

Н.А. Соколова

Автомобильно-дорожный институт

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка

ПОКАЗАТЕЛЬ ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПО ТЯЖЕСТИ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ НА ОСНОВЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСПОРТНЫХ И ПЕШЕХОДНЫХ ПОТОКОВ НА НЕРЕГУЛИРУЕМЫХ ПЕРЕКРЕСТКАХ

Сформулирован критерий оценки безопасности дорожного движения по тяжести дорожно-транспортных происшествий на основе энергетических характеристик транспортных и пешеходных потоков на нерегулируемых перекрестках с использованием результатов предыдущих исследований по пяти видам взаимодействия водителей и пешеходов.

Ключевые слова: движение дорожное, безопасность движения, перекресток нерегулируемый, критерий оценочный, тяжесть дорожно-транспортных происшествий

Введение

Обеспечение безопасности дорожного движения является актуальной проблемой во всем мире [1, 2, 3]. По статистике последних десяти лет на дорогах в России ежедневно погибает более 100 человек и свыше 600 человек получают ранения. Ежегодно погибает 30–40 тыс. человек. Ежегодный экономический ущерб в результате дорожно-транспортных происшествий превышает 300 млрд руб. Примерно 25 % дорожно-транспортных происшествий происходит на перекрестках [4, 5]. Эти данные говорят о необходимости повышения безопасности дорожного движения именно на перекрестках. По показателям тяжести последствий ДТП наиболее опасными являются нерегулируемые перекрестки. Поэтому таким типам перекрестков необходимо уделять наибольшее внимание.

Анализ последних исследований

В [6] доказана необходимость применения нового подхода к повышению безопасности дорожного движения на нерегулируемых перекрестках, который предусматривает снижение тяжести дорожно-транспортных происшествий на основе энергетических характеристик транспортных и пешеходных потоков на площади перекрестка и на его подходах.

Выделены пять видов взаимодействия на площади перекрестка: «Водитель главного направления ↔ Водитель второстепенного направления», «Водитель главного направления ↔ Водитель главного направления», «Водитель второстепенного направления ↔ Водитель второстепенного направления», «Водитель главного направления ↔ Пешеход», «Водитель второстепенного направления ↔ Пешеход». Эти взаимодействия рассматриваются в пределах «опасной области взаимодействия». Опасная область взаимодействия геометрически образуется пересечением, слиянием или разветвлением траекторий динамических коридоров, образованных транспортными потоками и границами пешеходных переходов.

В [7] получены математические выражения для определения энергетических характеристик взаимодействия транспортных и пешеходных потоков в соответствующих конфликтных областях:

– «Главное направление ↔ Второстепенное направление»:

$$U_i = K_{n,c,p} \cdot k_e \cdot \left(\frac{\sum_{k=1}^{m_j} m_k}{m_j(d+L_a \pm \sigma_L) + \sum_{k=1}^{m_j} [T_{k+1} \cdot V_{a_{k+1}} - T_k \cdot V_{a_k}] + \frac{1}{2 \cdot g \cdot \varphi_x} [(V_{a_{k+1}})^2 - (V_{a_k})^2]} \cdot (V'_{m_i} - \sigma_{v_{m_j}})^3 + \right. \\ \left. + \frac{\sum_{k=1}^{n_j} m_k}{n_j(d+L_a \pm \sigma_L) + \sum_{k=1}^{n_j} [T_{k+1} \cdot V_{a_{k+1}} - T_k \cdot V_{a_k}] + \frac{1}{2 \cdot g \cdot \varphi_x} [(V_{a_{k+1}})^2 - (V_{a_k})^2]} \cdot (V'_{n_i} + \sigma_{v_{n_j}})^3 \right) \times \frac{K_i \cdot M_i \cdot N_i}{2 \sum_{i=1}^{n_0} (K_i \cdot M_i \cdot N_i)}; \quad (1)$$

