ДТП у вигляді побіжного зіткнення транспортних засобів при виконанні маневрів розгону та гальмування поодинокими транспортними засобами, м.

$$\begin{aligned} T_i &= t_{1i} + t_{2i} + 0,5 \cdot t_{3i} ; \\ T_{m_i} &= t_{1m_i} + t_{2m_i} + 0,5 \cdot t_{3m_i} , \end{aligned} \quad (6)$$

де t_{1i} , t_{1m_i} – час реакції водія відповідного транспортного засобу потоку та пасажирського маршрутного транспортного засобу, с;

t_{2i} , t_{2m_i} – час спрацювання гальмівної системи відповідного транспортного засобу потоку та пасажирського маршрутного транспортного засобу, с;

t_{3i} , t_{3m_i} – час зростання сповільнення відповідного транспортного засобу потоку та пасажирського маршрутного транспортного засобу, с;

V_{m_i} – величина миттєвої швидкості i -го пасажирського маршрутного транспортного засобу, м/с;

\dot{J}_i, \dot{J}_{m_i} – розрахункове сповільнення відповідного транспортного засобу потоку та пасажирського маршрутного транспортного засобу для забезпечення можливості руху з мінімальною дистанцією до попереднього транспортного засобу, м/с².

Отримані умови оцінки рівня безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту на автомобільних дорогах загального користування (3)...(5) були перетворені математичним шляхом на умови зі значеннями у частках одиниці з урахуванням умов виникнення ДТП. ДТП, як системне явище повинно одночасно відобразитися на всіх трьох рівнях аналізу транспортного потоку. Узагальнені характеристики сформульовані у цільову функцію оцінки рівня безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту K_m :

$$K_m = \frac{\left(\sqrt{\frac{1}{2\bar{t}^2} + \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{l_i}\right)^2} \cdot \left(\frac{\bar{l}}{\bar{t}_p + \bar{t}_m}\right)^2 - \sqrt{\frac{\sigma_N^2 + \sigma_q^2 \cdot \sigma_{V_n}^2}{2}} \right)}{\left(\sqrt{\frac{1}{2\bar{t}^2} + \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{l_i}\right)^2} \cdot \left(\frac{\bar{l}}{\bar{t}_p + \bar{t}_m}\right)^2} \cdot \sqrt{\frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (a_i v_i)^2 + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (a_i)^2 \cdot \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n v_i - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m v_{m_i}\right)^2}{2}} \cdot \sqrt{\sigma_L^2} \right)} \times$$

$$\times \left(\sqrt{\frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (a_i v_i)^2 + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (a_i)^2 \cdot \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n v_i - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m v_{m_i}\right)^2}{2}} - \sqrt{\frac{\sigma_k^2 + \sigma_a^2 \cdot \sigma_v^2}{2}} \right) \times$$

$$\times \left(\sqrt{\sigma_L^2} - \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\left| T_i \cdot v_i + \frac{v_i^2 - v_{m_i}^2}{2j_i} \right| - \left(\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \left| T_{m_i} \cdot v_{m_i} + \frac{v_{m_i}^2 - v_i^2}{2j_{m_i}} \right| \right) \right)^2} \right)^{\frac{1}{3}}. \quad (7)$$

Наближення значення K_m до одиниці вказує на підвищення рівня безпеки руху, а наближення значення K_m до нуля – на зменшення рівня безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту на ділянках автомобільних доріг загального користування.

У **четвертому розділі** розроблено методику підвищення рівня безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту на автомобільних дорогах загального користування. Проведено експериментальне дослідження цільової функції оцінки безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту. Прийнятий об'єкт експериментального дослідження – ділянка автомобільної дороги М-30 Стрий – Тернопіль – Кропивницький – Знам'янка – Луганськ – Ізварине км 741 – км 772.

Цільову функцію оцінки рівня безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту (7) експериментально перевірено та підтверджено на предмет оцінки кількісних характеристик аварійності за участю пасажирського маршрутного транспорту на автомобільних дорогах загального користування. Експериментальне підтвердження дисертаційного дослідження наведено на рис. 1.

