

УДК 656.13

О.М.СРМАК, канд. техн. наук

*Харківський національний університет міського господарства імені О.М.Бекетова*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ ТРАНСПОРТНИХ ТА ПІШОХІДНИХ ПОТОКІВ**

Розглядаються методи та моделі функціонування пішохідних потоків. Проведено експериментальні дослідження визначення ймовірності виникнення дорожньо-транспортних пригод, як одного з факторів взаємодії транспортних та пасажирських потоків. Результатом досліджень є розподіл кількості порушень правил дорожнього руху залежно інтенсивності транспортного потоку та часу доби на нерегульованому та регульованому пішохідному переході.

Рассматриваются методы и модели функционирования пешеходных потоков. Проведены экспериментальные исследования для определения вероятности возникновения дорожно-транспортных происшествий, как одного из факторов взаимодействия транспортных и пассажирских потоков. Результатом исследований является распределение количества нарушений правил дорожного движения в зависимости от интенсивности транспортного потока и времени суток на нерегулируемом и регулируемом пешеходном переходе.

Methods and model of pedestrian flows. Experimental studies determining the likelihood of accidents as one of the factors interact transport and passenger flows. The result of research is the distribution of the volume of traffic intensity depending on traffic and time of day on the regulated and unregulated pedestrian crossing.

*Ключові слова:* пішохідний потік, швидкість, щільність, інтенсивність, порушення, дорожньо-транспортна пригода.

Для ефективного планування транспортних вузлів на вулично-дорожній мережі міст, крім вивчення та моделювання потоків транспортних засобів, необхідно приділяти належну увагу і пішохідним потокам. На жаль, в даний момент у містобудівній практиці організації руху пішохідних потоків по вулично-дорожньої мережі та, особливо, на її вузлах, практично не приділяється уваги. Ще Д. Дрю стверджував, що «для досягнення безпеки руху досить розділити транспортні і пішохідні потоки. У цьому випадку вони перестають впливати один на одного» [1]. Поведінка пішоходів є досить складним процесом, тому при плануванні об'єктів з високою щільністю пішохідного руху і обмеженим простором для оптимізації потоків пішоходів, гарантованого запобігання дискомфорту і зниження затримок, а також підвищення безпеки руху, доцільно проводити імітаційне моделювання. Воно необхідне в тому числі для вирішення наступних завдань [2]:

- взаємодія пішоходів з іншими видами транспорту;
- проведення заходів з великим скупченням людей;
- масова евакуація людей з місць їх концентрації;

- перевірка роботи пропускних систем.

За останні роки були розроблені кілька моделей для моделювання потоків пішоходів. Майже всі вони використовують закони фізики для моделювання руху, зводячи пішоходів до елементарних частинок. Ці моделі можна згрупувати за такими ознаками [2]:

1) модель магнітних сил;

2) моделі, що використовують теорію черг для опису руху пішоходів в термінах імовірнісних функцій;

3) клітинні автомати;

4) газо-кінетична модель;

5) модель соціальних сил.

При виборі моделі визначається ряд параметрів, якими володіє модель [3]:

– вибір мікроскопічної або макроскопічної моделі;

– дискретна або безперервна модель;

– детермінована або стохастична модель;

– модель, заснована на правилах, або заснована на силах;

– висока або низька точність.

Основними показниками, що характеризують рух пішохідних потоків, є середня швидкість, щільність, інтенсивність [4,5].

У розрахунках середня швидкість пішохода приймається: для руху по тротуару – 1,25 м/с, по позавуличному пішохідному переходу – 1,3 м/с й по наземному пішохідному переходу – 1,4 м/с.

Під щільністю пішохідного руху слід розуміти кількість людей, що припадають на одиницю площі пішохідного шляху (під пішохідним шляхом мається на увазі тротуар, пішохідна доріжка, підземний або наземний пішохідний перехід)

$$q = \frac{Q}{F}, \quad (1)$$

де  $q$  – щільність пішохідного руху, чол./м<sup>2</sup>;  $Q$  – кількість людей, чол.;  $F$  – площа пішохідного шляху, м<sup>2</sup>.