– «Главное направление ↔ Главное направление»:

$$U_i = K_{n,c,p} \cdot k_e \cdot \left[\left(\frac{\sum_{k=1}^{n_j} m_k}{n_j(d+L_a \pm \sigma_L) + \sum_{k=1}^{n_j} [T_{k+1} \cdot V_{a_{k+1}} - T_k \cdot V_{a_k}] + \frac{1}{2 \cdot g \cdot \varphi_x} [(V_{a_{k+1}})^2 - (V_{a_k})^2]} \cdot (V'_{n_i} - \sigma_{v_{n_j}})^3 \right)_1 + \right. \\ \left. + \left(\frac{\sum_{k=1}^{n_j} m_k}{n_j(d+L_a \pm \sigma_L) + \sum_{k=1}^{n_j} [T_{k+1} \cdot V_{a_{k+1}} - T_k \cdot V_{a_k}] + \frac{1}{2 \cdot g \cdot \varphi_x} [(V_{a_{k+1}})^2 - (V_{a_k})^2]} \cdot (V'_{n_i} - \sigma_{v_{n_j}})^3 \right)_2 \times \frac{K_i \cdot M_i \cdot N_i}{2 \sum_{i=1}^{n_0} (K_i \cdot M_i \cdot N_i)} \right]; \quad (2)$$

– «Второстепенное направление ↔ Второстепенное направление»:

$$U_i = K_{n,c,p} \cdot k_e \cdot \left[\left(\frac{\sum_{k=1}^{m_j} m_k}{m_j(d+L_a \pm \sigma_L) + \sum_{k=1}^{m_j} [T_{k+1} \cdot V_{a_{k+1}} - T_k \cdot V_{a_k}] + \frac{1}{2 \cdot g \cdot \varphi_x} [(V_{a_{k+1}})^2 - (V_{a_k})^2]} \cdot (V'_{m_i} - \sigma_{v_{m_j}})^3 \right)_1 + \right. \\ \left. + \left(\frac{\sum_{k=1}^{n_j} m_k}{m_j(d+L_a \pm \sigma_L) + \sum_{k=1}^{n_j} [T_{k+1} \cdot V_{a_{k+1}} - T_k \cdot V_{a_k}] + \frac{1}{2 \cdot g \cdot \varphi_x} [(V_{a_{k+1}})^2 - (V_{a_k})^2]} \cdot (V'_{m_i} - \sigma_{v_{m_j}})^3 \right)_2 \times \frac{K_i \cdot M_i \cdot N_i}{2 \sum_{i=1}^{n_0} (K_i \cdot M_i \cdot N_i)} \right]; \quad (3)$$

– «Главное направление ↔ Пешеход»:

$$U_i = K_{n,z,p} \cdot k_e \cdot \left(\frac{\sum_{k=1}^{n_j} m_k}{n_j(d+L_a \pm \sigma_L) + \sum_{k=1}^{n_j} [T_{k+1} \cdot V_{a_{k+1}} - T_k \cdot V_{a_k}] + \frac{1}{2 \cdot g \cdot \varphi_x} [(V_{a_{k+1}})^2 - (V_{a_k})^2]} \cdot (V'_{n_i} - \sigma_{v_{n_j}})^3 + \right. \\ \left. + \frac{\sum_{k=1}^{p_j} m_{pk}}{\sum_{k=1}^{p_j} [t_{pk+1} \cdot V_{p_{k+1}} - t_{pk} \cdot V_{p_k}] + \frac{1}{2 \cdot g \cdot \varphi_x} [(V_{p_{k+1}})^2 - (V_{p_k})^2] + d_p + L_p} \cdot (V'_{p_i} + \sigma_{v_{p_j}})^3 \right) \times \frac{K_i \cdot M_i \cdot P_i}{2 \sum_{i=1}^{n_0} (K_i \cdot M_i \cdot P_i)}; \quad (4)$$

