

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТРАЄКТОРІЇ ПОВОРОТНИХ ПОТОКІВ НА ПРОПУСКНУ ЗДАТНІСТЬ РЕГУЛЬОВАНОГО ПЕРЕХРЕСТЯ

Просвірнін О. В., студент гр. ТД-51-22
Рябушенко О. В., канд. техн. наук, доц.

Забезпечення достатньої пропускної спроможності дорожньої мережі є необхідною умовою для стабільної роботи транспортної системи міста. Особливо відповідальною складовою є регульовані перехрестя, які часто стають причиною заторів та обмежують пропускну здатність доріг загалом. Ця проблема є актуальною для багатьох країн у світі [1].

В умовах значного збільшення кількості транспортних засобів, площа вулиць та пропускна спроможність перехресть майже не збільшуються в містах України. [1].

За допомогою оптимізації параметрів світлофорного регулювання можна скоротити затримки та черги транспортних засобів, підвищити пропускну здатність перехресть отже, поліпшити якість роботи транспортної мережі [2].

У науковій літературі та нормативних документах недостатньо уваги приділено геометричним параметрам перетину, які є одним із факторів, що впливають на пропускну здатність регульованого перехрестя. Саме геометричні параметри перетину перш за все впливають на характеристики руху виділених поворотних потоків та, в результаті, на величину потоку насичення.

Дослідження впливу геометричних параметрів перехресть на характеристики руху транспортних потоків через їх нерівномірний характер і трудомісткість є ускладненими. Однак, сучасні програмні комплекси, зокрема PTV VISSIM, дозволяють проводити широкий спектр досліджень функціонування перехрестя методом імітаційного моделювання. Багатьма авторами було підтверджено високу якість моделювання руху транспортних потоків на регульованих перехрестях за допомогою VISSIM [2-7].

Головною метою даного дослідження є уточнення впливу геометричних параметрів регульованого перехрестя на інтенсивність руху поворотних транспортних потоків, зокрема радіусу закруглення проїзної частини. Для цього використовується метод імітаційного моделювання та програмний продукт PTV VISSIM.

На графіку, який зображено на рисунку 1, показано залежність потоку насичення від радіусу траєкторії руху поворотного потоку, використовуючи три різні методики. Значення ідеального потоку насичення становить 1900 автомобілів на годину згідно з рекомендаціями HCM2010, а коефіцієнт зчеплення складає 0,8.

