

УДК 338.364; 656.056.4

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПРИВЕДЕНИЯ К ЛЕГКОВОМУ АВТОМОБИЛЮ

О.В. Денисенко, доцент, к.т.н., А.С. Филимонова, студент, ХНАДУ

Аннотация. Представлен краткий обзор методов определения коэффициентов приведения. Предложены модели для определения временных интервалов очереди автомобилей у стоп-линии. Проведена оценка результатов моделирования по экспериментальным данным.

Ключевые слова: коэффициент приведения, поток насыщения (ПН), модель, транспортный поток (ТП), транспортное средство (ТС).

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТІВ ПРИВЕДЕННЯ ДО ЛЕГКОВОГО АВТОМОБІЛЮ

О.В. Денисенко, доцент, к.т.н., А.С. Філімонова, студент, ХНАДУ

Анотація. Наведено стислий огляд методів визначення коефіцієнтів приведення. Запропоновано моделі для визначення часових інтервалів черги автомобілів біля стоп-лінії. Проведено оцінку результатів моделювання за експериментальними даними.

Ключові слова: коефіцієнт приведення, потік насичення, модель, транспортний потік, транспортний засіб.

SOME ASPECTS OF MOTOR CAR COERCION COEFFICIENT DETERMINATION

O. Denysenko, Associate Professor, Candidate of Technical Science,
A. Filimonova, student, KhNAHU

Abstract. A short review of motor car coercion coefficient determination is presented. The models designed for the determination of motor car queues time intervals at the stop line is presented. The estimation of modeling results according to experimental data is carried out.

Key words: coercion coefficient, saturation flow, model, traffic, vehicle.

Введение

За последние 2–3 десятилетия было проведено большое количество исследований, направленных на выявление влияния, оказываемого различными типами транспортных средств на пропускную способность регулируемого пересечения. Основным параметром, на который необходимо опираться при расчете ПН, а значит и пропускной способности, задержек и длины очереди, являются коэффициенты приведения $K_{пр}$ различных видов транспортных средств к легковому автомобилю. В нашей стране $K_{пр}$ принимаются

в соответствии с действующим нормативным документом ДБН В.2.3-4-2000, а в России – СНиП 2.05.02-85 «Автомобильные дороги». Эти нормативные документы не рассматривают дифференцированно различные условия движения (перегоны дорог и улиц, различные типы пересечений и т.д.) и предполагают постоянные коэффициенты для разных элементов улично-дорожных сетей. В основе $K_{пр}$ – соотношение динамических габаритов ТС при движении на перегонах [1]. Несколько иной подход предлагается в [2], где для расчетов $K_{пр}$ для кольцевых пересечений используются соотношения минимальных ин-

тервалов между автомобилями различных типов при движении непосредственно на пересечениях этого типа.

В ряде литературных источников отмечается, что погрешностью расчетов режимов регулирования, пропускной способности и ПН регулируемых пересечений являются неточные значения $K_{пр}$ и признается необходимость использования их специальных значений.

Анализ публикаций

Многие авторы для определения $K_{пр}$ используют линейную регрессию. Sosin [3] определял интенсивность движения в приведенных легковых автомобилях по отношению суммарной задержки транспортного потока D к средней расчетной задержке потока, состоящего только из легковых автомобилей, d_s

$$f(k) = D / d_s. \quad (1)$$

Отношение $f(k)$ рассматривалось как линейная функция

$$f(k) = n_1 K_{пр1} + n_2 K_{пр2} + \dots + n_i K_{прi}, \quad (2)$$

где n_i – число транспортных средств типа i в потоке; $K_{прi}$ – коэффициент приведения ТС типа i к легковому автомобилю.

