

А. Н. Дудников, канд. техн. наук, Н. С. Виноградов, канд. техн. наук,  
М. В. Строителев

Автомобильно-дорожный институт  
ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка

## РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТА КОЭФФИЦИЕНТОВ ПРИВЕДЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ ДЛЯ РЕГУЛИРУЕМЫХ ПЕРЕКРЕСТКОВ УЛИЦ

*Разработана методика расчета коэффициентов приведения интенсивности движения с учетом формирования динамического габарита транспортного средства. Предлагается рассчитывать их как отношение расчетного количества легковых автомобилей к физически проехавшим контрольное сечение автомобилям за время наблюдения.*

**Ключевые слова:** коэффициент приведения, интенсивность движения, динамический габарит, перекресток, площадь перекрестка

### **Постановка проблемы**

В современных условиях наблюдается рост интенсивностей и плотностей транспортных потоков в городах. Существенное увеличение плотности и интенсивности таких потоков усиливает воздействие его состава на пропускную способность и дорожную обстановку в пределах регулируемых перекрестков улиц, что оказывает огромное влияние на состояние транспортной связи в городе [1]. В связи с чем, для организации светофорного регулирования на перекрестках улиц необходим детальный учет состава транспортных потоков на подходах к перекресткам улиц и на их площади.

Таким образом формируется научная задача по разработке методики расчета коэффициентов приведения интенсивности движения для регулируемых перекрестков улиц.

### **Цель работы**

Разработка методики расчета коэффициентов приведения интенсивности движения для регулируемых перекрестков улиц.

### **Изложение основного материала исследования**

Сформулируем понятийную базу для проведения анализа формирования состава и интенсивности движения транспортных средств на подходах и площади перекрестка:

– перекресток дорог или улиц – это место пересечения, примыкания или разветвления дорог на одном уровне, ограниченное воображаемыми линиями, соединяющими соответственно противоположные, наиболее удаленные от центра перекрестка начала закруглений проезжих частей;

– светофорное регулирование движения предназначено для попеременного пропуска транспортных и пешеходных потоков по взаимно конфликтующим направлениям; прежде всего это относится к перекресткам с интенсивным движением, где с помощью только знаков и разметки нельзя обеспечить безопасность дорожного движения. Критерии введения светофорной сигнализации учитывают интенсивность пересекающихся транспортных потоков, их суммарные задержки и степень опасности движения;

– светофорный цикл регулирования – это периодически повторяющаяся совокупность всех фаз светофорного регулирования;

– светофорная фаза – это совокупность основного и промежуточного светофорного такта;

– светофорный такт – это время, на протяжении которого действует та или иная комбинация светофорных сигналов. Такты могут быть основными и промежуточными. Во время основного такта движение транспорта и/или пешеходов в определенных направлениях разрешается. Промежуточный такт предназначен для того, чтобы оставшийся на перекрестке транспорт завершил начатые во время основного такта маневры. В это время запрещен въезд на перекресток новому транспорту;

– интенсивность – это количество транспортных средств, проходящих через поперечное сечение дороги в определенном направлении или направлениях в единицу времени. В качестве расчетного периода времени для определения интенсивности движения принимают год, месяц, сутки, час и более короткие промежутки времени (минуты, секунды) в зависимости от поставленной задачи наблюдения и средств измерения;

– приведенная интенсивность – это совокупность интенсивностей движения транспортных средств разного типа с учетом соответствующих приведенных коэффициентов для этих типов;

– коэффициенты приведения – так как в смешанном потоке автомобилей транспортные средства разного типа занимают различную площадь дороги и имеют разные динамические характеристики, то для сопоставимости оценок количество транспортных средств определенного типа приводят к легковому автомобилю с помощью коэффициентов приведения;

– поток насыщения – это максимальное количество машин, движущихся с минимальными интервалами, которое может за единицу времени проехать через стоп-линию перекрестка, при разъезде длинной очереди;

– плотность транспортного потока является пространственной характеристикой, определяющей степень стесненности движения на полосе дороги. Ее измеряют числом транспортных средств, приходящихся на 1 км протяженности дороги. Предельная плотность достигается при неподвижном состоянии колонны автомобилей, расположенных вплотную друг к другу на полосе.