– «Второстепенное направление ↔ Пешеход»:

$$U_i = K_{n,c,p} \cdot k_e \cdot \left(\frac{\sum_{k=1}^{m_j} m_k}{m_j (d + L_a \pm \sigma_L) + \sum_{k=1}^{m_j} \left[T_{k+1} \cdot V_{a_{k+1}} - T_k \cdot V_{a_k} \right] + \frac{1}{2 \cdot g \cdot \varphi_x} \left[(V_{a_{k+1}})^2 - (V_{a_k})^2 \right]} \right) \cdot (V'_{m_i} - \sigma_{v_{m_j}})^3 + \left(\frac{\sum_{k=1}^{p_j} m_{pk}}{\sum_{k=1}^{p_j} \left[t_{pk+1} \cdot V_{pk+1} - t_{pk} \cdot V_{pk} \right] + \frac{1}{2 \cdot g \cdot \varphi_x} \left[(V_{pk+1})^2 - (V_{pk})^2 \right] + d_p + L_p} \right) \cdot (V'_{p_i} + \sigma_{v_{p_j}})^3 \times \frac{K_i \cdot M_i \cdot P_i}{2 \sum_{i=1}^{n_0} (K_i \cdot M_i \cdot P_i)}, \quad (5)$$

где U_i – энергетическая характеристика, определяющая опасность i -й области взаимодействия транспортных потоков на площади перекрестка, Дж/сут;

$K_{n,c,p}$ – коэффициент тяжести возможных дорожно-транспортных происшествий при взаимодействии соответствующих потоков (процент кинетической энергии, направленный на удар), ед. [8];

k_e – коэффициент перевода энергетической интенсивности движения транспортных потоков с Дж/ч. в Дж/сут;

m_k – масса k -го транспортного средства, которое находится на участке формирования совокупности транспортных средств, образующих транспортный поток до конфликтной области, кг;

n_j, m_j – количество транспортных средств, находящихся на j -м участке движения определенной протяженности соответственно главному и второстепенному движению на площади перекрестка и по соответствующим подходам, ед.;

d – минимальная дистанция между транспортными средствами после остановки, м;

L_a – габаритная длина транспортного средства, м;

σ_L – среднее квадратичное отклонение габаритных длин транспортных средств в формировании очереди, м;

T_{k+1}, T_k – суммарное время, предшествующее торможению соответствующего k -го транспортного средства и $k+1$ транспортного средства, движущегося впереди, с;

$V_{a_{k+1}}, V_{a_k}$ – скорость транспортных средств соответственно k -го транспортного средства и $k+1$ транспортного средства, движущегося впереди, м/с;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

φ_x – коэффициент продольного сцепления колес соответствующего транспортного средства с дорожным покрытием, ед.;

V'_{n_i}, V'_{m_i} – скорость транспортных потоков соответственно главному и второстепенному направлениям движения на въезде к подходам перекрестка, м/с;

$\sigma_{v_{n_j}}, \sigma_{v_{m_j}}$ – среднее квадратичное отклонение скоростей транспортных средств на j -м участке движения определенной протяженности по площади перекрестка и по соответствующим подходам по главному и второстепенному направлениям, м/с;

$[]_1, []_2$ – характеристики транспортных потоков, вступающих во взаимодействие;

K_i – величина относительной аварийности конфликтной точки (конфликтная точка по Е.М. Лобанову [9]), ДТП/год; для пешеходов K_i принимаем равной 1, т. к. данные по иссле-

дованию ее значений не известны;

M_i, N_i – интенсивность движения в конфликтной точке (конфликтная точка по [9]), авт/сут;

P_i – интенсивность движения пешеходов в конфликтной точке, пеш/сут;

n_0 – число конфликтных точек на перекрестке (конфликтная точка по [9]), равняется количеству областей взаимодействия на площади перекрестка, ед.

m_{p_k} – масса тела k -го пешехода, кг;

p_j – количество пешеходов на проанализированном участке перехода, ед.;

$t_{p_{k+1}}, t_{p_k}$ – время реакции пешехода на уменьшение скорости впереди идущего пешехода, с;

$V_{p_{k+1}}, V_{p_k}$ – скорость пешеходов, последовательно движущихся в пешеходном потоке, м/с;

d_p – минимальная дистанция между пешеходами после их остановки, м (принимается по рекомендации [10]);

L_p – длина личного пространства пешехода, м [10];

V'_{p_i} – скорость пешеходного потока в начале пешеходного перехода перекрестка, м/с;

$\sigma_{p_{n_j}}$ – среднее квадратичное отклонение скоростей движения пешеходов на j -м участке движения определенной протяженности на площади перекрестка по каждому пешеходному переходу, м/с;

Цель работы

Разработка критерия оценки безопасности движения по тяжести дорожно-транспортных происшествий на основе энергетических характеристик транспортных и пешеходных потоков на нерегулируемых перекрестках.