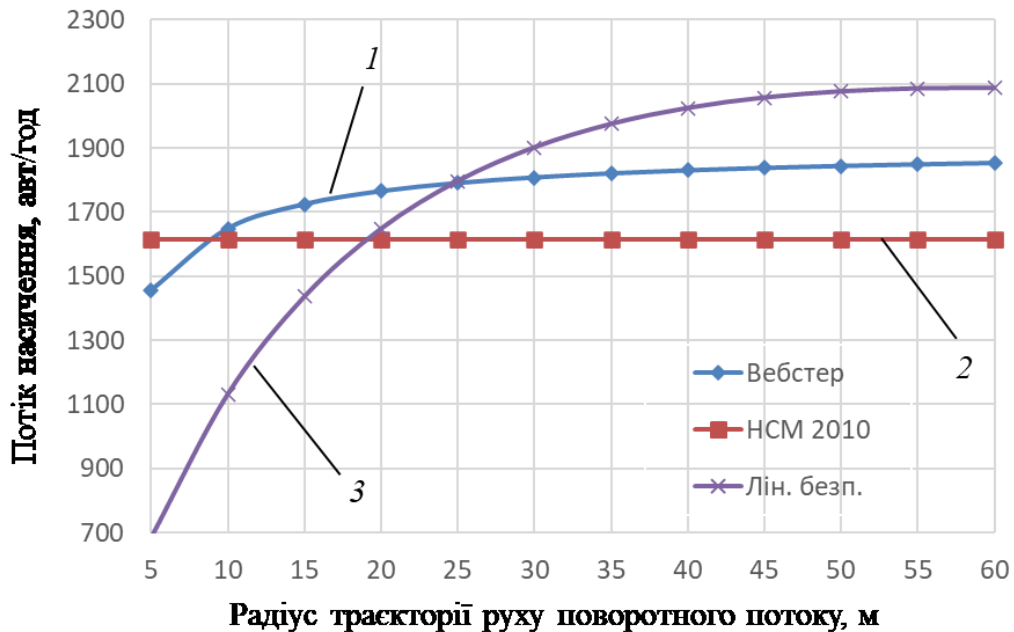


Рисунок 1 - Графіки залежності розрахункового потоку насичення від радіусу траєкторії руху поворотного потоку за різними методиками: 1 – за методикою Ф. Вебстера; 2 – за методикою НСМ2010; 3 – за умови лінійної безпеки

За даними графіка можна зрозуміти, що потік насичення, розрахований за методом лінійної безпеки, є найбільшим серед трьох методів при значеннях радіусу траєкторії поворотного потоку більше 25 метрів, проте швидко зменшується при зменшенні радіусу траєкторії та стає найменшим при малих значеннях радіусу. При радіусі траєкторії руху потоків 18 метрів, значення потоку насичення співпадає з оцінками НСМ2010. Корегування потоку насичення за методикою Ф. Вебстера призводить до поступового зростання потоку насичення при збільшенні радіусу.

Для порівняльного аналізу достовірності різних методів корегування потоку насичення рекомендується виконати оцінку значень потоку насичення поворотного потоку на регульованому перехресті. Це можна зробити за допомогою емпіричних моделей та результатів імітаційного моделювання руху транспортних засобів на перехресті.

Для цього була створена модель умовного перехрестя в середовищі VISSIM, що дозволяє промодельовувати рух транспортних засобів на перехресті з різними значеннями радіусу траєкторії руху. Для експерименту достатньо було моделювати рух лише одного правоповоротного потоку. Для створення достатньо довгої черги автомобілів перед стоп-лінією необхідно було встановити достатньо великий обсяг вхідного потоку та відповідні параметри циклу регулювання. Остаточні параметри моделі були вибрані наступними:

1. Ізольоване перехрестя з виділеним потоком, що рухається праворуч.
2. Режим роботи ССП є двофазний: $t_q = 70$ с; $t_3 = 40$ с; $t_{жс} = 3$ с.
3. Транспортний потік складається з легкових автомобілів.
4. Ширина смуги руху 3,5 м;

5. Інтенсивність вхідного поворотного потоку – 10000 авт/год.

На рис. 2 показано скріншот процесу імітації руху правоповоротного потоку.