Предлагается применить понятие динамический габарит автомобиля для проведения анализа формирования состава и интенсивности движения транспортных средств на подходах и площади перекрестка [2].

Динамический габарит может быть определен тремя способами, а именно: путем вычисления минимальной теоретической, максимальной теоретической и реальной дистанции безопасности.

При расчете дистанции безопасности, исходя из ее минимального теоретического значения, принимаем абсолютно равными тормозные свойства пары автомобилей и учитываем только время реакции ведомого водителя. Тогда

$$L_{д} = l_{а} + V_{а} t_{р} + l_{0}, \quad (1)$$

где  $L_{д}$  – участок дороги, необходимый для безопасного движения в транспортном потоке, м;

$l_{а}$  – длина автомобиля, м;

$V_{а}$  – скорость автомобиля при начале замедления, м/с;

$t_{р}$  – время реакции ведомого автомобиля, с;

$l_{0}$  – зазор до остановившегося впереди автомобиля, м. Принимается равным 1,5–2,0 м.

Данный подход не учитывает индивидуальные особенности поведения водителей автомобилей-«лидеров». Здесь главную роль играет только увеличение/уменьшение времени реакции водителя «ведомого» автомобиля и скорости «ведомого» автомобиля. Так, чем выше скорость автомобиля и чем больше время реакции водителя «ведомого» автомобиля, тем дистанция безопасности больше.

При расчете, исходя из вычисления ее максимального теоретического значения, дистанцию  $d$  принимаем равной полному остановочному пути ведомого автомобиля. То есть по сравнению с расчетом, исходя из вычисления минимальной теоретической дистанции безопасности, учитываем не только время реакции ведомого водителя, но и время, которое потребуется на полную остановку транспортных средств (ТС) ( $V_a^2/2j_a$ ). Тогда динамический габарит определяется по формуле:

$$L_{\text{д}} = l_a + V_a t_p + \frac{V_a^2}{2j_a} + l_0, \quad (2)$$

где  $j_a$  – замедление ТС,  $\text{м/с}^2$ .

Такой подход больше соответствует требованиям обеспечения безопасности движения при высоких скоростях. При расчете дистанции безопасности, исходя из вычисления ее реального значения, необходимо учитывать разницу тормозных путей (или замедлений) автомобилей, так как «лидер» в процессе торможения также перемещается на расстояние, равное своему тормозному пути. Тогда дистанцию безопасности,  $m$ , можно определить по формуле:

$$d = V_a t_p + \frac{V_a^2}{2} \left( \frac{1}{j_2} - \frac{1}{j_1} \right), \quad (3)$$

где  $j_1$  – начальное замедление ТС,  $\text{м/с}^2$ ;

$j_2$  – конечное замедление ТС,  $\text{м/с}^2$ .

Если принять время реакции водителя (включая время запаздывания срабатывания гидравлического тормозного привода) равным 1 с, а разность максимальных замедлений на сухом асфальтобетонном покрытии при экстренном торможении однотипных легковых автомобилей с учетом эксплуатационного состояния тормозной системы в допустимых нормативами пределах около  $0,08 \text{ м/с}^2$ , то динамический габарит выразим формулой:

$$L_{\text{д}} = l_a + V_a + 0,04 \cdot V_a^2 + l_0. \quad (4)$$

При этом разность максимальных замедлений получим по формуле:

$$\frac{1}{j_2} - \frac{1}{j_1}, \quad (5)$$

где  $j_2 = 5,8$  [3];

$j_1 = 11,1$  [4].

