



RS Global
Journals

Scholarly Publisher
RS Global Sp. z O.O.
ISNI: 0000 0004 8495 2390

Dolna 17, Warsaw, Poland 00-773
Tel: +48 226 0 227 03
Email: editorial_office@rsglobal.pl

JOURNAL	World Science
p-ISSN	2413-1032
e-ISSN	2414-6404
PUBLISHER	RS Global Sp. z O.O., Poland
ARTICLE TITLE	MICROSCOPIC TRAFFIC FLOW MODEL WITH INFLUENCE OF PASSENGER TRANSPORT
AUTHOR(S)	Polishchuk Volodymyr, Popov Stanislav
ARTICLE INFO	Polishchuk Volodymyr, Popov Stanislav. (2023) Microscopic Traffic Flow Model With Influence of Passenger Transport. <i>World Science</i> . 2(80). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30062023/8015
DOI	https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30062023/8015
RECEIVED	21 May 2023
ACCEPTED	29 June 2023
PUBLISHED	30 June 2023
LICENSE	 This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License .

© The author(s) 2023. This publication is an open access article.

MICROSCOPIC TRAFFIC FLOW MODEL WITH INFLUENCE OF PASSENGER TRANSPORT

Polishchuk Volodymyr

Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University,
Head of the Department of Transport Systems and Traffic Safety,
ORCID ID: 0000-0003-3145-7225

Popov Stanislav

National Transport University, Department of Transport Systems and Traffic Safety
ORCID ID: 0000-0002-9373-2934

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30062023/8015

ARTICLE INFO

Received: 21 May 2023

Accepted: 29 June 2023

Published: 30 June 2023

KEYWORDS

Traffic Management,
Microscopic Traffic Simulation,
Mixed Traffic Flow,
Traffic Behavior Modeling.

ABSTRACT

To analyze the influence of passenger transport on traffic flow, we develop a microscopic traffic flow model that incorporates various factors such as vehicle speed, acceleration, deceleration, lane-changing behavior, and interaction between different types of vehicles. The model takes into account the specific characteristics of passenger transport vehicles, their behavior in mixed traffic, and their impact on the overall traffic flow. We conducted extensive simulations using the developed microscopic traffic flow model to evaluate the influence of passenger transport on the traffic flow characteristics. The simulations were based on real-world scenarios and considered different traffic conditions, including varying traffic volumes. Our results demonstrate that the presence of passenger transport vehicles has a significant impact on the microscopic characteristics of traffic flow on country roads. We observed that the introduction of passenger transport vehicles affects the overall traffic flow dynamics, including vehicle speeds, acceleration patterns, and lane-changing behavior of both passenger transport and other vehicles in traffic flow. Furthermore, we found that the interaction between passenger transport and other vehicles plays a crucial role in determining the traffic flow characteristics. Additionally, our study highlights the importance of considering passenger transport in traffic flow models and transportation planning. The presence of passenger transport vehicles can significantly impact the overall performance of the road network, including travel time, congestion, and safety. Therefore, incorporating the characteristics and behavior of passenger transport vehicles into traffic flow models can provide more accurate predictions and assist in developing effective traffic management strategies. In conclusion, this study contributes to a better understanding of the influence of passenger transport on the microscopic characteristics of traffic flow on roads. The developed microscopic traffic flow model provides valuable insights into the behavior of passenger transport vehicles and their interaction with other vehicles, leading to a comprehensive understanding of traffic flow dynamics. The findings of this study can aid transportation planners and policymakers in making informed decisions for improving the efficiency, safety, and sustainability of road networks.

Citation: 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

Copyright: © 2023 Polishchuk Volodymyr, Popov Stanislav. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Аналіз останніх досліджень.

Було проаналізовано наукові дослідження впливу маршрутного транспорту на транспортні засоби потоку [1-3]. Встановлено, що безпека руху пасажирського маршрутного транспорту в сучасних дослідженнях не розкрита в повному обсязі та вимагає додаткових досліджень у зв'язку з великою актуальністю. При складанні маршруту безпека враховується опосередковано.

Методики розрахунку ступеня небезпеки або методики організації маршруту яка враховувала би рівень безпеки зараз не існує. Тому, для організації руху пасажирського маршрутного транспорту на автомобільних дорогах слід розробити відповідну методику, яка буде дозволяти враховувати при проектуванні маршруту безпеку руху на підставі наведених характеристик дорожнього руху.

Загальна частина.

Розглянемо вплив маршрутних транспортних засобів на транспортні засоби потоку на мікрорівні у вигляді сумісного руху транспортних засобів потоку з пасажирськими маршрутними транспортними засобами на ділянці дороги визначеної довжини.

Необхідність застосування мікроскопічного підходу зв'язана з наявністю у транспортному потоці пасажирських маршрутних транспортних засобів маневрів зупинки на відповідному пункті, вказане явище має мікроскопічний рівень, що потребує застосування відповідного підходу.

В теорії транспортних потоків взаємодію транспортних засобів в межах ділянки дороги визначеної довжини прийнято характеризувати за допомогою характеристик рівномірності руху транспортних засобів [4...8].

Класичними характеристиками взаємодії транспортних засобів у певній сукупності прийнято вважати [6, 9]:

- шум швидкості;
- шум прискорення;
- шум „енергії”.

