



УДК 656.13.08

© А. А. Скудина, 2011

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ДОЛИ «ПЛАВАЮЩИХ» АВТОМОБИЛЕЙ В ПОТОКЕ И ДИСКРЕТНОСТИ ПОЛУЧАЕМОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ДОСТОВЕРНОЙ ОЦЕНКИ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА

Скудина А. А. – асс. кафедры «Организация перевозок и дорожного движения», тел. (863) 263-12-90, e-mail: aspirant-2004@mail.ru (РГСУ)

В статье приводятся особенности применения теории транспортных потоков в интеллектуальных транспортных системах, а также метод мониторинга характеристик транспортного потока с помощью «плавающих» автомобилей. Предложены результаты экспериментального исследования на улично-дорожной сети Ростова-на-Дону с использованием «плавающих» автомобилей

The article considers features in application of the traffic flow theory to the intellectual transport systems, and also the monitoring technique of transport flow parameters with the so called “floating cars”. The investigation results obtained in the streets of Rostov-on-Don city with “floating” cars are presented.

Ключевые слова: характеристики транспортного потока, «плавающие» автомобили, дискретность получаемой информации.

Для поиска эффективных стратегий управления транспортными потоками и организации дорожного движения необходимо учитывать широкий спектр характеристик транспортного потока, закономерности влияния внешних и внутренних факторов на динамические характеристики смешанного транспортного потока.

Поэтому одним из актуальных направлений развития функций интеллектуальных транспортных систем является исследование методов мониторинга характеристик транспортных потоков с помощью «плавающих» автомобилей. Информация, полученная от «плавающих» автомобилей, может включать данные о местоположении автомобиля и его скорости, погодных условиях, характеристиках транспортных потоков, помехах, заторовых ситуациях. После соответствующей обработки и обобщения транспортную информацию можно использовать для управления дорожным движением и передачи дру-

гим участникам движения. Объем информации и оперативность ее обработки позволяют применять этот метод для управления движением в реальном режиме времени.

Таким образом, «плавающие» автомобили рассматриваются как средство улучшения информационного обеспечения дорожного движения. Функциональные возможности интеллектуальных транспортных систем позволяют произвести существенные изменения в методах мониторинга характеристик транспортных потоков и повысить качество дорожно-транспортной информации при управлении дорожным движением [1].

Для первоначальной оценки достоверности получаемой информации с помощью «плавающих» автомобилей необходимо проверить, при какой дискретности и доли «плавающих» автомобилей становятся существенными различия между скоростью, полученной при моделировании от «плавающих» автомобилей, и средней скоростью на перегоне. Эту задачу можно интерпретировать как одну из типичных задач дисперсионного анализа, когда требуется установить, является ли существенным на фоне случайных отклонений влияние различных факторов или их взаимодействие на влияние параметров процесса.

Для реализации этой задачи были проведены исследования по средствам микромоделирования на улично-дорожной сети. Для моделирования применялся программный комплекс AIMSUN.

Исследуемый участок улично-дорожной сети характеризуется прямоугольной схемой с объездом. Включает 20 пересечений в одном уровне.

Улично-дорожную сеть можно охарактеризовать как сеть общегородского значения. Общее протяжение улиц исследуемого участка сети составляет 24,05 км.

Период моделирования – 1 час. Эксперимент проводился для всех уровней обслуживания.

Основная цель исследования заключалась в определении необходимого количества «плавающих» автомобилей, постоянно курсирующих в исследуемом районе, и достаточной дискретности получения информации от «плавающих» автомобилей. Анализ полученных данных проводился с помощью дисперсионного анализа.

Для проверки нулевой гипотезы используется F-критерий.

Нулевая гипотеза отвергается в том случае, когда фактическое значение F-критерия окажется больше табличного значения при соответствующем уровне значимости и числе степеней свободы $F > F_{s,n-r,a}$.

Используя методику дисперсионного анализа, произведем оценку существенности влияния источника получения информации на достоверность получаемой информации [2, 3].

Сравнивая полученные значения F-критерия для исследуемых источников получения информации об основных характеристиках транспортного потока и табличное значение критерия для принятия нулевой гипотезы, можно



сделать вывод о том, что при выборе «плавающих» автомобилей как источника получения информации не происходит существенного влияния на оценку основных характеристик транспортного потока.