Для осуществления процедуры приведения интенсивности движения на перекрестках дорог необходимо применять следующие модели формирования безопасной дистанции между транспортными средствами в потоке:

– на площади перекрестка

$$d = V_a t_p + \frac{V_a^2}{2j_a} + l_0, \quad (6)$$

где  $d$  – дистанция безопасности,  $m$ ;

$V_a$  – скорость автомобиля при начале замедления,  $\text{м/с}$ ;

$t_p$  – время реакции ведомого автомобиля,  $s$ ;

$l_0$  – зазор до остановившегося впереди автомобиля,  $m$ .

– на подходах к перекрестку

$$d = V_a t_p + \frac{V_a^2}{2} \left( \frac{1}{j_2} - \frac{1}{j_1} \right). \quad (7)$$

С учетом формул (6) и (7) далее необходимо обратить внимание на их составляющие. Реакция – психологическое качество водителя принимать решение и реагировать на изменение дорожно-транспортной ситуации [5]. Известно, что реакция – это ответное действие организма на какой-то внешний раздражитель. Реакции делят на простые и сложные. К первым относятся ответные действия на один раздражитель (например, торможение впереди идущего автомобиля). Ко вторым – на действие сразу нескольких раздражителей (например, на регулируемом перекрестке кроме выполнения требований сигналов светофора водителю приходится пропускать пешеходов, следить за другим транспортом).

Время реакции можно определить как промежуток времени, прошедший с начала возникновения раздражителя (аварийной ситуации) до момента совершения действия, направленного на его устранение [5]. Условно этот промежуток времени можно разделить на два интервала – сенсорный и моторный. Сенсорный интервал имеет значение времени, затрачиваемого на восприятие сложившейся опасной дорожной ситуации, выделение создающего опасность объекта и принятие решения для предотвращения ДТП. Моторный интервал имеет значение времени, затрачиваемого на выполнение действий по управлению автомобилем для предотвращения ДТП. В исследованиях [5] было определено, что длительность моторного интервала практически стабильна у каждого человека.

Среди основных факторов, влияющих на продолжительность реакции, можно выделить трудность в принятии решения, пол, возраст, стаж вождения (опыт), состояние организма, концентрацию внимания и индивидуальные психологические особенности личности водителя, а также климатические факторы и время суток [5].

Продолжительность формирования ответного действия водителя на различные раздражители, как показывают исследования, составляет [6]: на торможение впереди идущего автомобиля со стоп-сигналом – 0,42 с, на сигналы светофора в населенном пункте – 0,40 с, на дорожные знаки – 0,50 с, на неровности на дороге – 0,80 с. Среднее время реакции на включение тормозов для мужчин – 0,57 с, женщин – 0,62 с. Время реакции водителей на сигнал торможения составляет 0,37 с у 2 % водителей; 0,61 с – у 50 %; 0,78 и более – у 48 % [6].

При скорости 50 км/ч и времени реакции 0,6 с автомобиль до начала торможения пройдет 9 м, а до полной остановки при сухом покрытии – 44 м [4].

Условия работы водителей также влияют на процессы реакции. Водители городского такси, как правило, показывают худшие результаты при торможении на загородных дорогах, чем в городе [5]. Пожилые люди, уступая молодым в скорости обнаружения сигналов, превосходят их в быстроте принятия правильных решений и в стабильности времени реакции. Даже у одного человека время реакции может изменяться [5].

Время реакции водителя является одной из основных характеристик, определяющих уровень безаварийности транспортного движения. В большинстве случаев именно быстрота и правильность принятия решений при угрозе возникновения аварийной ситуации, а также время на их реализацию прямым образом влияют на вероятность возникновения аварии.

