

УДК 656.13

DOI 10.52928/2070-1616-2024-49-1-67-70

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ СКОРОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ В ГОРОДАХ

*д-р техн. наук, проф. А.О. ЛОБАШОВ, д-р техн. наук, доц. Д.В. КАПСКИЙ,
С.С. СЕМЧЕНКОВ*

(Белорусский национальный технический университет, Минск)

Обоснована актуальность темы исследования и дан краткий обзор разработанных ранее методов оценки влияния параметров транспортных сетей городов на характеристики транспортных потоков. Приведены полученные в результате исследований закономерности изменения скорости транспортных потоков в городах. Представлены разработанные математические модели изменения скорости транспортных потоков в зависимости от плотности транспортной сети города и уровня транспортного спроса.

Ключевые слова: *скорость транспортного потока, транспортная сеть, математическая модель, транспортный спрос, уровень автомобилизации.*

Введение. Транспортная система города должна обеспечивать бесперебойное, безопасное, своевременное перемещение людей и грузов. Ее функционирование в значительной степени определяется параметрами транспортных сетей. Значения параметров транспортных потоков задаются как характеристиками транспортных средств, так и внешними факторами, к которым относится транспортная сеть города. Ее плотность зависит от типа планировочной структуры города и уровня развития городского транспорта. Кроме того, наблюдаемый в последние годы рост автомобильного парка, уровня автомобилизации городов также влияет на работу транспортных сетей.

В связи с этим сегодня существует необходимость изучения зависимости между параметрами городских транспортных сетей и характеристиками транспортных потоков. Скорость и время передвижения по транспортной сети – показатели, в значительной степени определяющие общее время перевозок грузов, пассажиров и, соответственно, эффективность работы транспортной системы города в целом.

На наш взгляд, проблема исследования закономерностей изменения скорости транспортных потоков в городах достаточно актуальна.

Основная часть. Исследованию закономерностей изменения параметров транспортных процессов в зависимости от характеристик транспортных сетей посвящено множество работ. К примеру, было исследовано влияние планировочной структуры города и площади его застроенной местности на уровень развития разных видов транспорта [1]. Однако данное исследование не затрагивает вопрос, как влияет транспортная сеть на основные характеристики транспортных потоков, параметры пассажирских и грузовых перевозок.

Согласно [2], разработаны рекомендации по уровню развития транспортных сетей городов по показателю линейной плотности. Кроме того, в данной работе проведен анализ характеристик эффективности различных планировочных структур городов. Они сравниваются по таким показателям, как коэффициент непрямолинейности, удельный вес дублирующих направлений движения, степень загрузки движением центра города, удельный вес сложных узлов и т.д. Несмотря на значимость данных исследований, они тоже не решают сформулированную проблему.

В работе [3] рассматриваются зависимости между параметрами дорожного движения и уровнем развития транспортной сети. В качестве показателя, характеризующего уровень развития транспортной сети, была принята удельная плотность транспортной сети. Представленные зависимости могут использоваться для оценки состояния дорожного движения в городе после внедрения мероприятий по реконструкции и развитию транспортной сети. Но данные зависимости не учитывают взаимосвязь параметров дорожного движения от уровня автомобилизации в городе. Поэтому представляется целесообразным изучение зависимости показателей эффективности и безопасности движения, а также получение закономерностей изменения скорости передвижения по транспортной сети города в зависимости от уровня ее развития и уровня автомобилизации в городе.

Исследование указанной зависимости выполнялось с помощью модели транспортных потоков [4]. Методика исследования базируется на моделировании распределения и параметров транспортных потоков в городе при варьировании удельной плотности транспортной сети и автомобилизации в городе. Исследования выполнялись для утреннего часа пик весенне-летнего сезона года в г. Харькове.

Исследование закономерностей влияния параметров транспортной сети на скорость транспортных потоков выполнялось в определенной последовательности. Для этого были использованы рекомендации, приведенные в [4]. В общем виде структурная схема методики исследования влияния параметров транспортной сети на скорость транспортных потоков представлена на рисунке 1.

На первом этапе данной методики (см. рисунок 1) была разработана компьютерная модель функционирования транспортной сети города. Выполненная проверка адекватности модели показала приемлемые результаты. Средняя ошибка аппроксимации составила 8,14%.