Первоначально дисперсионный анализ выполним для парных сравнений наблюдений скорости, полученной на перегонах, со скоростью, полученной от «плавающих» автомобилей, для доли «плавающих» автомобилей от 2 % до 50 % и дискретности измерения от 12 с. до 120 с.

Результаты дисперсионного анализа приведены в табл. 1–2.

При уровне удобства А и 2 % «плавающих» автомобилей в потоке можно сделать следующий вывод, что источник получаемой информации влияет на достоверность. При числе степеней свободы от 16 до 170 F-критерий превышает табличное значение, исключение составляют случаи при дискретности получения информации 40 и 120 с. Это можно расценить как скопление «плавающих» автомобилей на одном перегоне или улице. Такая же ситуация и с остальными улицами. При 3 и 5 % «плавающих» автомобилей в сети также не достаточно информации, поступающей от «плавающих» автомобилей, чтобы говорить о ее достоверности. При таком количестве «плавающих» автомобилей в сети остаются перегоны, на которых вообще отсутствуют «плавающие» автомобили. Можно сделать вывод, что 2, 3, 5 % «плавающих» автомобилей в сети недостаточно при уровне удобства А, чтобы получать достоверную информацию о состоянии транспортного потока.

При уровне удобства А и 10, 20 % «плавающих» автомобилей в потоке можно говорить о достоверности получаемой информации от «плавающих» автомобилей, при условии, что дискретность получаемой информации не превышает 40 с. При дискретности получаемой информации от «плавающих» автомобилей, превышающей 40 с., нельзя быть полностью уверенным в достоверности информации, поскольку при уровне удобстве А скорость в городских условиях превышает 41 км/ч, что не позволяет оценить дорожно-транспортную ситуацию на определенном перегоне или улице, так как полученная информация может быть уже не актуальной.

При уровне обслуживания А 50 % «плавающих» автомобилей в транспортном потоке является достаточным при дискретности получения информации до 2 мин.

Для уровня удобства В при 10 % «плавающих» автомобилей в сети F-критерий не превышает табличное значение, что говорит о том, что информацию, полученную от «плавающих» автомобилей, можно рассматривать как достоверную за исключением информации, получаемой с периодичностью 120 сек. Поскольку в этом случае F-критерий выше табличного, это означает, что полученная информация не может использоваться в качестве оценки характеристик транспортного потока.

В случае, когда доля «плавающих» автомобилей 10 % и дискретность от 12 с до 120 с (уровень удобства С), информация достоверна при дискретности получения до 2 мин., как и для уровня обслуживания В при этих же условиях. Это объясняется тем, что при дискретности получения информации в 120 сек. 10 % «плавающих» автомобилей является недостаточным, так как «плаваю-

щие» автомобили в момент передачи информации не всегда в нужном количестве находятся на исследуемом перегоне. Поскольку для уровня обслуживания С характерна скорость 32 ± 23 км/ч и устойчивый поток, то уже при 10 % и выше «плавающих» автомобилей в сети можно говорить о достоверном источнике информации при условии, что дискретность получаемой информации не будет превышать 60 с.

Для уровня обслуживания D характерна скорость движения транспортного потока в городских условиях от 18 до 23 км/ч. В этих условиях для получения достоверной информации от «плавающих» автомобилей необходимы следующие условия: если доля «плавающих» автомобилей 10 %, то дискретность получаемой информации не должна превышать 24 с, при 20 % – 60 с, при 50 % – 120 с. 5 % «плавающих» автомобилей не является достаточным, так как в этом случае возможно неравномерное покрытие исследуемой улично-дорожной сети «плавающими» автомобилями.

При уровнях обслуживания E и F для получения достоверной информации от «плавающих» автомобилей (т. е. источник не влияет на достоверность) являются достаточными следующие условия: доля «плавающих» автомобилей 10 % – дискретность получаемой информации не должна превышать 24 с, при количестве «плавающих» автомобилей от 20 до 50 % – до 120 с. 5 % «плавающих» автомобилей не является достаточным, так как в этом случае возможно неравномерное покрытие исследуемой улично-дорожной сети «плавающими» автомобилями.