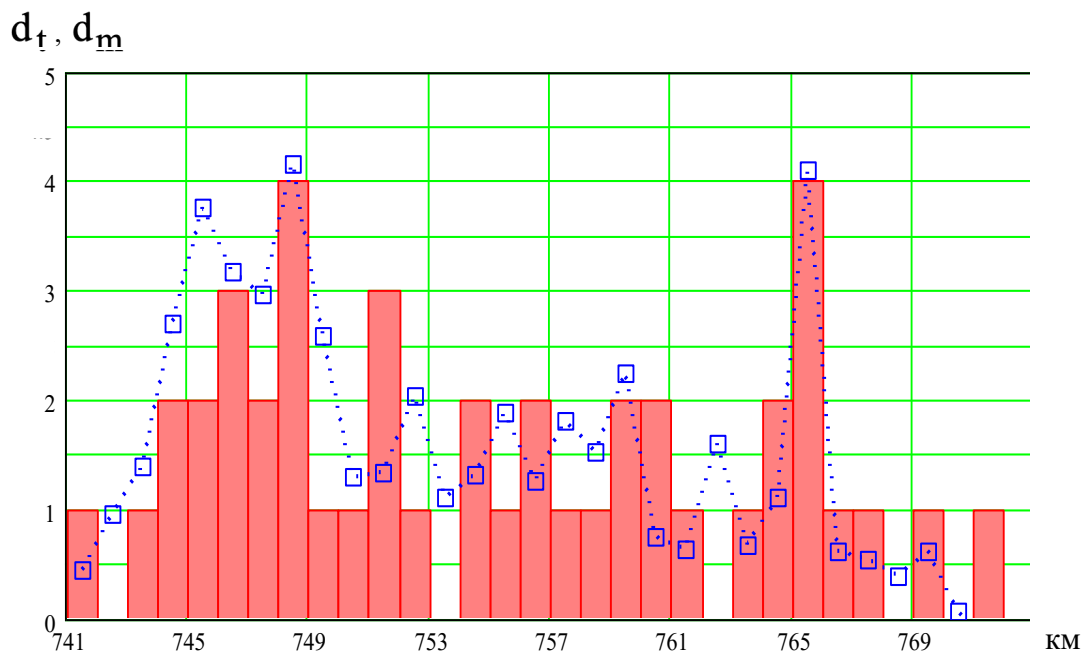


Рисунок 1 – Середнє арифметичне серед смуг руху значення d_t приведенного до середньорічної кількості ДТП значення цільової функції у вигляді $(1 - K_m)$ безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту (штрихова лінія) та d_m середньорічна кількість ДТП на експериментальній ділянці дороги (стовбчаста діаграма).

Значення, згідно рис. 1, було перевірено на наявність попарної лінійної кореляції, коефіцієнт склав 0,689, при нормативному значенні 0,423 для 31 пари точок (ступінь свободи 30) довірча імовірність 0,95.

На основі експериментальних досліджень з розрахунку можливості появи хоча б одного ДТП за участю транспортного засобу пасажирського маршрутного транспорту було розроблено шкалу значень запропонованого критерію у наступному вигляді:

$K_m \geq 0,41$ – рівень безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту на ділянці автомобільної дороги є забезпечений;

$K_m = 0,3...0,4$ – рівень безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту на ділянці автомобільної дороги є недостатньо забезпечений;

$K_m \leq 0,3$ – рівень безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту на ділянці автомобільної дороги є не забезпечений.

Розроблений метод оцінки рівня безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту дозволяє оцінити рівень безпеки руху під час проєктування нових маршрутів або вдосконалення існуючих.