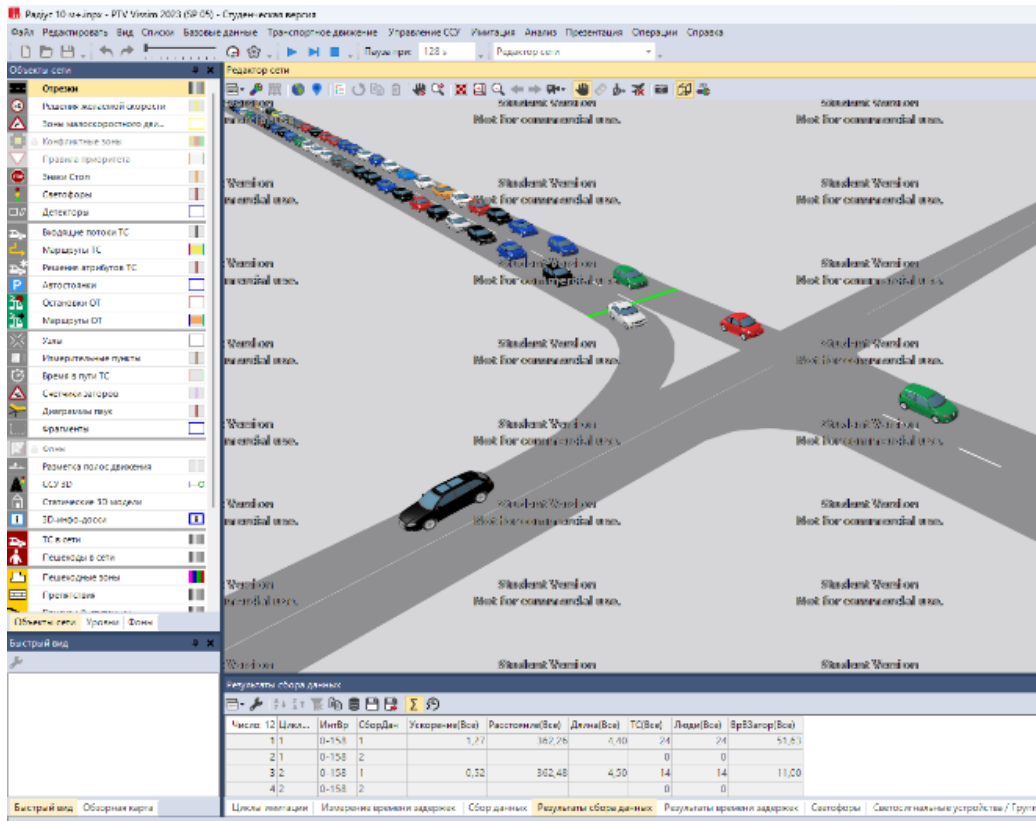


Рисунок 2 - Скріншот процесу моделювання

Для вимірювання потоку насичення поворотного транспорту було встановлено віртуальний детектор одразу за стоп-лінією. Кількість автомобілів, що перетинали стоп-лінію впродовж 30 секунд основного циклу після включення зеленого сигналу, використовувалася для визначення потоку насичення. Щоб забезпечити достатню чергу на стоп-лінії, урахувалася інтенсивність руху в другому циклі світлофора. Загальна кількість автомобілів, що перетинали стоп-лінію, була скоригована шляхом віднімання кількості автомобілів, що перетнули стоп-лінію в першому циклі. Було проведено 10 імітаційних циклів для кожної геометричної схеми перехрестя при різних значеннях стартового випадкового числа. Після перерахунку на годинну інтенсивність усереднене значення експериментального потоку насичення можна отримати як:

$$M_e = \frac{3600 \cdot \bar{N}_i}{30} = 12 \cdot \bar{N}_i, \quad (1)$$

де \bar{N}_i - середня кількість зафіксованих детектором ТЗ

Таблиця 1. Результати імітаційного моделювання

Радіус траєкторії руху поворотного потоку, м	Середня вимірювана кількість ТЗ	Потік насичення за результатами моделювання, авт./год
5,08	13,0	1560
9,94	13,9	1668
15,12	15,4	1848
20,8	16,2	1944
24,20	16,7	2004
30,15	16,1	1932
34,22	16,6	1992
40,21	16,5	1980
45,07	16,0	1920
50,17	16,6	1992
54,10	16,2	1944

Отримані в результаті імітаційного моделювання значення потоку насичення наведені в табл. 1. На рис. 3 показано співставлення отриманих в результаті імітаційного моделювання значень потоку насичення з обраними для порівняння емпіричними моделями.