Врубель Ю.А. определил $K_{прi}$ другим способом, назвав их коэффициентами приведения к легковому автомобилю по потоку насыщения [4]. Предлагалось рассматривать отношение величины установившихся интервалов убытия конкретных видов транспортных средств T_{Hi} к величине установившегося интервала убытия потока легковых автомобилей

$$K_{прi} = T_{Hi} / T_{НЛ}. \quad (3)$$

Для сопоставления $K_{прi}$, полученных разными авторами, приведена табл. 1. Особо следует отметить отличие результатов всех исследований от значений, приводимых в ДБН и СНИП. Это еще раз подтверждает необходимость применения специальных значений $K_{пр}$, необходимых для определения ПН на регулируемых пересечениях. Необходимо отметить, что наиболее близкой и приемлемой с этих позиций является методика исследований и расчетов, предложенная в [4].

Таблица 1 $K_{пр}$ ТС малой грузоподъемности

Тип ТС	$K_{пр}$ по данным разных авторов				
	Вебстер	Branston	Sosin	Врубель	СНИП, ДБН
Мотоцикл	0,33	0,15	0,6	0,7	0,5-0,75
Гр. авт.: до 2 т.	–	–	–	–	1,5
2–6 т.	1,75	1,35	1,6	1,4	2
более 6 т.	1,75	1,68	–	–	2,5–3,5
Автобусы	2,25	1,65	1,7	2,0	3

Цель и постановка задачи

Целью исследований являлось уточнение коэффициентов приведения $K_{прi}$ и величины ПН для усовершенствования расчетов режимов регулирования светофорной сигнализации. В соответствии с поставленной целью были сформулированы следующие задачи исследования:

- провести апробацию выбранной методики определения $K_{прi}$ для предлагаемых моделей на регулируемом пересечении и экспериментальную оценку её пригодности;
- определить значения $K_{прi}$ для отдельных видов транспортных средств.

Выбор модели

Одним из факторов, влияющих на выбор регрессионной модели для определения $K_{прi}$ различных типов ТС, есть имеющиеся в распоряжении методики проведения экспериментальных обследований, а также настоящий уровень изученности величины ПН. При этом исследования показали, что наиболее подходящей основой при выборе регрессионной модели являются временные интервалы между ТС, движущимися в потоке насыщения при их разъезде на перекрестке [5]. По определению ПН достигается лишь после нескольких секунд с момента включения зеленого сигнала. Для определения момента наступления ПН рядом авторов проводились исследования, направленные на оценку этого момента [5]. При этом наиболее рациональным считается использование наиболее распространенной обратной зависимости между позицией автомобиля в очереди и величиной временного интервала. Регрессионная модель определения величины временного интервала, в зависимости от порядкового номера ав-

томобили в очереди, выглядит следующим образом:

$$t_{\text{легк}} = \beta_0 + \frac{\beta_1}{N}, \quad (4)$$

где $t_{\text{легк}}$ – величина временного интервала легкового автомобиля как функция от номера позиции легкового автомобиля в очереди, с; β_0 – свободный член регрессионной модели, характеризующий величину временного интервала, соответствующего ПН, с; β_1 – параметр регрессионной модели, выражающий величину, используемую при определении отклонения временного интервала i -го ТС в очереди от временного интервала насыщения, с; N – переменная, выражающая номер позиции легкового автомобиля в очереди.

Модель гиперболы (4) является простой, но не единственной для определения временных интервалов и идеального ПН. В [6] отмечается, что если не имеется никаких теоретических указаний к выбору вида исходной функции связи между величинами x и y , то первоначально можно рассматривать более простую форму, а затем, увеличивая число неизвестных параметров, которые входят в формулу, можно достичь того, чтобы модель давала бы почти полное совпадение функции с наблюдаемыми значениями. Поэтому как второй вариант модели временных интервалов рассматривалась функция

$$t_{\text{легк}} = \beta_0 + \frac{\beta_1}{N^k}, \quad (5)$$

где k – дополнительный неизвестный параметр.

$K_{\text{пр}}$ определяется как количество легковых автомобилей, которыми можно заменить один грузовой автомобиль в очереди без изменения ожидаемого времени, требуемого для разезда первоначальной очереди. То есть $K_{\text{пр}}$ можно определить из следующего отношения

$$K_{\text{пр}} = \bar{t}_{\text{гр}} / \bar{t}_{\text{легк}}, \quad (6)$$

где $\bar{t}_{\text{гр}}$ – среднее значение временного интервала грузового автомобиля, с; $\bar{t}_{\text{легк}}$ – среднее значение временного интервала легкового автомобиля, с.