Основной материал исследования

Полученные математические модели (1–5) энергетических характеристик конфликтных областей отображают энергетическую интенсивность взаимодействия соответствующих транспортных и пешеходных потоков. Согласно им все транспортные средства и пешеходы, оказавшиеся на площади перекрестка, вступают в непосредственное взаимодействие и в определенных условиях попадают в дорожно-транспортное происшествие. На самом деле такое невозможно, поскольку существуют определенные Правила дорожного движения при проезде нерегулируемых перекрестков. Согласно им один из конфликтующих транспортных потоков имеет приоритет в движении, а второй транспортный поток должен уступить право первоочередного проезда нерегулируемого перекрестка первому.

При одновременном приближении к области взаимодействия, которая соответствует предаварийной дорожно-транспортной ситуации, транспортный поток, не имеющий преимущества в движении, должен снизить скорость движения вплоть до полной остановки с целью предотвращения столкновения.

В соответствии с этим для (1) слагаемое, отображающее энергетическую характеристику второстепенного направления, которое должно предоставить приоритет в движении главному направлению, в процессе взаимодействия может снижать значение до нуля, т. е.:

$$\frac{\sum_{k=1}^{m_j} m_k}{m_j(d + L_a \pm \sigma_L) + \sum_{k=1}^{m_j} \left[T_{k+1} \cdot V_{a_{k+1}} - T_k \cdot V_{a_k} \right] + \frac{1}{2 \cdot g \cdot \varphi_x} \left[(V_{a_{k+1}})^2 - (V_{a_k})^2 \right]} \cdot (V'_{m_i} - \sigma_{v_{m_j}})^3 \rightarrow 0. \quad (6)$$

Для (2) один из транспортных потоков главного направления должен предоставить приоритет в движении другому транспортному потоку, согласно Правилам дорожного движения, путем снижения скорости. Откуда слагаемое, отображающее энергетическую характеристику главного направления, которое должно предоставить приоритет в движении другому главному направлению, в процессе взаимодействия может снижать значение до нуля, т. е.:

$$\frac{\sum_{k=1}^{n_j} m_k}{n_j(d + L_a \pm \sigma_L) + \sum_{k=1}^{n_j} \left[T_{k+1} \cdot V_{a_{k+1}} - T_k \cdot V_{a_k} \right] + \frac{1}{2 \cdot g \cdot \varphi_x} \left[(V_{a_{k+1}})^2 - (V_{a_k})^2 \right]} \cdot (V'_{n_i} - \sigma_{v_{n_j}})^3 \rightarrow 0. \quad (7)$$

Для (3) один из транспортных потоков второстепенного направления должен предоставить приоритет в движении другому транспортному потоку, согласно Правилам дорожного движения, путем снижения скорости. Откуда слагаемое, отображающее энергетическую характеристику второстепенного направления, которое должно предоставить приоритет в движении другому второстепенному направлению, в процессе взаимодействия может снижать значение до нуля, т. е.:

$$\frac{\sum_{k=1}^{m_j} m_k}{m_j(d + L_a \pm \sigma_L) + \sum_{k=1}^{m_j} \left[T_{k+1} \cdot V_{a_{k+1}} - T_k \cdot V_{a_k} \right] + \frac{1}{2 \cdot g \cdot \varphi_x} \left[(V_{a_{k+1}})^2 - (V_{a_k})^2 \right]} \cdot (V'_{m_i} - \sigma_{v_{m_j}})^3 \rightarrow 0. \quad (8)$$