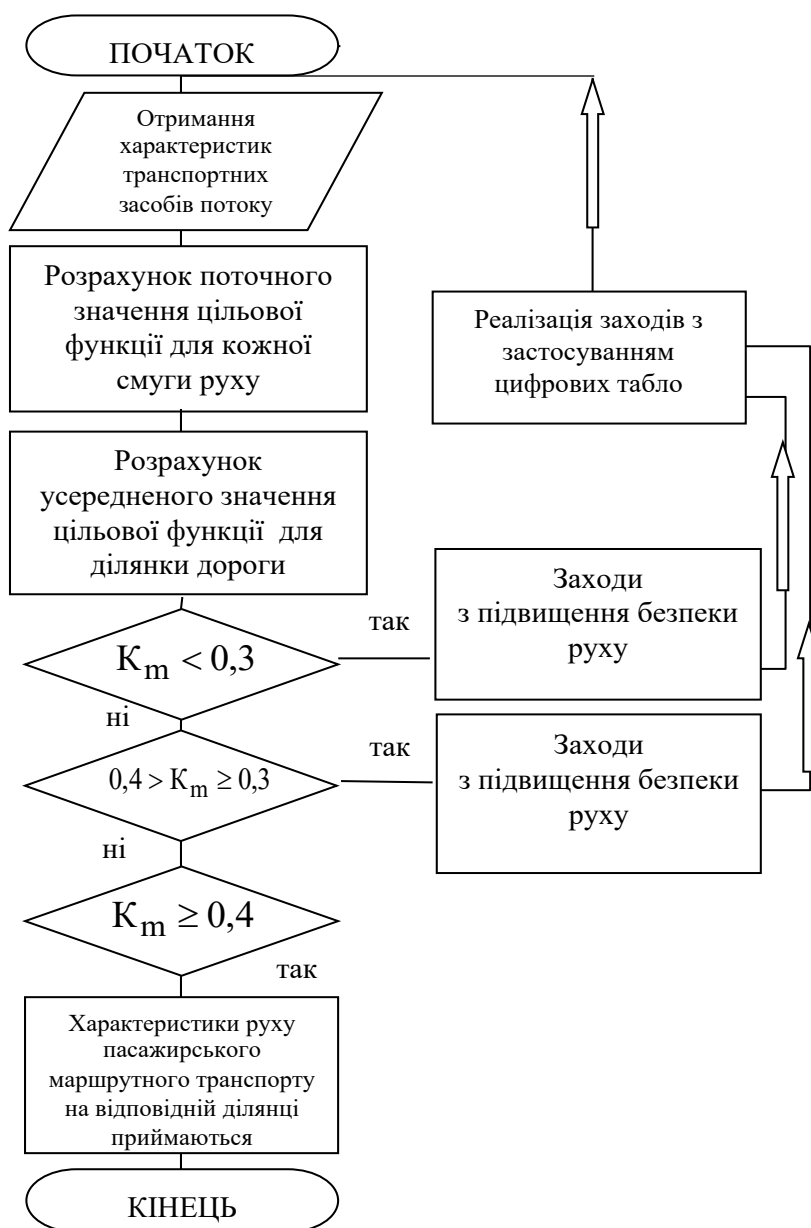


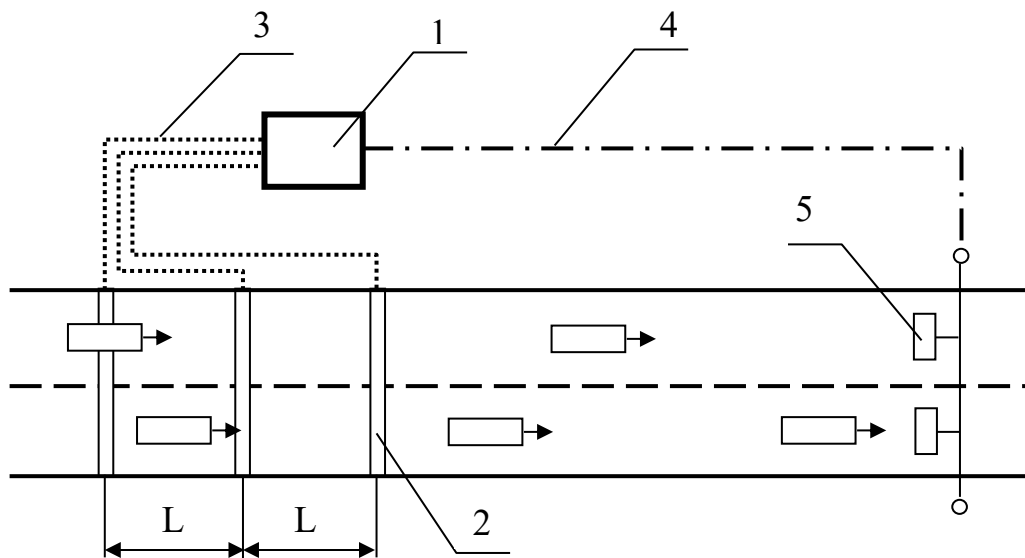
Рисунок 2 – Алгоритм оцінки та підвищення рівня безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту.