Также в формулах (6) и (7) присутствует величина замедления транспортных средств. Замедление  $j$  – одна из основных величин, необходимых при проведении расчетов для установления механизма происшествия и решения вопроса о технической возможности предотвратить происшествие путем торможения. Значения замедления при экстренном торможении всеми колесами в общем случае определяется по формуле [7]:

$$j = 9,8 \cdot \left( \frac{\varphi}{K_3} \cdot \cos \alpha \pm \sin \alpha \right) \text{ м/с}^2, \quad (8)$$

где  $\varphi$  – коэффициент сцепления на участке торможения;

$K_3$  – коэффициент эффективности торможения транспортного средства;

$\alpha$  – угол уклона на участке торможения (если  $\alpha \leq 6...8^\circ$ ,  $\cos \alpha$  можно принимать равным 1). Знак (+) в формуле принимается при движении транспортного средства на подъем, знак (–) – при движении на спуске.

Коэффициент сцепления  $\varphi$  представляет собой отношение максимально возможного на данном участке дороги значения силы сцепления между шинами транспортного средства и поверхностью дороги  $P_{\text{сц}}$  к весу этого транспортного средства  $G_a$ .

В формулах (6) и (7) присутствует значение скорости движения, которую также необходимо проанализировать.

В таблице 1 показано наблюдаемое изменение скорости ТС в непосредственной близости от регулируемых пересечений.

Таблица 1 – Наблюдаемое изменение скорости транспортных средств в непосредственной близости от регулируемых пересечений [1]

№ п/п	Момент начала замедления $t_1$ , с	Начальная скорость $V_1$ , км/ч	Момент конца замедления $t_2$ , с	Конечная скорость $V_2$ , км/ч
1	0	23,8	21	1,7
2	0	51,4	16	1,2
3	0	39,3	44	1,8
4	0	44,1	33	1,9
5	0	24,7	30	1,3
6	0	10,8	13	1,2
7	0	27,6	11	1,1

По данным таблицы 1 определены значения замедлений транспортных средств. При вычислении использовалось соотношение для линейного замедления:

$$\alpha = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1}, \quad (9)$$

где  $\alpha$  – линейное замедление, м/с;

$V_2$  – конечная скорость ТС, м/с;

$V_1$  – начальная скорость ТС, м/с;

$t_1$  – момент начала замедления, с;

$t_2$  – момент конца замедления.

Вычисление значений замедления представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Значения наблюдаемого замедления [1]

№ п/п	Начальная скорость, м/с	Наблюдаемое замедление, м/с <sup>2</sup>	№ п/п	Начальная скорость, м/с	Наблюдаемое замедление, м/с <sup>2</sup>
1	0,333333	-0,20513	5	0,500000	-0,23574
2	0,472222	-0,29233	6	0,527778	-0,35522
3	0,361111	-0,21667	7	0,333333	-0,87513
4	0,305556	-0,66919		–	–

Таким образом, на основании проведенного анализа утверждаем, что интервалы между последовательно движущимися автомобилями в транспортных потоках формируются индивидуально на подходах к перекресткам и на площади перекрестков. Предлагаем формализовать значения указанных интервалов путем применения понятия динамического габарита транспортного средства с двумя расчетными формулами. Формула для подходов к перекрестку учитывает наличие впереди движущегося транспортного средства, а формула для площади перекрестка не учитывает наличие впереди движущегося транспортного средства.

Для оценки реальной загрузки перекрестка транспортом пользоваться абсолютным значением интенсивности без учета состава транспортного потока некорректно. Состав транспортного потока – это соотношение различных видов транспортных средств к легковому автомобилю. Состав транспортного потока оказывает значительное влияние на параметры, характеризующие свойства транспортного потока.

Для учета различных видов транспортных средств в транспортном потоке предлагаем применять коэффициент приведения  $k_{np}$  к условному легковому автомобилю через значения времени. Количество приведенных автомобилей будем рассчитывать как отношение времени наблюдения к времени проезда сечения наблюдения одним автомобилем с учетом его динамического габарита.