Для (4) и (5) пешеходы имеют право приоритета при пересечении проезжей части перед транспортными средствами. Учитывая то, что тяжесть последствий от дорожно-транспортных происшествий для пешеходов зависит от массы и скорости транспортного средства, т. е. кинетическая энергия пешеходного потока значительно меньше кинетической энергии транспортного потока, а также, с учетом того, что в процессе взаимодействия пешеход имеет больше возможности снижения скорости до нуля, чем соответствующий транспортный поток, то целесообразно будет принять:

$$\frac{\sum_{k=1}^{p_j} m_{pk}}{\sum_{k=1}^{p_j} \left[t_{pk+1} \cdot V_{p_{k+1}} - t_{pk} \cdot V_{p_k} \right] + \frac{1}{2 \cdot g \cdot \varphi_x} \left[(V_{p_{k+1}})^2 - (V_{p_k})^2 \right] + d_p + L_p} \cdot (V'_{p_i} + \sigma_{v_{p_j}})^3 \rightarrow 0. \quad (9)$$

В случае выполнения условий (6) – (9), значение энергетической характеристики каждой опасной области взаимодействия будет принимать минимальное значение.

Для получения максимального значения U_i предлагается в (1–5) оставшиеся составляющие приоритетных направлений удвоить, т. к. наличие приоритета, который формируется в виде максимальных энергетических характеристик одного из взаимодействующих направлений, максимум при взаимодействии – это равенство энергетических характеристик двух указанных направлений или одна из них умножается на два. Отсюда получим следую-

щие максимальные значения:

– «Водитель главного направления ↔ Водитель второстепенного направления»:

$$U_i^{\max} = K_{n,c,p} \cdot k_e \cdot \left(\frac{2 \cdot \sum_{k=1}^{n_j} m_k}{n_j(d + L_a + \sigma_L) + \sum_{k=1}^{n_j} \left[T_{k+1} \cdot V_{a_{k+1}} - T_k \cdot V_{a_k} \right] + \frac{1}{2 \cdot g \cdot \varphi_x} \left[(V_{a_{k+1}})^2 - (V_{a_k})^2 \right]} \right) \cdot (V'_{n_i} + \sigma_{v_{n_j}})^3 \times \frac{K_i \cdot M_i \cdot N_i}{2 \sum_{i=1}^{n_0} (K_i \cdot M_i \cdot N_i)}; \quad (10)$$

– «Водитель главного направления ↔ Водитель главного направления»:

$$U_i^{\max} = K_{n,c,p} \cdot k_e \cdot \left(\frac{2 \cdot \sum_{k=1}^{n_j} m_k}{n_j(d + L_a + \sigma_L) + \sum_{k=1}^{n_j} \left[T_{k+1} \cdot V_{a_{k+1}} - T_k \cdot V_{a_k} \right] + \frac{1}{2 \cdot g \cdot \varphi_x} \left[(V_{a_{k+1}})^2 - (V_{a_k})^2 \right]} \right) \cdot (V'_{n_i} - \sigma_{v_{n_j}})^3 \times \frac{K_i \cdot M_i \cdot N_i}{2 \sum_{i=1}^{n_0} (K_i \cdot M_i \cdot N_i)}; \quad (11)$$

– «Водитель второстепенного направления ↔ Водитель второстепенного направления»:

$$U_i^{\max} = K_{n,c,p} \cdot k_e \cdot \left(\frac{2 \cdot \sum_{k=1}^{m_j} m_k}{n_j(d + L_a + \sigma_L) + \sum_{k=1}^{n_j} \left[T_{k+1} \cdot V_{a_{k+1}} - T_k \cdot V_{a_k} \right] + \frac{1}{2 \cdot g \cdot \varphi_x} \left[(V_{a_{k+1}})^2 - (V_{a_k})^2 \right]} \right) \cdot (V'_{m_i} - \sigma_{v_{m_j}})^3 \times \frac{K_i \cdot M_i \cdot N_i}{2 \sum_{i=1}^{n_0} (K_i \cdot M_i \cdot N_i)}; \quad (12)$$

Исходя из реальных значений энергетической интенсивности транспортных и пешеходных потоков, транспортный поток превосходит пешеходный на 2–3 порядка (масса, скорость автомобиля и человека – десятикратная разница, при возведении в квадрат произведение трех составляющих дает разницу в три порядка). В связи с чем при расчете максимального значения U_i для области взаимодействия с участием пешехода используем только значения транспортного потока.