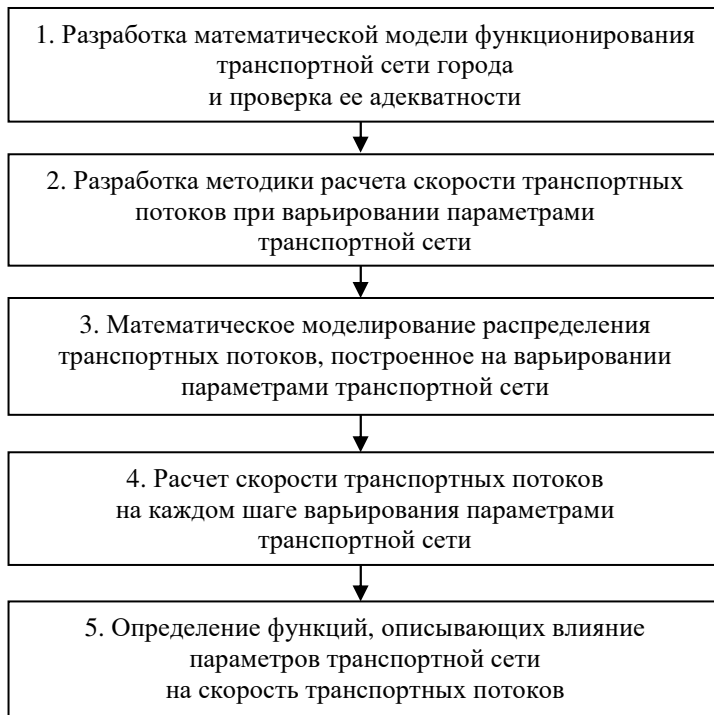


Рисунок 1. – Структурная схема методики исследования влияния параметров транспортной сети на скорость транспортных потоков

Следующим шагом стала разработка методики расчета скорости транспортных потоков при варьировании параметрами транспортной сети. Данная методика предполагает расчет скорости транспортных потоков на отдельных участках транспортной сети. Затем на основании полученных данных будет рассчитана средняя скорость передвижения по транспортной сети города.

На третьем этапе выполняется математическое моделирование распределения транспортных потоков, построенное на варьировании параметрами транспортной сети. На каждом шаге варьирования параметрами транспортной сети производится распределение транспортных потоков.

После моделирования распределения транспортных потоков был получен достаточный объем статистики изменения скорости транспортных потоков (этап 4). Согласно статистике, проявляется взаимосвязь параметров транспортной сети и скорости транспортных потоков на городских улицах.

На заключительном – пятом – этапе определялись вид и параметры функций, описывающих влияние параметров транспортной сети на скорость транспортных потоков.

Реализация методики (см. рисунок 1) позволила определить параметры математических моделей влияния параметров транспортной сети на скорость транспортных потоков. На рисунках 2 и 3 представлены однофакторные модели изменения средней скорости передвижения по транспортной сети.

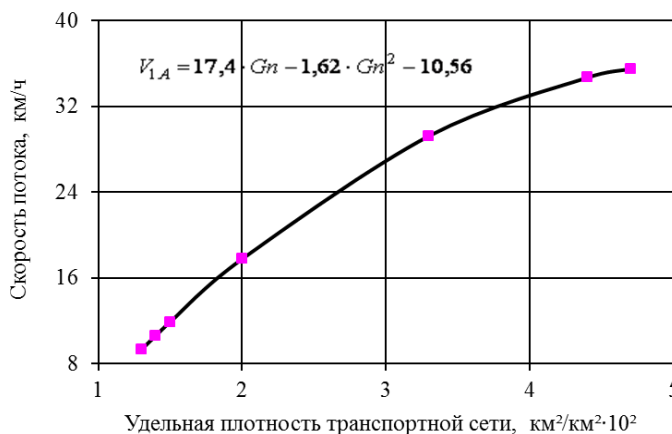


Рисунок 2. – Зависимость скорости транспортного потока (V1,А) от удельной плотности (Gn) транспортной сети

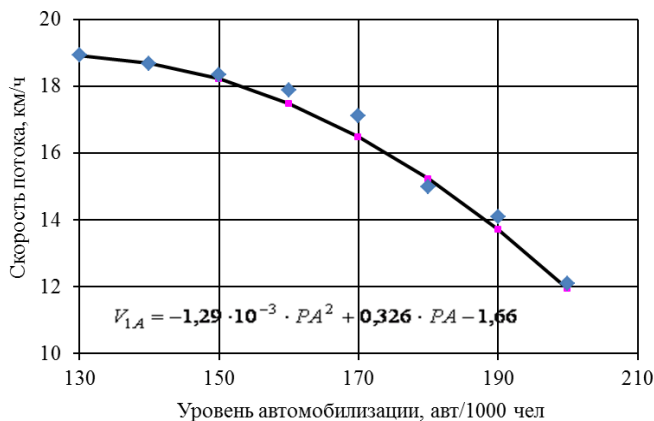


Рисунок 3. – Зависимость скорости транспортного потока (V1A) от уровня автомобилизации (PA)

Данные модели характеризуются удовлетворительной теснотой связи между зависимыми и независимыми переменными. Для модели, представленной на рисунке 2, средняя ошибка аппроксимации составила 6,7%; для модели, представленной на рисунке 3, – 8,2%.

Обработка полученной статистики позволила рассчитать параметры двухфакторной модели изменения средней скорости передвижения по транспортной сети города. Зависимость (рисунок 4) была получена по результатам моделирования распределения транспортных потоков при одновременном варьировании двумя факторами.