Загальне завантаження пішохідного шляху характеризується інтенсивністю пішохідного руху ( $N$ ), яка визначається числом пішоходів, що проходять через поперечний переріз пішохідного шляху в одиницю часу (за одну годину):

$$N = \frac{Q}{t}, \quad (2)$$

де  $N$  – інтенсивність пішохідного руху, чол./год.;  $Q$  – кількість людей, що пройшли через поперечний переріз пішохідного шляху за час обстеження, чол.;  $t$  – тривалість обстеження, год.

Розрахункової характеристикою є питома інтенсивність руху ( $n$ ):

$$n = \frac{N \cdot b_n}{b}, \quad (3)$$

де  $b_n$  – загальна ширина пішохідного шляху, м;  $b$  – ширина смуги пішохідного руху, м.

Розрахункова пропускна здатність смуги пішохідного руху приймається відповідно з призначенням пішохідних шляхів відповідно даним таблиці.

Розрахункова пропускна здатність смуги пішохідного руху

Характеристика пішохідного шляху	Пропускна здатність однієї смуги, чол./год.
Тротуари, розташовані уздовж червоної лінії за наявності в прилеглих будинках магазинів	700
Тротуари, відділені від будівель з магазинами	800
Тротуари в межах зелених насаджень вулиць і доріг	1000
Пішохідні дороги (прогулянкові)	600
Переходи через проїжджу частину (в одному рівні)	1200

Ширина тротуарів визначається з урахуванням категорії і призначення вулиці і дороги залежно від максимальних розмірів пішохідного руху, а також розміщення в межах тротуарів опор, дерев і т.п. за формулою:

$$b_p = \frac{N \cdot b_n}{P} + b_\delta + b_\vartheta, \quad (4)$$

де  $b_\delta$  – смуга безпеки, складова 0,6 м у бік проїзної частини або велосдоріжки і 0,3 м у бік забудови (при наявності зелених захисних насаджень не враховується);  $b_\vartheta$  – додаткова смуга тротуару від 0,5 до 1,2 м за наявності в його межах опор освітлення, опор контактної мережі тощо.

Наведені параметри пішохідних потоків більше характеризують його ступінь відповідності заданим параметрам руху. Що стосується взаємодії транспортних та пасажирських потоків, то її можна оцінити параметрами конфліктності. Одним із них є ймовірність виникнення дорожньо-транспортних пригод (ДТП) за участю пішоходів.

Для визначення впливу пішохідних потоків на ймовірність виникнення ДТП було обрано наступні місця концентрації:

1) нерегульований пішохідний перехід в районі будинку 39 по проспекту Гагаріна (м. Харків);

2) регульований пішохідний перехід в районі будинку 82 по проспекту Гагаріна (м. Харків).

На рис. 1-4 показані результати досліджень порушень правил дорожнього руху в обраних місцях концентрації ДТП.

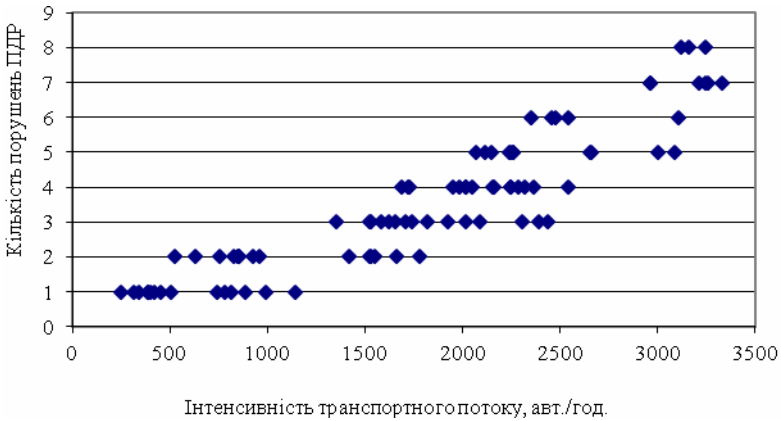


Рис. 1 – Графік залежності кількості порушень правил дорожнього руху від інтенсивності транспортного потоку на нерегульованому пішохідному переході по проспекту Гагаріна