В табл. 2 представлены результаты расчетов $K_{\text{пр}}$ микроавтобусов и грузовых автомобилей грузоподъемностью до 2 тонн в зависимости от порядкового номера автомобиля в очереди. Для более обобщенного варианта расчета $K_{\text{пр}}$ можно использовать формулу (6).

Таблица 2 $K_{\text{пр}}$ ТС до 2 тонн

№ ТС в очереди	$\bar{t}_{\text{гр}}$ до 2 т	$\bar{t}_{\text{легк}}$	$K_{\text{пр}}$
1	3,789	2,851	1,33
2	3,0596	2,615	1,17
3	2,961	2,618	1,13
4	2,503	2,464	1,02
5	3,853	2,307	1,67
Среднее значение $K_{\text{пр}}$			1,264

При проведении экспериментальных обследований учитывались только легковые автомобили, микроавтобусы и грузовые автомобили грузоподъемностью до 2 тонн. Это связано с тем, что на обследуемом перекрестке другие типы ТС встречались относительно редко, а кроме того, осуществить проверку пригодности методики можно и на ограниченном типе ТС.

Грузовые автомобили до 2 тонн и микроавтобусы в различных литературных источниках имеют значение $K_{\text{пр}} = 1,5$. В то же время по результатам данной работы среднее значение $K_{\text{пр}} = 1,264$ для выбранных видов автомобилей существенно ниже нормативных значений. Однако некоторые коэффициенты, полученные другими авторами (Branston D., Врубель Ю.А.), для данных типов ТС близки к значениям коэффициентов, полученных нами (табл. 1).

Следует отметить, что в данной работе обследовались лишь полосы прямого направления с недостаточно полной очередью ожидающих у стоп-линии ТС. Поэтому достаточно полная выборка по отснятому материалу была получена только для первых пяти автомобилей очереди (табл. 2). Это дает основание утверждать, что $K_{\text{пр}}$, строго говоря, получены не для ПН и могут быть скорректированы для иных условий. Для получения полного представления о состоянии ТП на регулируемом пересечении необходимо также провести ряд работ, направленных на определение $K_{\text{пр}}$ различных ТС с учетом их движения по разным направлениям, в зависимости от ширины полосы, радиуса поворо-

та, уклона на подходах к перекрестку и других основных параметров.

Выводы

Полученное значение коэффициента приведения в большей степени адаптировано к потоку насыщения регулируемого пересечения, чем его нормативное значение, и поэтому в перспективе позволит более качественно проектировать светофорную сигнализацию, а также проводить оценку ее эффективности.

Литература

1. Сильянов В.В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации дорожного движения / В.В. Сильянов. – М. : Транспорт, 1977. – 303 с.
2. Методические указания по проектированию кольцевых пересечений на автомобильных дорогах. Минавтодор РСФСР. – М. : Транспорт, 1980. – 76 с.
3. Sosin J.A. Delays at intersections controlled by fixed cycle traffic signals / J.A. Sosin // Traffic Eng. and Contr. – 1980. – v. 21. – №5. – P. 264–265.
4. Врубель Ю.А. О потоке насыщения. Белорус, полит. ин-т. Минск, 1988. – 7 с. – Рук. деп. в ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР, № 663 – ат. 89.
5. Левашев А.Г. Повышение эффективности организации дорожного движения на регулируемых пересечениях : автореф. дис. на соискание научн. степени канд. техн. наук : 05.22.10 «Эксплуатация автомобильного транспорта» / А.Г. Левашев. – Иркутск : Иркутский гос. техн. ун-т, 2004. – 17 с.
6. Гутер Р.С. Элементы численного анализа и математической обработки результатов опыта / Р.С. Гутер, Б.В. Овчинский. – М. : Наука, 1970. – 432 с.

Рецензент: Е.В. Нагорный, профессор, д.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 22 марта 2010 г.
