

Применение метода континуального моделирования автотранспортных потоков для решения задачи о динамике транспортных средств, движущихся по однонаправленной кольцевой однополосной дороге со светофором

Цюпаченко Сергей Евгеньевич

Студент (специалист)

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
Механико-математический факультет, Кафедра газовой и волновой динамики, Москва,
Россия

E-mail: sergei-cupa@list.ru

Целью данной работы является изучение методов моделирования транспортных потоков и последующее применение изученных методов при решении задачи о динамике транспортных средств. Хотя первые подходы к изучению данной проблемы появились в середине XX века (в работах Лайтхилла и Уизема, Ричардса и Гринберга [2, 3, 4]), применение полученных в рамках разработанной теории результатов остаются слабыми. Согласно одному из современных исследований [6], три российских города находятся в пределах первых десяти позиций рейтинга загруженности дорог среди крупнейших городов мира, так что актуальность изучения данной проблемы остаётся высокой.

Сам процесс появления затруднений на дорогах достаточно сложный, поскольку они могут являться как следствием трансформации условий в дорожной среде (появление светофоров, изменение количества полос и так далее вплоть до переменного вертикального профиля дорожного полотна, т.е. эстакад и туннелей [5]), так и следствием различных изменений в самом потоке, в частности даже тогда, когда явных предпосылок к изменению параметров транспортного потока нет [7].

В то же время исследуемая в данной работе модель основывается на использовании механики сплошной среды, учитывая при этом технические особенности движения транспортных средств и поведение водителей. Так, поставленная модель отвечает и неустоявшемуся движению транспортного потока по кольцевой дороге. Расширение представленной модели и результатов решения модельной задачи на более комплексные случаи позволит в дальнейшем моделировать движение транспортных средств в любых условиях с высокой точностью.

Рассматривается однонаправленный поток машин по автомагистрали с однополосным движением [1]. Сначала необходимо определить саму математическую модель, в рамках которой будут производиться выкладки. Наиболее удачным выбором уравнений является уравнения, описывающие газовую и волновую динамику. Параметры данной модели могут задаваться в некоторый момент времени, тогда с помощью решения уравнений, описывающих данную модель, должна быть возможность рассчитать параметры в последующие моменты времени (хотя бы с помощью численных методов). Следующим шагом является анализ полученных решений уравнений для всех случаев движения транспортных средств, в том числе в случаях неустоявшегося движения. Тогда полученные результаты могут быть применены непосредственно для решения модельной задачи и последующего анализа вычисленных параметров.

Использование дифференциальных уравнений в частных производных, описывающих параметры системы, позволило смоделировать транспортную ситуацию на всей полосе. Также полученные результаты можно применить к разрешению вопроса о безопасности выбранного режима движения, что является первоочередной задачей при моделировании транспортных потоков.

Источники и литература

- 1) Смирнов Н.Н., Киселёв А.Б., Никитин В.Ф., Юмашев М.В. Математическое моделирование автотранспортных потоков. — М.: Механико-математический ф-т МГУ им. М.В. Ломоносова, 1999. 5-19.
- 2) Greenberg H. An analysis of traffic flow. *Operations Research*. 1959. Vol. 7. 79-85
- 3) Lighthill M.J., Whitham F.R.S. On kinetic waves II. A theory of traffic flow on long crowded roads. *Proc. of the Royal Society. Ser. A. No. 1178. Vol. 229. London, 1955. 317-345.*
- 4) Richards P.L. Shock waves on the highway. *Operations Research*. 1956. Vol. 4. 42-51.
- 5) Yongliang Zhang, M.N. Smirnova, Jian Ma, Zuojin Zhu, N.N. Smirnov. Freeway tunnel effect of travel time based-on a double lane traffic model. *International Journal of Transportation Science and Technology*. 2021.
- 6) Tomtom traffic index; Ranking 2021. Электронный ресурс. URL: https://www.tomtom.com/en_gb/traffic-index/ranking/
- 7) Morris R. Flynn, Aslan R. Kasimov, Jean-Christophe Nave, Rodolfo Ruben Rosales, Benjamin Seibold. Traffic Modeling - Phantom Traffic Jams and Traveling Jamitons. Электронный ресурс. URL: <https://math.mit.edu/traffic/>