Показатель интенсивности движения в условных приведенных единицах предлагаем определять по формуле:

$$q_{np} = \sum_{i=1}^n q_i \cdot k_{np_i}, \quad (10)$$

где  $q_{np}$  – интенсивность движения в условных приведенных единицах, прив. авт/ч;

$q_i$  – интенсивность движения транспортных средств  $i$ -го типа, авт/ч;

$k_{np_i}$  – коэффициент приведения для транспортных средств  $i$ -го типа;

$n$  – количество типов транспортных средств, на которое разделены данные наблюдения.

Количество типов транспортных средств предлагаем разбить на следующие группы:

- легковые автомобили;
- грузовые автомобили грузоподъемностью, т:
  - до 2,
  - от 2 до 5,
  - от 5 до 8,
  - свыше 8;
- автобусы малой вместимости;
- автобусы средней вместимости;
- автобусы большой вместимости;
- автопоезда;
- троллейбусы;
- мотоциклы.

Коэффициент приведения  $k_{np_i}$  предлагаем рассчитывать по формуле:

- на площади перекрестка

$$k_{np_i} = \frac{n_{a1_n}}{n_{a1_i}}, \quad (11)$$

где  $n_{a1_n}$  – количество легковых автомобилей, проехавших через сечение наблюдения на площади перекрестка за определенное время, с учетом собственной габаритной длины и динамического габарита, ед.;

$n_{a_i}$  – количество  $i$ -того типа автомобилей, проехавших через сечение наблюдения на площади перекрестка за определенное время, ед.;

– на подходах к перекрестку

$$k_{np_i} = \frac{n_{a_{2_n}}}{n_{a_{2_i}}}, \quad (12)$$

где  $n_{a_{2_n}}$  – количество легковых автомобилей, проехавших через сечение наблюдения на подходах к перекрестку за определенное время, с учетом собственной габаритной длины и динамического габарита, ед.;

$n_{a_{2_i}}$  – количество  $i$ -того типа автомобилей, проехавших через сечение наблюдения на подходах к перекрестку за определенное время, ед.

Для определения интенсивности движения на перекрестке необходимо выделить контрольные сечения учета направлений движения транспорта в местах перераспределения транспортных потоков (всего 4 сечения). Буквами А, В и С на стрелках (рисунок 1) указаны направления транспортных потоков.

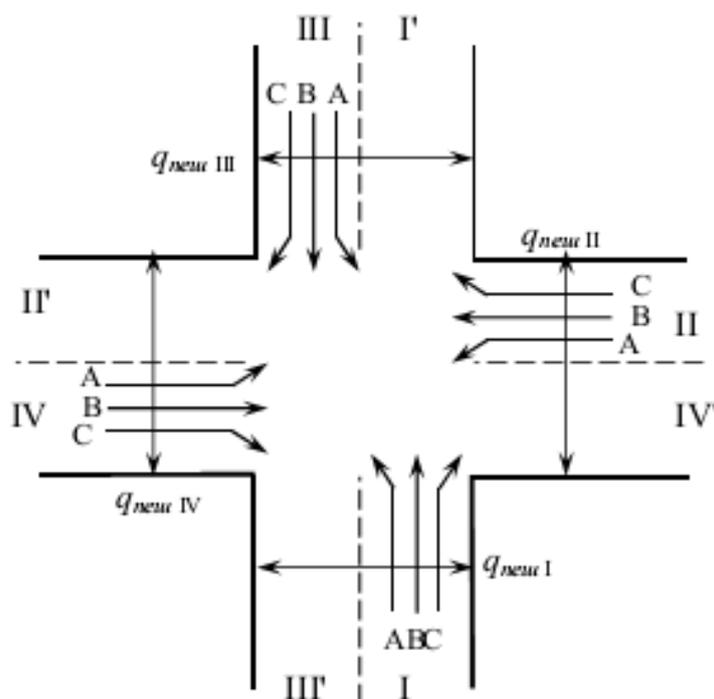


Рисунок 1 – Схема контроля физической интенсивности движения на подходах к перекрестку

Направления I и III, принимаются для главной дороги или дороги с наибольшей интенсивностью движения. Сообщения II и IV – второстепенная дорога.