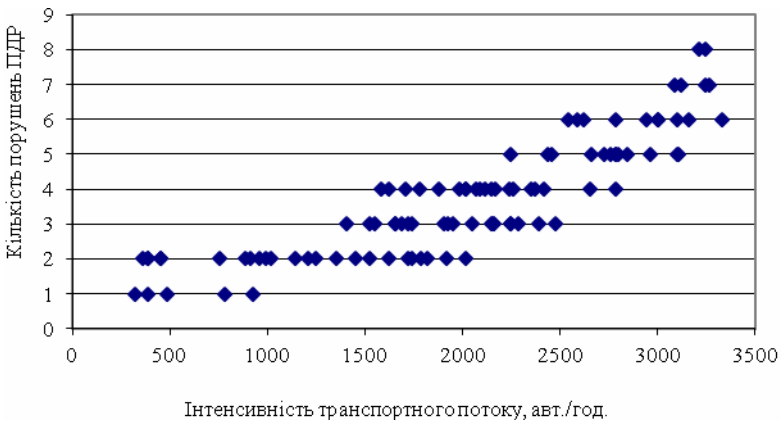


Рис. 2 – Графік залежності кількості порушень правил дорожнього руху від інтенсивності транспортного потоку на регульованому пішохідному переході по проспекту Гагаріна

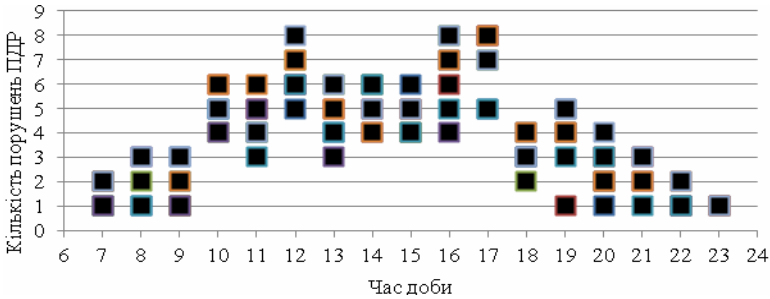


Рис. 3 – Графік залежності кількості порушень правил дорожнього руху від часу доби на нерегульованому пішохідному переході по проспекту Гагаріна

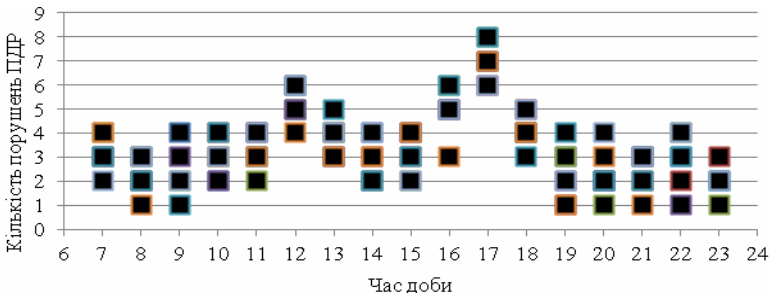


Рис. 4 – Графік залежності кількості порушень правил дорожнього руху від часу доби на регульованому пішохідному переході по проспекту Гагаріна

В ході проведення експериментальних досліджень було отримано закономірності ймовірності виникнення дорожньо-транспортних пригод, як одного з факторів взаємодії транспортних та пішохідних потоків. Для цього були побудовані графіки залежності порушення правил дорожнього руху залежно інтенсивності транспортного потоку та часу доби на нерегульованому та регульованому пішохідному переході, що обстежувались. Наступним етапом є отримання емпіричних залежностей згаданих параметрів та чинників.

1. Дрю Д. Теория транспортных потоков и управление ими; пер. с англ. М.: Транспорт, 1972. – 423 с.

2. Моделирование пешеходных потоков: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://bespalov.me/2012/06/07/modelirovanie-peshehodnih-potokov/>

3. Введение в моделирование пешеходных потоков: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/158975/>

4. Кликовштейн Г.И., Афанасьев М.Б. Организация дорожного движения: учеб. для вузов. – 5-е издание, перераб и доп. – М.: Транспорт, 2001. – 247 с.

5. Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень: ДБН 360-92\*\*, – [Чинний від 2002-04-19]. – К.: ДП «Укрархбудінформ», 2002. – 92 с. – (Національний стандарт України).

Отримано 23.10.2013