Таблица 1

Результаты дисперсионного анализа по оценке влияния источника получения информации при измерении скорости для доли «плавающих» автомобилей 10% и дискретности от 12с до 120с (уровень удобства B)

Доля «плавающих» автомобилей	10 %				
Дискретность, с.	12				
	SS	DoF	MS	F	p
Intercept	20906968	1	20906968	84656,40	0,00
Источник	437	1	437	2,77	0,00
Error	2311323	9596	247		
Дискретность, с.	24				
Intercept	781997,9	1	781997,9	4788,338	0,000000
источник	414,0	1	414,0	2,535	0,000001
Error	51117,0	9596	163,3		
Дискретность, с.	40				
Intercept	297453,9	1	297453,9	1927,671	0,000000
Источник	396,4	1	396,4	2,569	0,000001
Error	23917,6	5758	154,3		

При уровнях обслуживания B и C F-критерий не превышает табличное значение в случаях когда доля «плавающих» автомобилей в потоке составляет 5 %, а дискретность получения информации 12 с., при 10 % – до 60 с., при



доле от 20 до 50 % дискретность получения информации допустима 120 с. В этих случаях источник информации, в нашей ситуации это «плавающие» автомобили, не влияет на достоверность получаемой информации, т. е. «плавающие» автомобили можно расценивать как средство мониторинга характеристик транспортного потока в реальном режиме времени.

Для наглядности результаты приведены в табл. 2.

Таблица 2

Влияние данных, полученных с помощью «плавающих» автомобилей на достоверность получаемой информации

Уровень обслуживания	Доля «плавающих» автомобилей в потоке, %	Интервал получения информации от «плавающих» автомобилей, с				
		12	24	40	60	120
A	2	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-
	10	+	+	+	-	-
	20	+	+	+	-	-
	50	+	+	+	+	+
B	1	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-
	5	+	-	-	-	-
	10	+	+	+	+	-
	20	+	+	+	+	+
C	5	+	+	-	-	-
	10	+	+	+	+	-
	20	+	+	+	+	+
	50	+	+	+	+	+
D	5	-	-	-	-	-
	10	+	+	-	-	-
	20	+	+	+	+	-
	50	+	+	+	+	+
E	5	-	-	-	-	-
	10	+	+	+	-	-
	20	+	+	+	+	+
	50	+	+	+	+	+
F	5	-	-	-	-	-
	10	+	+	-	-	-
	20	+	+	+	+	+
	50	+	+	+	+	+

- – Источник не влияет на достоверность получаемой информации

+ – Источник влияет на достоверность получаемой информации



Для уровня обслуживания D характерна скорость движения транспортного потока в городских условиях от 18 до 23 км/ч. В этих условиях для получения достоверной информации от «плавающих» автомобилей необходимы следующие условия: если доля «плавающих» автомобилей 10 %, то дискретность получаемой информации не должна превышать 24 с., при 20 % – 60 с., при 50 % – 120 с. 5 % «плавающих» автомобилей не является достаточным, так как в этом случае возможно неравномерное покрытие исследуемой улично-дорожной сети «плавающими» автомобилями.

При уровнях обслуживания E и F для получения достоверной информации от «плавающих» автомобилей (т. е. источник не влияет на достоверность) являются достаточными следующие условия: если доля «плавающих» автомобилей 10 %, то дискретность получаемой информации не должна превышать 24 с., при количестве «плавающих» автомобилей от 20 до 50 % – до 120 с. 5 % «плавающих» автомобилей не является достаточным, так как в этом случае возможно неравномерное покрытие исследуемой улично-дорожной сети «плавающими» автомобилями.

Выводы, которые можно сделать по результатам дисперсионного анализа совокупности результатов наблюдения с различными долями «плавающих» автомобилей и дискретностью измерений для различных уровней удобств движения заключаются в том, что можно осуществлять оценку скорости при доле «плавающих» автомобилей от 10 до 50 % и дискретности измерения от 12 до 60 с.

Используя информацию о прогнозируемых объемах движения и характеристиках транспортных потоков, можно производить оценку качества, функционирования транспортной системы, определяя необходимый для каждого уровня управления перечень показателей состояния транспортной системы.

На основе всего комплекса этой информации моделируются маршруты движения и рассчитываются планы распределения транспортных потоков на сети с использованием различных критериев качества функционирования транспортной системы.

Библиографические ссылки

1. *Сильянов В. В.* Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения. – М.: Транспорт, 1977.
2. *Кочерга В. Г., Зырянов В. В.* Оценка и прогнозирование параметров дорожного движения в интеллектуальных транспортных системах. – Ростов на-Дону: Рост. гос. строит. ун-т, 2001.
3. *Пугачев И. Н., Володькин П. П.* Прогнозирование развития системы городского пассажирского транспорта в условиях крупного города // Вестник Тихоокеанского государственного университета. – № 1 (16). – 2010.