– «Водитель главного направления ↔ Пешеход»:

$$U_i^{\max} = K_{n,c,p} \cdot k_e \cdot \left(\frac{2 \cdot \sum_{k=1}^{n_j} m_k}{n_j(d + L_a + \sigma_L) + \sum_{k=1}^{n_j} \left[T_{k+1} \cdot V_{a_{k+1}} - T_k \cdot V_{a_k} \right] + \frac{1}{2 \cdot g \cdot \varphi_x} \left[(V_{a_{k+1}})^2 - (V_{a_k})^2 \right]} \right) \cdot (V'_{n_i} - \sigma_{v_{n_j}})^3 \times \frac{K_i \cdot M_i \cdot N_i}{2 \sum_{i=1}^{n_0} (K_i \cdot M_i \cdot N_i)}; \quad (13)$$

– «Водитель второстепенного направления ↔ Пешеход»:

$$U_i^{\max} = K_{n,c,p} \cdot k_e \cdot \left(\frac{2 \cdot \sum_{k=1}^{m_j} m_k}{n_j(d + L_a + \sigma_L) + \sum_{k=1}^{n_j} \left[T_{k+1} \cdot V_{a_{k+1}} - T_k \cdot V_{a_k} \right] + \frac{1}{2 \cdot g \cdot \varphi_x} \left[(V_{a_{k+1}})^2 - (V_{a_k})^2 \right]} \right) \cdot (V'_{m_i} - \sigma_{v_{m_j}})^3 \times \frac{K_i \cdot M_i \cdot N_i}{2 \sum_{i=1}^{n_0} (K_i \cdot M_i \cdot N_i)}. \quad (14)$$

Таким образом, для каждой области взаимодействия будет выполняться условие:

$$U_{\min} \leq U_i \leq U_i^{\max}. \quad (15)$$

По полученным границам изменения разработанных энергетических характеристик (1–5) пересчитаем их значения в долях единицы. Предлагается ввести обозначение показателя Ω , который отображает опасность областей взаимодействия в единицах. Представим

значение Ω_i следующим образом:

$$\Omega_i = \frac{U_i}{U_i^{\max}}, \quad (16)$$

где Ω_i – опасность каждой области взаимодействия, ед.

Опасность взаимодействия транспортных и пешеходных потоков в целом по перекрестку с учетом предложенных пяти видов:

$$\bar{\Omega} = \frac{1}{5} \cdot \left[\frac{1}{W_1} \cdot \sum_{i=1}^{W_1} \frac{U_i}{U_{1i}^{\max}} + \frac{1}{W_2} \cdot \sum_{i=1}^{W_2} \frac{U_i}{U_{2i}^{\max}} + \frac{1}{W_3} \cdot \sum_{i=1}^{W_3} \frac{U_i}{U_{3i}^{\max}} + \frac{1}{W_4} \cdot \sum_{i=1}^{W_4} \frac{U_i}{U_{4i}^{\max}} + \frac{1}{W_5} \cdot \sum_{i=1}^{W_5} \frac{U_i}{U_{5i}^{\max}} \right], \quad (17)$$

где W – количество конфликтных областей на площади перекрестка, ед.

В соответствии со сказанным предлагается использовать следующую теоретическую оценочную шкалу для разработанного показателя:

- $\bar{\Omega} \approx 1$ – по энергетическим характеристикам наблюдается максимальная энергетическая интенсивность потоков, взаимодействующих в конфликтных областях;
- $\bar{\Omega} < 1$ – по энергетическим характеристикам наблюдается определенный уровень энергетической интенсивности потоков, взаимодействующих в конфликтных областях;
- $\bar{\Omega} = \bar{\Omega}_{\min}$ – по энергетическим характеристикам наблюдается минимальный уровень энергетической интенсивности потоков, взаимодействующих в конфликтных областях;
- $\bar{\Omega} = 0$ – по энергетическим характеристикам наблюдается отсутствие движения (нет транспортных средств, затор).

Заключение

Предложен показатель оценки безопасности дорожного движения по тяжести дорожно-транспортных происшествий на основе энергетических характеристик транспортных и пешеходных потоков на нерегулируемых перекрестках.

Дальнейшие исследования будут направлены на разработку оценочной шкалы в виде критерия состояния опасности на нерегулируемом перекрестке с целью разработки рекомендаций по повышению безопасности дорожного движения на нем.