В залежності від розрахованого значення цільової функції доцільно прийняти наступні проєктні рішення:

- наблизити значення величини технічної швидкості пасажирських маршрутних транспортних засобів до величини швидкості руху транспортного потоку;
- рекомендувати водіям пасажирських маршрутних транспортних засобів рух за відповідною смугою руху;
- рекомендувати водіям пасажирських маршрутних транспортних засобів виключити зміни смуг руху;
- рекомендувати водіям пасажирських маршрутних транспортних засобів підтримувати дистанцію до транспортного засобу, що здійснює рух попереду, достатньо стабільною.

Розроблено спосіб та відповідну схему системи, що дозволяють у оперативному режимі впливати на кінематичні характеристики транспортного потоку з метою оцінки та забезпечення безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту.

Схема системи, що буде забезпечувати збір вихідних даних, обробку та спрямування керуючого впливу, зображена на рис. 3.



- 1 – камера фіксації та обчислювальний блок;
- 2 – точки виміру, по три на кожен смугу руху ділянки автомобільної дороги загального користування;
- 3 – збір даних обчислювальним блоком;
- 4 – комунікаційні з'єднання обчислювального блоку з керованими дорожніми знаками над смугами руху ділянки автомобільної дороги загального користування;
- 5 – керований дорожній знак над смугами руху ділянки автомобільної дороги загального користування;
- L – відстань між сусідніми детекторами транспорту, м.

Рисунок 3 – Схема системи, керування рухом транспортних засобів пасажирського маршрутного транспорту на основі розрахунку та відповідного порівняння поточних значень цільової функції оцінки рівня безпеки руху вказаних транспортних засобів.

Розроблено Алгоритм розрахунків для визначення цільової функції оцінки рівня безпеки руху (рис. 1). Порівнюються отримані поточні значення (7) продовж часу циклу оновлення показань на керованих знаках (рис. 3) із значеннями розробленої шкали:

– у разі зменшення характеристики $K_m = 0,3...0,4$ од. на керованих знаках вказується вимога заборони обгонів для маршрутних транспортних засобів, знак 3.25 з табличкою до дорожнього знаку 7.5.4 правил дорожнього руху;

– у разі зменшення характеристики $K_m \leq 0,3$ од. на керованих знаках вказується вимога заборони обгонів для маршрутних транспортних засобів, знак 3.25 з табличкою до дорожнього знаку 7.5.4 правил дорожнього руху, вимога рекомендованої величини швидкості 70 км/год знак 5.30 з табличкою до дорожнього знаку 7.5.4 правил дорожнього руху, вимога руху з дотриманням дистанції не менш 60 м знак 3.20 з табличкою до дорожнього знаку 7.5.4 (константи отримані рішенням зворотної задачі для (6)).

ВИСНОВКИ

В дисертаційній роботі наведено рішення актуальної науково-практичної задачі, що полягає в удосконаленні методу підвищення безпеки дорожнього руху за рахунок зниження відхилень характеристик руху пасажирського маршрутного транспорту від транспортного потоку.

Основні результати роботи:

1. Проведений аналіз існуючих методів з оцінки рівня безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту на автомобільних дорогах загального користування дозволив з'ясувати, що більшість скоєних ДТП відбувається на автомобільних дорогах, що мають дві та більше смуг руху, при цьому мають найвищі показники тяжкості ДТП. В Україні внаслідок ДТП гине 10,2% від загальної статистики с загиблими. Значна кількість ДТП з загиблими та травмованими особами приходить на пасажирський маршрутний транспорт саме на автомобільних дорогах загального користування.

В результаті аналізу існуючих методів безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту на автомобільних дорогах загального користування встановлено, що вказані методи на базі енергетичної теорії транспортних потоків мають переваги над іншими, оскільки безпосередньо відображають природу явища.

2. Досліджено вплив на безпеку руху пасажирського маршрутного транспорту на автомобільних дорогах загального користування. Наведено цільову функцію безпеки руху, яка дозволяє оцінити вплив пасажирського маршрутного транспорту на характеристики транспортного потоку, такі як прискорення, кінетична енергія, шум прискорень, що дозволяє розрахувати значення цільової функції та оцінити рівень безпеки на ділянці автомобільної дороги за допомогою оціночної шкали.