В организации безопасности движения приняты следующие обозначения:

$A_i$  – левоповоротный поток;

$B_i$  – прямые потоки;

$C_i$  – правоповоротный поток;

$i$  – направление движения на перекрестке.

Для проведения непосредственных расчетов по формулам (11) и (12) необходимо вывести формулы для значений  $n_{a_1}$  и  $n_{a_2}$ .

Для осуществления процедуры приведения интенсивности движения на перекрестках дорог необходимо применять модели формирования безопасной дистанции во времени меж-

ду транспортными средствами в потоке, приведенные выше.

С учетом динамического габарита автомобиля и его скорости получаем время движения через контрольное сечение:

– на площади перекрестка

$$\frac{d}{V_{n1}} = \frac{V_a t_p + \frac{V_a^2}{2j_a} + l_0}{V_{n1}}, \quad (13)$$

где  $V_{n1}$  – скорость транспортного средства на площади перекрестка, м/с;

– на подходах к перекрестку

$$\frac{d}{V_{n2}} = \frac{V_a t_p + \frac{V_a^2}{2} \left( \frac{1}{j_2} - \frac{1}{j_1} \right)}{V_{n2}}, \quad (14)$$

где  $V_{n2}$  – скорость транспортного средства на подходе к перекрестку, м/с.

Необходимо для осуществления процедуры приведения интенсивности движения на перекрестках дорог применять следующие модели формирования интервалов во времени между транспортными средствами в потоке:

– на площади перекрестка

$$\frac{d + \bar{L}_a}{V_{n1}} = \frac{V_a t_p + \frac{V_a^2}{2j_a} + l_0}{V_{n1}} + \frac{\bar{L}_a}{V_{n1}}, \quad (15)$$

где  $\bar{L}_a$  – усредненная длина транспортного средства, м;

– на подходах к перекрестку

$$\frac{d + \bar{L}_a}{V_{n2}} = \frac{V_a t_p + \frac{V_a^2}{2} \left( \frac{1}{j_2} - \frac{1}{j_1} \right)}{V_{n2}} + \frac{\bar{L}_a}{V_{n2}}. \quad (16)$$

Задавшись временем наблюдения, за которое будет фиксироваться физическое количество проехавших контрольное сечение транспортных средств, и зная значения времени по формулам (15) и (16), получим следующее количество приведенных транспортных средств:

– на площади перекрестка

$$n_{a1} = V_{n1} \cdot \frac{T}{d + \bar{L}_a} = \frac{T}{\frac{V_a t_p + \frac{V_a^2}{2j_a} + l_0}{V_{n1}} + \frac{\bar{L}_a}{V_{n1}}}, \quad (17)$$

где  $T$  – время наблюдения, с;

– на подходах к перекрестку

$$n_{a2} = V_{n2} \cdot \frac{T}{d + \bar{L}_a} = \frac{T}{\frac{V_a t_p + \frac{V_a^2}{2} \left( \frac{1}{j_2} - \frac{1}{j_1} \right)}{V_{n2}} + \frac{\bar{L}_a}{V_{n2}}}. \quad (18)$$

С учетом формул (17) и (18) значения коэффициентов (11) и (12) приведения  $k_{np}$  предлагаем рассчитывать по формуле:

– на площади перекрестка

$$k_{np_i} = \frac{T}{n_{a1_i} \cdot \left[ \frac{V_a t_p + \frac{V_a^2}{2j_a} + l_0}{V_{n1}} + \frac{\bar{L}_a}{V_{n1}} \right]}, \quad (19)$$

где  $n_{a1_i}$  – количество  $i$ -того типа автомобилей, проехавших через сечение на площади перекрестка за определенное время, ед.;

– на подходах к перекрестку

$$k_{np_i} = \frac{T}{n_{a2_i} \cdot \left[ \frac{V_a t_p + \frac{V_a^2}{2} \left( \frac{1}{j_2} - \frac{1}{j_1} \right)}{V_{n2}} + \frac{\bar{L}_a}{V_{n2}} \right]}, \quad (20)$$

где  $n_{a2_i}$  – количество  $i$ -того типа автомобилей, проехавших через сечение на подходах к перекрестку за определенное время, ед.

