

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПОТОКОВ НА ДОРОЖНОЕ ДВИЖЕНИЕ

З.А. Черных, Н.Ю. Юдина

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В статье рассматривается модель, которая поможет определить влияние транспортного одного потока на другой при перемещении автомобиля на перекрестке. Для оценки распределения транспортных потоков на перекрестках нами используется статистические методы.

Ключевые слова: математическая модель; транспортная сеть; распределение потоков; оценка потоков; распределение потоков; звеньевые потоки

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF FLOW ON TRAFFIC

Z.A. Chernykh, N.Yu. Yudina

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The article discusses a model that will help determine the influence of one traffic flow on another when a car moves at an intersection. To assess the distribution of traffic flows at intersections, we use statistical methods.

Keywords: mathematical model; transport network; flow distribution; flow estimation; flow distribution; link flows

Транспортный поток формируется транспортными средствами, перемещающимися по выбранному маршруту и в определенный промежуток времени. Поток создается автомобилями, которые создают его на каждом отдельном звене рассматриваемой сети.

Сценарий движения, рассматриваемый в данной работе, касается транспортных потоков без заторов, с целью изучения стохастического поведения агрегированных транспортных потоков. Таким образом, мы предполагаем, что выбор маршрута не зависит от объема транспортного потока.

Транспортная сеть представлена направленным графом $G = (N, A)$, где N – множество узлов, а A – множество связей. Для каждого звена $a \in A$ часовой поток за промежуток времени $[t + 1]$ равен $v_a(t)$, где $t = 0, 1, \dots, 23$, а количество связей этого узла $\delta^{out}(n)$, тогда это количество разветвлений может быть определено по формуле (1)

$$\delta^{out}(n) = \{a \in A | \exists x \in N : a = (n, x)\}. \quad (1)$$

Для того чтобы адекватно описать транспортный поток необходимо рассматривать варианты влияния одного потока на другой, а для этого требуется рассматривать маршруты, где происходит пересечение транспортных потоков. Потоки по таким местам пересечений можно использовать для сбора статистической информации и дальнейшей ее обработки с помощью методов регрессионного анализа. Значения, получаемые в результате замеров, есть случайные величины. Предположим, что они соответствуют пуассоновскому распределению.

Чтобы оценить, как потоки отправляющихся автомобилей из узлов отправления отражаются на потоке на основного назначения, требуется определить разницу между ожидаемым потоком и измеренным. Для этого мы должны рассчитать среднеквадратичную R_{skv} и среднюю абсолютную R_{abs} ошибки в течении часа. Среднеквадратичная ошибка может быть вычислена по формуле (2).

$$R_{skv} = \sqrt{\frac{1}{24} \sum_{t=0}^{23} (\vartheta_a(t) - \tilde{\vartheta}_a(t))^2} \quad (2)$$

А средняя абсолютная ошибка вычисляется по формуле (3).

$$R_{abs} = \frac{1}{24} \sum_{t=0}^{23} |\vartheta_a(t) - \tilde{\vartheta}_a(t)| \quad (3)$$

В табл. 1 представлены расчёты среднеквадратичной и средней абсолютной ошибок, а также коэффициента корреляции Пирсона, который определяли между потоками, которые были получены в результате расчетов и истинными потоками соединений.

Таблица 5 – Расчет коэффициента корреляции и среднеквадратичной и средней абсолютной ошибок

№ узла исхода	№ узла на- значения	R_{skv}	R_{abs}	Коэффициент Пирсона	Маршрут
2	(29,12)	9,21	6,56	0,95	2-29-12
2	(29,22)	22,85	17,92	0,86	2-29-22
5	(19,31)	10,25	7,68	0,90	5-19-31
17	(16,21)	24,12	14,29	0,91	17-15-16-21
17	(16,23)	10,21	6,01	0,92	17-15-16-23
17	(23,29)	7,22	5,55	0,95	17-15-23-29

Число автомобилей в час для узлов 2, 5, 17 подадут в диапазоны [71, 701], [20, 321] и [84, 754]. Средние значения отправлений за час составляет 418, 174 и 405. На рисунках 1 представлены ожидаемый и измеренный потоки на линии.

Проведенное исследование включает 144 наблюдения. Относительная ошибка для каждого наблюдения определяется по формуле (4).

$$\mu = \frac{|\vartheta_a(t) - \tilde{\vartheta}_{a(t)}|}{\vartheta_a(t)} \quad (4)$$

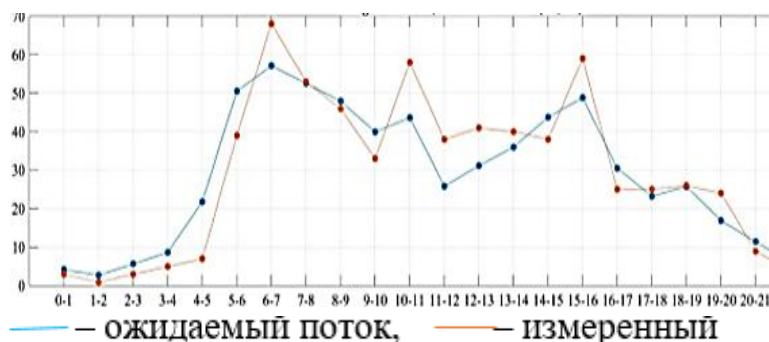


Рисунок 1 – Ожидаемый поток по каналу (23, 20) и измеренный поток за 24 часа

Относительная ошибка составила 22 % для 144 наблюдений. Полученная модель может служить для оценки влияния потока, который уходит из места отправления, на поток назначения.

Список литературы

1. A State-of-the-Art Review of the Sensor Location, Flow Observability, Estimation, and Prediction Problems in Traffic Networks / E. Castillo, Z. Grande, A. Calvino, W. Y. Szeto, H. K. Lo // Journal of Sensors. – 2019. – С. 27-38.
2. Allocation of Link Flow Detectors for Origin-Destination Matrix Estimation-A Comparative Study / T. Larsson, J. T. Lundgren, A. Peterson // Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering. – No. 25. – 2020. – С. 116-131.
3. Михеева Т. И., Михеев С. В., Богданова И. Г. Модели транспортных потоков в интеллектуальных транспортных системах // Современные проблемы науки и образования. – 2018. – № 6. – С. 216.
4. Zhang H.M. A non-equilibrium traffic model devoid of gas-like behavior // Transp. Res. B. – 2022. – Vol. 36. – P. 275-290.

References

1. A State-of-the-Art Review of the Sensor Location, Flow Observability, Estimation, and Prediction Problems in Traffic Networks / E. Castillo, Z. Grande, A. Calvino, W. Y. Szeto, H. K. Lo // Journal of Sensors. – 2019. – P. 27-38.
2. Allocation of Link Flow Detectors for Origin-Destination Matrix Estimation-A Comparative Study / T. Larsson, J. T. Lundgren, A. Peterson // Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering. – No. 25. – 2020. – P. 116-131.
3. Mikheeva T. I., Mikheev S. V., Bogdanova I. G. Models of transport flows in intelligent transport systems // Modern problems of science and education. – 2018. – No. 6. – P. 216.
4. Zhang H.M. A non-equilibrium traffic model devoid of gas-like behavior // Transp. Res. B. – 2022. – Vol. 36. – P. 275-290.