Математичний запис зазначених характеристик наведемо у наступному загальноприйнятому вигляді [6, 10-11]:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_v^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (v_i - v_{cp})^2, \\ \sigma_a^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (a_i - a_{cp})^2, \\ \sigma_k^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (a_i v_i - (a_i v_i)_{cp})^2, \end{array} \right. \quad (1)$$

σ_v - середнє квадратичне відхилення швидкостей руху транспортних засобів на ділянці дороги визначеної довжини, м/с;

σ_a - середнє квадратичне відхилення прискорення руху транспортних засобів на ділянці дороги визначеної довжини, м/с²;

σ_k - середнє квадратичне відхилення „кінетичної енергії” транспортних засобів на ділянці дороги визначеної довжини, м²/с³;

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

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

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

V_{cp} - середнє арифметичне значення швидкостей транспортних засобів, що знаходилися на ділянці дороги визначеної довжини у момент часу проведення вимірювань, м/с;

a_{cp} - середнє арифметичне значення прискорень транспортних засобів, що знаходилися на ділянці дороги визначеної довжини у момент часу проведення вимірювань, м/с.

Вплив маршрутного транспорту на характеристики транспортного потоку на мікрорівні взаємодії окремих транспортних засобів пропонується розкрити шляхом введення у залежності (1) величин середніх арифметичних значення для пасажирських маршрутних транспортних засобів.

З урахуванням вказаного запишемо наступні формули:

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

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

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;

σ_k - середнє квадратичне відхилення „кінетичної енергії” транспортних засобів на ділянці дороги визначеної довжини відносно середнього арифметичного значення „кінетичної енергії” транспортних засобів пасажирського маршрутного транспорту, м²/с³;

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

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

V_m - середнє арифметичне значення швидкостей пасажирських маршрутних транспортних засобів, що знаходилися на ділянці дороги визначеної довжини у момент часу проведення вимірювань, м/с;

a_m - середнє арифметичне значення прискорень пасажирських маршрутних транспортних засобів, що знаходилися на ділянці дороги визначеної довжини у момент часу проведення вимірювань, м/с.

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

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

Вказані дослідження потребують подальшої експериментальної перевірки в рамках формалізації методики безпеки руху пасажирського маршрутного транспорту на автомобільних дорогах загального користування.

Висновок.

Таким чином, згідно проведеного аналізу загальних умов руху пасажирського маршрутного транспорту в транспортному потоці на автомобільних дорогах з'ясовано наступне:

- рух транспортного потоку на автомобільних дорогах пов'язаний зі значними швидкостями та інтенсивностями, тому безпека руху є одним з актуальних питань;
- наведені мікроскопічні характеристики взаємодії пасажирського маршрутного транспорту з транспортними засобами потоку;
- виникає потреба у формулюванні характеристик на макроскопічному, мікроскопічному та інженерно-психологічному рівнях взаємодії пасажирського маршрутного транспорту з транспортними засобами потоку та записі загальної характеристики.

REFERENCES

1. Roy, R., Saha, P. Analysis of vehicle-type-specific headways on two-lane roads with mixed traffic (2020) *Transport*, 35 (6), pp. 588-604. Cited 4 times., <http://journals.vgtu.lt/index.php/Transport/about> doi: 10.3846/transport.2020.14136.
2. Roy, R., Saha, P., Headway distribution models of two-lane roads under mixed traffic conditions: a case study from India (2018) *European Transport Research Review*, 10 (1), art. no. 3., <http://www.springer.com/engineering/mechanical+eng/journal/12544>.
3. Linheng Li, Can Wang, Ying Zhang, Xu Qu, Rui Li, Zhijun Chen, Bin Ran, Microscopic state evolution model of mixed traffic flow based on potential field theory, *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, Volume 607, 2022, 128185, ISSN 0378-4371, <https://doi.org/10.1016/j.physa.2022.128185>.
4. Li, L., Chen, X.M., Vehicle headway modeling and its inferences in macroscopic/microscopic traffic flow theory: A survey (2017) *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 76, pp. 170-188. www.elsevier.com/inca/publications/store/1/3/0/ doi: 10.1016/j.trc.2017.01.007.
5. Traffic flow dynamics: Data, models and simulation. (2013) *Traffic Flow Dynamics: Data, Models and Simulation*, pp. 1-503. Doi: 10.1007/978-3-642-32460-4.
6. Drew, D. (1972). Theory of transport flows and their management. *Transport*.
7. Chai, C., Wong, Y.D., Micro-simulation of vehicle conflicts involving right-turn vehicles at signalized intersections based on cellular automata (2014) *Accident Analysis and Prevention*, 63, pp. 94-103. doi: 10.1016/j.aap.2013.10.023.
8. Ali, Y., Zheng, Z., Haque, M.M., Wang, M., A game theory-based approach for modelling mandatory lane-changing behaviour in a connected environment (2019) *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 106, pp. 220-245. www.elsevier.com/inca/publications/store/1/3/0/ doi: 10.1016/j.trc.2019.07.011.
9. Daamen, W., Buisson, C., Hoogendoorn, S.P., Traffic simulation and data: Validation methods and applications (2014) *Traffic Simulation and Data: Validation Methods and Applications*, pp. 1-244. <http://www.tandfebooks.com/doi/book/10.1201/b17440> ISBN: 978-148222871-7; 978-148222870-0 doi: 10.1201/b17440.
10. Fountoulakis, M., Bekiaris-Liberis, N., Roncoli, C., Papamichail, I., Papageorgiou, M. Highway traffic state estimation with mixed connected and conventional vehicles: Microscopic simulation-based testing (2017) *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 78, pp. 13-33.

www.elsevier.com/inca/publications/store/1/3/0/
doi: 10.1016/j.trc.2017.02.015.

11. Ghiasi, A., Hussain, O., Qian, Z.S., Li, X., A mixed traffic capacity analysis and lane management model for connected automated vehicles: A Markov chain method, (2017) *Transportation Research Part B: Methodological*, 106, pp. 266-292
www.elsevier.com/inca/publications/store/5/4/8/
doi: 10.1016/j.trb.2017.09.022.