### **Выводы**

Установлено, что интервалы между последовательно движущимися автомобилями в транспортных потоках формируются индивидуально на подходах к перекресткам и на площади перекрестков. Предложено формализовать значения указанных интервалов путем применения понятия динамического габарита транспортного средства с двумя расчетными формулами. Формула расчета коэффициента приведения для подходов к перекрестку учитывает наличие впереди движущегося транспортного средства, а формула расчета коэффициента приведения для площади перекрестка не учитывает наличие впереди движущегося транспортного средства.

Разработана методика расчета коэффициентов приведения интенсивности движения транспортных средств с учетом формирования динамического габарита для двух условий: на площади перекрестка и на подходах к перекрестку. Коэффициенты приведения предлагается рассчитывать как отношение расчетного количества легковых автомобилей к физически проехавшим контрольное сечение автомобилям за время наблюдения. Количество легковых автомобилей рассчитывается как отношение времени наблюдения к времени проезда контрольного сечения легковым автомобилем с учетом собственной габаритной длины и присутствующего динамического габарита.

Применение разработанной методики позволит увеличить точность расчетов режима работы светофорного регулирования в реальных условиях.

### **Список литературы**

1. Якимов, М. Р. Транспортное планирование. Особенности моделирования транспортных потоков в крупных российских городах : моногр. / М. Р. Якимов, А. А. Арепьева. – М. : Логос, 2016. – 280 с.
2. Дудников, А. Н. Баланс числа автомобилей на перекрестке в одном уровне и безопасность движения на нем / А. Н. Дудников, Р. А. Лапутин // Безпека дорожнього руху України : наук.-техн. вісн. / ДНДЦ БДР

ДДПСММ МВСУ. – К. : ДНДЦ БДР ДДПСММ МВС України, 2005. – № 3–4 (21). – С. 100–104.

3. ГОСТ 51709–2001. Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки. – Введ. 2002–01–01. – М. : Государственный стандарт Российской Федерации : Стандартинформ, 2010. – 37 с.

4. Коноплянко, В. И. Основы безопасности дорожного движения / В. И. Коноплянко. – М. : ДОСААФ, 1978. – 128 с.

5. Время реакции водителя / Эксплуатация автомобиля. Уход и обслуживание. – Режим доступа : <https://wmeste.su/vremya-reakcii-voditelya/>.

6. Время реакции водителя / Физика вождения. – Режим доступа : <http://v-fizika.com/article/149/>.

7. Замедление при экстренном торможении транспортных средств. Коэффициент сцепления шин с дорогой / ДТП Профи. – Режим доступа : <http://dtp-profi.ru/page12.html/>.

*А. Н. Дудников, Н. С. Виноградов, М. В. Строителев*

*Автомобильно-дорожный институт*

*ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка*

**Разработка методики расчета коэффициентов приведения интенсивности для регулируемых перекрестков улиц**

В современных условиях наблюдается рост интенсивностей и плотностей транспортных потоков в городах. Существенное увеличение плотности и интенсивности таких потоков усиливает воздействие его состава на пропускную способность и дорожную обстановку в пределах регулируемых перекрестков улиц, что оказывает огромное влияние на состояние транспортной связи в городе. В связи с чем, для организации светофорного регулирования на перекрестках улиц необходим детальный учет состава транспортных потоков на подходах к перекресткам улиц и на их площади.

Таким образом формируется научная задача по разработке методики расчета коэффициентов приведения интенсивности движения для регулируемых перекрестков улиц.