3. Розроблено математичну модель підвищення безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту на автомобільних дорогах загального користування. Дослідження загальних умов руху пасажирського маршрутного транспорту в транспортному потоці на автомобільних дорогах загального

користування дозволило провести запис залежностей рівня безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту відносно величини відхилень енергетичних та кінематичних показників маршрутних транспортних засобів відносно характеристик транспортних засобів потоку.

Запропонована модель дозволяє оцінити рівень безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту через відхилення характеристик руху на макроскопічному, мікроскопічному та інженерно-психологічному рівнях аналізу транспортного потоку. Отримано необхідні значення обмежень та діапазонів відхилень енергетичних та кінематичних характеристик, що дозволяє використовувати модель як для оцінки безпеки руху існуючих маршрутів так і для прогнозування нових та максимізації рівня безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту.

Цільова функція оцінки рівня безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту була доведена до рівня оціночної функції з відповідною шкалою, яка враховує область змін значень функції від 0 до 1 з тенденцією підвищення рівня безпеки руху з наближенням значень до 1:

$K_m \geq 0,4$ – рівень безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту забезпечений;

$K_m = 0,3...0,4$ – рівень безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту недостатньо забезпечений;

$K_m \leq 0,3$ – рівень безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту не забезпечений.

4. Розроблено метод та методику підвищення безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту на автомобільних дорогах загального користування.

Перевірено адекватність оціночної функції. Об'єм двомірної вибірки даних склав 31 пару точок (у кожному перерізі дороги з 31 перерізу формувались 124 точки дослідження характеристик руху транспортних засобів) при відповідному ступені свободи 30. Критичне значення коефіцієнту кореляції склало 0,423 за довірчої імовірності 0,95, тобто всі значення розрахункових коефіцієнтів кореляції більше за критичне. Максимальне значення розрахункового коефіцієнта кореляції складає 0,689 та відповідає середнім значенням цільової функції, що пояснюється охопленням вказаними значеннями всіх чотирьох випадків для відповідних смуг руху.

Результати розрахунків вказують, що в межах експериментальної автомобільної дороги загального користування поділеної на ділянки довжиною 1 кілометр де сталося 1 ДТП з пасажирським маршрутним транспортом значення цільової функції склало менше 0,441. При зниженні значення цільової функції нижче 0,324 кількість ДТП зростає до 3.

Наведено реалізацію системи, що дозволяє в оперативному режимі оцінювати рівень безпеки та впливати на умови руху транспортного потоку з метою забезпечення відповідного рівня безпеки руху. Методику оцінки рівня безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту на автомобільних дорогах загального користування впроваджено у виробничій та навчальній процес, представлено в програмі міжнародного проєкту Master in SMArt transport and LOGistics for cities (SMALOG) в рамках програми ЄС Еразмус+/KA2 (номер проєкту 585832-EPP-1-2017-1-IT-EPPKA2-CBHE-JP).

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

Статті у періодичних наукових виданнях інших держав, які входять до Організації економічного співробітництва та розвитку та/або Європейського Союзу, з наукового напрямку:

1. Polishchuk Volodymyr, Popov Stanislav. (2023). Microscopic traffic flow model with influence of passenger transport. *World Science*, 2 (80). DOI: 10.31435/rsglobal_ws/30062023/8015.

2. Popov Stanislav. (2024). Traffic flow model with influence of passenger transport. *World Science*, 1 (81). DOI: 10.31435/rsglobal_ws/30032024/8130.

Статті у наукових виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України:

3. Попов, С.Ю., Дудніков О.М. (2007). Формування характеристик безпеки руху маршрутних транспортних засобів в умовах наявних транспортних потоків на вулично-дорожній мережі міста. *Вісник Автомобільно-дорожнього інституту*, № 2, 138 – 142. Горлівка: АДІ ДВНЗ “ДонНТУ”. DOI: 10.13140/RG.2.2.18932.97926.

4. Попов, С. Ю. (2012). Характеристики безпеки руху транспортного потоку пасажирського маршрутного транспорту. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, vol. 2, no. 11, 2012, pp. 15 – 20, DOI: 10.15587/1729-4061.2012.3909.

5. Попов, С. Ю. (2012). Синтез критерію оцінки безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту на дорогах II категорії. *Автошляховик України*, 3 (227), 20 – 24. DOI: 10.13140/RG.2.2.27898.30405.

6. Попов, С. Ю. (2012). Експериментальна перевірка критерію оцінки безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту на дорогах другої категорії. *Автошляховик України*, 5 (229), 19 – 24. DOI: 10.13140/RG.2.2.12124.60802.