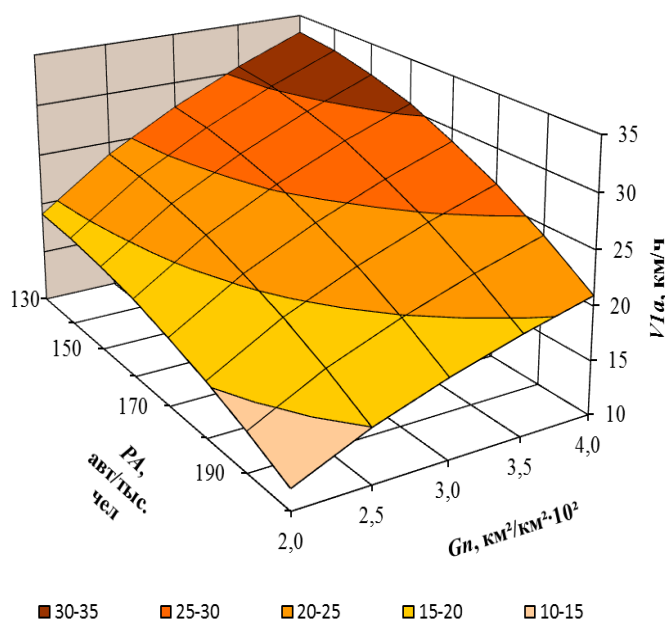


Рисунок 4. – Зависимость скорости транспортного потока (V1A) от плотности транспортной сети (Gn) и уровня автомобилизации (PA)

Данная зависимость имеет также удовлетворительные статистические характеристики. Коэффициент корреляции составил 0,92, средняя ошибка аппроксимации – 9,8%.

Заключение. Результаты представленного исследования позволили сделать ряд выводов о перспективах изменения скорости транспортных потоков в городах. В частности, при сохранении существующих темпов развития транспортной сети города через 20–25 лет произойдет уменьшение средней скорости передвижения на 35–38%, увеличение среднего времени передвижения на 68–70%.

Для сохранения существующих условий движения в городах, с учетом тенденций роста уровня автомобилизации, необходимо обеспечить ежегодный рост плотности транспортной сети на 3%.

Представленные регрессионные модели изменения скорости транспортных потоков в городах адекватны и пригодны для использования при решении различных задач повышения эффективности функционирования транспортных систем городов.

В дальнейшем данные модели могут использоваться для прогнозирования параметров перевозок грузов и пассажиров в городах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Автомобильные перевозки и организация дорожного движения: [пер. с англ.] / В.У. Рэнкин, П. Клафи, С. Халберт и др. – М.: Транспорт, 1981. – 592 с.
2. Лобанов Е.М. Транспортная планировка городов. – М.: Транспорт, 1990. – 240 с.
3. Estimating the Parameters of Traffic Flows on the Basis of Processing of Localization Data on the Movement of Vehicles / D. Kapski, V. Kasyanik, O. Lobashov // Communications – Scientific letters of the University of Zilina. – 2019. – Т. 21, №. 2. – P. 89–99. DOI: 10.26552/com.C.2019.2.89-99
4. Establishing Patterns of the Urban Transport Flows Functioning On Urban Network Parameters / D. Burko, O. Lobashov, O. Prasolenko et al.// Transportation Research Procedia. – 2020. – Vol. 48. – P. 793–800. DOI: 10.1016/j.trpro.2020.08.082

REFERENCES

1. Rankin, V.U., Claffey, P., Halbert, S. & Zhuleva, V.I. (1981). *Avtomobil'nye perevozki i organizatsiya dorozhnogo dvizheniya*. Moscow: Transport. (In Russ.)
2. Lobanov, E.M. (1990). *Transportnaya planirovka gorodov*. Moscow: Transport. (In Russ.)
3. Kapski, D., Kasyanik, V., Lobashov, O., Volynets, A., Kaptsevich, O. & Galkin, A. (2019). Estimating the Parameters of Traffic Flows on the Basis of Processing of Localization Data on the Movement of Vehicles. *Communications – Scientific letters of the University of Zilina*, 21(2), 89–99. DOI: 10.26552/com.C.2019.2.89-99
4. Burko, D., Lobashov, O., Prasolenko, O., Gyulyev, N. & Kumar, C. (2020). Establishing Patterns of the Urban Transport Flows Functioning On Urban Network Parameters. *Transportation Research Procedia*, (48), 793–800. DOI: 10.1016/j.trpro.2020.08.082

Поступила 10.01.2024

PATTERNS OF SPEED CHANGES TRAFFIC FLOWS IN CITIES

A. LOBASHOV, D. KAPSKY, S. SEMCHENKOV
(Belarusian National Technical University, Minsk)

The relevance of the research topic is substantiated and a brief review of previously developed methods for assessing the influence of the parameters of urban transport networks on the characteristics of traffic flows is given. The patterns of changes in the speed of traffic flows in cities obtained as a result of research are given. The developed mathematical models of changes in the speed of traffic flows depending on the density of the transport network of the city and the level of transport demand are presented.

Keywords: traffic flow speed, transport network, mathematical model, transport demand, motorization level.