Установлено, что интервалы между последовательно движущимися автомобилями в транспортных потоках формируются индивидуально на подходах к перекресткам и на площади перекрестков. Предложено формализовать значения указанных интервалов путем применения понятия динамического габарита транспортного средства с двумя расчетными формулами. Формула расчета коэффициента приведения для подходов к перекрестку учитывает наличие впереди движущегося транспортного средства, а формула расчета коэффициента приведения для площади перекрестка не учитывает наличие впереди движущегося транспортного средства.

Разработана методика расчета коэффициентов приведения интенсивности движения транспортных средств с учетом формирования динамического габарита для двух условий: на площади перекрестка и на подходах к перекрестку. Коэффициенты приведения предлагается рассчитывать как отношение расчетного количества легковых автомобилей к физически проехавшим контрольное сечение автомобилям за время наблюдения. Количество легковых автомобилей рассчитывается как отношение времени наблюдения к времени проезда контрольного сечения легковым автомобилем с учетом собственной габаритной длины и присутствующего динамического габарита.

Применение разработанной методики позволит увеличить точность расчетов режима работы светофорного регулирования в реальных условиях.

**КОЭФФИЦИЕНТ ПРИВЕДЕНИЯ, ИНТЕНСИВНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ, ДИНАМИЧЕСКИЙ ГАБАРИТ, ПЕРЕКРЕСТОК, ПЛОЩАДЬ ПЕРЕКРЕСТКА**

*A. N. Dudnikov, N. S. Vinogradov, M. V. Stroitelev*

*Automobile and Highway Institute of Donetsk National Technical University, Gorlovka*

**Calculation Procedure Development of the Intensity Reduction Coefficients for Signaled Crossings**

In modern conditions, there is an increase in the intensity and density of urban traffic flows. The significant increase in density and intensity of these traffic flows enhances the impact of its composition on the carrying capacity and road condition within signaled crossings. It has a great impact on the state of transport communication in the city. In this connection for traffic signalization at street crossings it is necessary to take into account in detail the composition of traffic flows on approaches to street crossings and on their area.

Thus the scientific problem to develop calculation procedure of the intensity reduction coefficients for signaled crossings is formed.

It is established that intervals between consecutive automobiles in traffic flows are formed individually on approaches to street crossings and on their area. It is suggested to formalize values of indicated intervals by applying the notion of vehicle dynamic clearance with two design formulae. The calculation formula of the reduction coefficient for approaches to the crossing takes into account ahead moving vehicle and the calculation formula of the reduction coefficient for crossing area does not account ahead moving vehicle.

The calculation procedure of the reduction coefficients of the traffic intensity taking into account dynamic clearance formation for two conditions: on the crossing area and on approaches to the crossing is developed. It is suggested to calculate reduction coefficients as the ratio of the calculated number of cars to cars physically passed the control section for the period of observation. The number of cars is calculated as a ratio of the observation time to the time of the control section passage by a car accounting own clearance length and present dynamic clearance.

The application of the developed procedure will allow to increase the calculation accuracy of the traffic light control mode in real conditions.

REDUCTION COEFFICIENT, TRAFFIC INTENSITY, DYNAMIC CLEARANCE, CROSSING, CROSSING AREA

**Сведения об авторах:**

**А. Н. Дудников**

SPIN-код: 8393-4943  
Телефон: +38 (071) 301-98-50  
Эл. почта: andudnikov@rambler.ru

**М. В. Строителев**

Телефон: +38 (095) 162-50-84  
Эл. почта: demencer94@gmail.com

**Н. С. Виноградов**

SPIN-код: 6801-2397  
Телефон: +38 (050) 975-23-12  
Эл. почта: nikolayx6m@mail.ru

*Статья поступила 21.05.2018*

*© А. Н. Дудников, Н. С. Виноградов, М. В. Строителев, 2018*

*Рецензент: С. А. Легкий, канд. экон. наук, доц., АДИ ГОУВПО «ДОННТУ»*