7. Попов, С. Ю. (2013). Technology of traffic control of passenger public transport to provide road safety. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3(62), 65 – 68. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2013.11720>.

8. Поліщук, В. П., Попов, С. Ю. (2023). Вплив пасажирського маршрутного транспорту на макроскопічні характеристики транспортного потоку. *Автомобільні дороги і дорожнє будівництво*, 113 (II), 164 – 170. DOI: 10.33744/0365-8171-2023-113.2-164-170.

9. Polishchuk Volodymyr P., Popov Stanislav (2024). Influence of passenger route transport on traffic safety on the street and road network. *Автомобільні дороги і дорожнє будівництво*, 115 (I), 41 – 48. DOI: 10.33744/0365-8171-2024-115.1-041-048.

10. Polishchuk V.P., Nahrebelna L.P., Vyhovska I.A., Popov S. Yu. (2024). Applying energy principles to the assessment of road traffic safety. *Вісник Національного транспортного університету*, 58 (I), 133 – 141. DOI: 10.33744/2308-6645-2024-1-58-133-141.

Опублікованні праці апробаційного характеру, препринти:

11. Міжнародна науково-практична конференція “Безпека дорожнього руху: правові та організаційні аспекти”: тези доповідей. 2010 – 2013 р.

12. Наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів Національного

транспортного університету: тези доповідей. 2016 – 2018, 2023 – 2024 р.

13. Popov, Stanislav, Traffic Control Technology for Public Transport in Order to Provide Traffic Safety (July 10, 2023). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4505252>.

Свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір:

14. Свідоцтво про реєстрацію авторських прав на твір №70130 “Характеристики взаємодії пасажирського маршрутного транспорту з транспортними засобами потоку” / С.Ю. Попов (Україна). – №70130; зареєстр. 30.01.2017.

15. Свідоцтво про реєстрацію авторських прав на твір №71090 “Застосування енергетичних моделей транспортного потоку при оцінці режимів руху” / С.Ю. Попов, В.І. Єресов, О.В. Григор`єва (Україна). – №71090; зареєстр. 23.03.2017.

16. Свідоцтво про реєстрацію авторських прав на твір №78141 “Енергетичний підхід до оцінки умов безпеки дорожнього руху” / С.Ю. Попов, Єресов В.І. (Україна). – №78141; зареєстр. 06.04.2018.

АНОТАЦІЯ

Попов С.Ю. Підвищення безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту на автомобільних дорогах загального користування – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.01 – Транспортні системи – Національний транспортний університет, Київ, 2024.

Обґрунтовано актуальність обраної теми та представлено нове рішення актуального питання; окреслено зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами; сформульовано мету й задачі дослідження; визначено об'єкт, предмет і методи дослідження; висвітлено наукову новизну, наукове, теоретичне і практичне значення отриманих результатів; розкрито особистий внесок здобувача; наведено публікації. Запропоновано рішення актуального питання з оцінки та підвищення рівня безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту на автомобільних дорогах загального користування.

Для кожного рівня аналізу транспортного потоку сформульовані характеристики безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту. Запропоновано розкривати формування ДТП з маршрутним транспортом, як відхилення характеристик руху транспортного потоку та аналогічних характеристик руху транспортних засобів пасажирського маршрутного транспорту. Узагальнені характеристики формулюють цільову функцію безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту.

Наближення значення цільової функції до 1 вказує на підвищення рівня безпеки руху, наближення значення цільової функції до 0 – вказує на зменшення рівня безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту.

Розроблено методику підвищення безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту на автомобільних дорогах загального користування з урахуванням закономірностей теорії транспортного потоку. Проведено експериментальне дослідження розробленої цільової функції безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту.

Розроблено шкалу значень цільової функції та методика застосування

цільової функції безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту.

Наведена методика в оперативному режимі впливає на кінематичні характеристики транспортних потоків з метою забезпечення рівня безпеки руху пасажирських маршрутних транспортних засобів.

Ключові слова: автомобільна дорога, безпека руху, оцінка безпеки руху, транспортний потік, пасажирський маршрутний транспорт, цільова функція, система управління транспортним потоком.