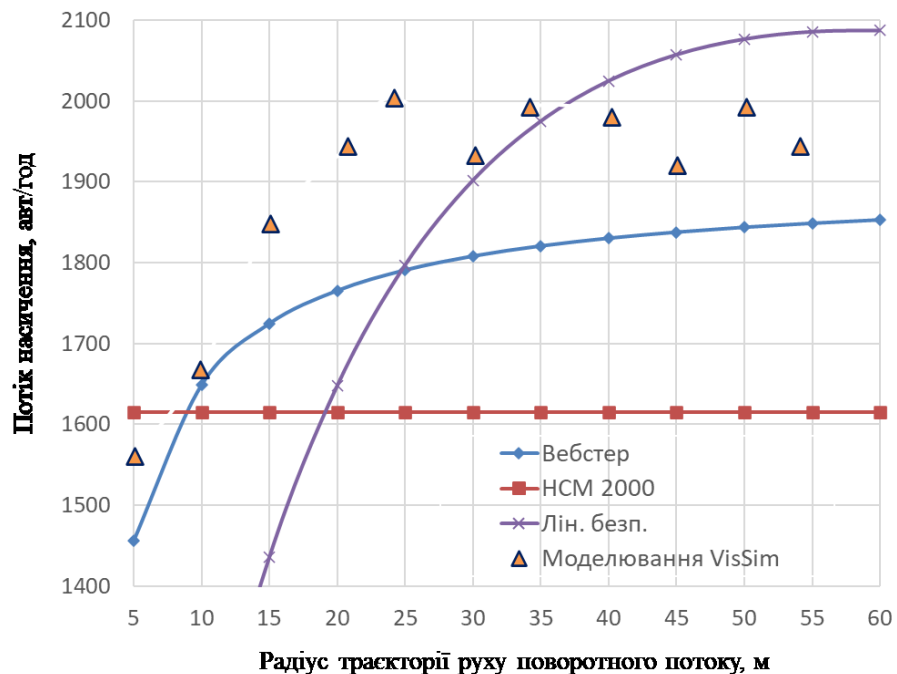


Рисунок 3 - Співставлення експериментальних значень потоку насичення з емпіричними графіками

За результатами дослідження було виявлено, що експериментальні значення і методика НСМ2000 співпадають добре лише для малих значень

радіусу, приблизно 5 - 10 метрів. Це означає, що при використанні зазначеної методики для коригування інтенсивності поворотного потоку, який рухається по траєкторії з більшим радіусом, значення потоку насичення будуть менші. Можливо, отримані великі значення інтенсивності є результатом того, що в програмі VISSIM закладена математична модель поведінки водіїв, яка передбачає рух транспортних засобів з меншими інтервалами, ніж у розглянутих емпіричних моделях. Таким чином, подальші дослідження в цьому напрямку мають науковий інтерес та можуть бути корисними для оптимізації параметрів світлофорного регулювання на перехрестях.

Література

1. Луцкін Є. С., Серьогіна Н. В. Основні проблеми та можливості розвитку дорожньо-транспортної інфраструктури України. Вісник ОДАБА. 2016. № 63. С. 223-229.
2. Volodymyr Sistuk, Yurii Monastyrskyi. Comparative study of VISSIM and HCM technique LOS determination as exemplified by T-shape and partial cloverleaf interchanges. *ICCPT 2019: Current Problems of Transport: Proceedings of the 1st International Scientific Conference*, May 28-29, 2019, Ternopil, Ukraine.
3. Mahmoud Arafat, Sajidur Rahman Nafis, Eazaz Sadeghvaziri, Fahmid Tousif. A data-driven approach to calibrate microsimulation models based on the degree of saturation at signalized intersections. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*. Volume 8, November 2020. Doi:10.1016/j.trip.2020.100231.
4. H.S. Buck, N. Mallig, P. Vortisch Calibrating VISSIM to analyze delay at signalized intersections. *Transp. Res. Rec.*, 2615 (1). 2017, pp. 73-81. Doi:10.3141/2615-09.
5. B. Vinayaka, Rahul L Kadam. Saturation and Delay Model Microsimulation Using Vissim - A Case Study. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*. ISSN: 2278-0181. Vol. 5 Issue 06. 2016. Doi: 6.17577/IJERTV5IS060790.
7. Buck H. Sebastian; Mallig Nicolai; Vortisch Peter. Calibrating Vissim to Analyze Delay at Signalized Intersections. *Transportation Research Record*. Volume 2615 (1). 2017. Doi: 10.3141/2615-09.