ANNOTATION

Popov Stanislav. Enhance passenger route traffic safety on public roads. – Manuscript. A qualifying scientific work on the rights of a manuscript. Thesis for a Candidate Degree in Engineering Sciences: Specialty 05.22.01 “Transport systems” (275 Transport technologies (on motor transport)) National Transport University, Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2024.

The thesis gives reasons for the relevance of the theme chosen; it outlines the connection of the work with scientific programs, plans and topics; it formulates the goal and objectives of the research; it determines the object, the subject and the methods of the research; it highlights scientific novelty as well as scientific, theoretical and practical significance of the results obtained; it reveals the applicant’s personal contribution; it provides a list of publications.

It is determined that passenger route traffic can be divided into traffic by city roads and traffic by country roads. Outside cities vehicles use mostly public roads with two or four lanes. Country roads with four lanes are characterized by the following features: there are no obstacles like crossroads with pedestrian crossings at the same level; traffic ban is applied to certain road users; top speeds can be formed; there are accidents with route vehicles involved.

The number of people who are injured or die in the result of one road accident with a passenger route vehicle involved is significantly bigger as compared to other kinds of road accidents. The accidents under discussion are characterized by extreme severity in conditions of high speeds on public roads as compared to road sections of other types. All this demonstrates the relevance of the direction that has been chosen for scientific research.

Passenger route traffic safety is indirectly taken into account only when the route is planned and the indicator is added to the route passport. The information that the route passport provides refers to existing rail crossings and traffic accident areas. These specified elements are entered into the route scheme and are cited as a list. At present there are no tools to calculate the degree of danger; also there are no methods to organize a route that takes into account passenger route traffic safety on route sections as part of the relevant traffic flows. With the existing accidents statistics and corresponding severity indicators taken into account, the scientifically practical objective to develop a method to estimate passenger route traffic safety on public roads is clear. In accordance with the task proposed, the object, the subject, the goal and objectives of the research have been formulated in the thesis.

The research of the regular connection between the potential passenger route traffic safety and the regularities of the energy theory of traffic flow in a single traffic flow.

Thus, the following group of values of the traffic flow characteristics with respect to the passenger route traffic flow characteristics has been justified as a theoretical basis of passenger route traffic safety on public roads.

The thesis presents accomplishments to the third objective – there has been developed a method to estimate passenger route traffic safety on public roads with respect to the regularities of the energy theory of traffic flow in a single traffic flow. Also, the regularities of the passenger route traffic influence on the characteristics of the traffic flow on public roads with respect to the regularities of the energy theory of traffic flow in a single traffic flow have been determined.

In accordance with the proposed characteristics of the passenger route traffic influence on the characteristics of the traffic flow, traffic safety characteristics of corresponding transport means have been proposed. The conditions to ensure traffic safety of passenger route vehicles within the traffic flow on public roads have been described in fractions of one and with respect to the fact that the conditions for road accident occurrence as a systemic phenomenon should be reflected at three levels of the traffic flow analysis. Generalized characteristics for each level have been multiplied. The target function of estimating passenger route traffic safety has been provided:

The fact that the target function value is approximately equal to one indicates an increase in traffic safety; the fact that the target function value is approximately equal to zero indicates a decrease in traffic safety of passenger route vehicles within the traffic flow on public roads.

The research presents accomplishments to the fourth objective of the research, namely tools to enhance passenger route traffic safety on public roads with respect to the regularities of the energy theory of traffic flow in a traffic flow.

The target function of estimating passenger route traffic safety has been experimentally checked and confirmed with a view to estimating quantitative and topographical characteristics of road accidents involving passenger route transport on public roads. Theoretical propositions of the thesis have been experimentally confirmed.

Based on the experimental studies of the probability of occurrence of one road accident involving a vehicle of passenger route transport, a scale of the target function values has been developed as follows:

$K_m \geq 0,41$ – passenger route traffic safety on public roads is ensured;

$K_m = 0,31...0,4$ – passenger route traffic safety on public roads is insufficiently ensured;

$K_m \leq 0,3$ – passenger route traffic safety on public roads is not ensured.

The developed technology of applying the target function of the passenger route traffic safety can be used when designing new routes or improving the existing ones.

Additionally, provides a method which makes it possible to influence to traffic flows with a view to ensuring traffic safety for passenger route transport.

Keywords: public road, traffic safety, traffic flow, passenger route transport, target function of traffic safety, traffic management system.