Список литературы

1. Pihlak, I. Traffic Safety Comparison of Some Post-Socialist and High-Developed Countries // Proceedings of the 12-th International Conference «Traffic Safety on Three Continents», 9–21 Sept. 2001 / I. Pihlak, D. Antov. – М., 2001. – Р. 228–241.
2. Nagel, K. Still Flowing : Approaches to Traffic Flow and Traffic Jam Modeling / K. Nagel, R. Wagner, R. Woessler // Operations Research. – 2003. – № 2.
3. Ewing, R. Pedestrian and Transit Friendly Design / R. Ewing / Joint Center for Environment and Urban Problems. Florida Atlantic University / Florida International University. – March, 1996. – 103 p.
4. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://gks.ru>.
5. Балакин, В. Д. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий] : учеб. пособие / В. Д. Балакин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Омск : СибАДИ, 2010. – 136 с.
6. Дудніков, О. М. Підходи до зниження тяжкості дорожньо-транспортних пригод на основі енергетичних характеристик транспортних потоків на нерегульованих перехрестях / О. М. Дудніков, Н. О. Соколова // Сборник научных трудов SWorld. – 2012. – Т. 1, Вып. 4. – С. 60–62.
7. Соколова, Н. О. Формалізація характеристик взаємодії транспортних засобів та пішоходів у конфліктних областях на площі перехрестя / Н. О. Соколова // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2014. – № 3/3 (69). – С. 17–23.

8. Дудніков, О. М. Урахування тяжкості дорожньо-транспортних пригод при оцінці потенційної небезпеки перехрестя доріг на одному рівні / О. М. Дудніков, К. С. Сніцаренко, А. В. Пелих // Вісті автомобільно-дорожнього інституту : наук.-вироб. зб. – 2011. – № 2 (13). – С. 35–46.
9. Лобанов, Е. М. Проектирование дорог и организация движения с учетом психофизиологии водителя / Е. М. Лобанов. – М. : Транспорт, 1980. – 312 с.
10. Живоглядов, В. Г. Теория движения транспортных и пешеходных потоков / В. Г. Живоглядов. – Ростов н/Д. : Сев. Кавказ. рег., 2005. – 182 с.

Н.А. Соколова

Автомобильно-дорожный институт

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка

Показатель оценки безопасности движения по тяжести дорожно-транспортных происшествий на основе энергетических характеристик транспортных и пешеходных потоков на нерегулируемых перекрестках

Данная работа является продолжением исследований, касающихся формализации взаимодействия транспортных и пешеходных потоков на основе их энергетических характеристик на площади нерегулируемых перекрестков. Исследования показали, что энергетические характеристики участников дорожного движения, взаимодействующих на подходах к площади перекрестка, отображают тяжесть дорожно-транспортных происшествий в случае их возникновения. Разработан показатель оценки безопасности движения по тяжести дорожно-транспортных происшествий на основе энергетических характеристик транспортных и пешеходных потоков на нерегулируемых перекрестках по выделенным пяти видам взаимодействия. В основу разработки показателя положено условие выполнения экстренного торможения при определенном взаимодействии, то есть снижения скорости до нуля, что позволяет избежать дорожно-транспортного происшествия.

Предложено оценочное значение показателей опасности пяти видов областей взаимодействия. Это позволило определить обобщенный показатель оценки безопасности движения на перекрестках дорог в одном уровне по тяжести дорожно-транспортных происшествий.

Общий показатель оценки безопасности движения на перекрестке дорог в одном уровне по тяжести дорожно-транспортных происшествий рассмотрен в виде суммы усредненных значений по пяти видам взаимодействия в соответствующих областях. В соответствии с характером возникновения дорожно-транспортных происшествий, который предполагает отдельные процессы возникновения по соответствующим областям взаимодействия, проведено усреднение результатов по пяти областям.

Разработанный показатель оценки безопасности движения по тяжести дорожно-транспортных происшествий на основе энергетических характеристик транспортных и пешеходных потоков на нерегулируемых перекрестках позволяет получить результат в долях единицы совместного анализа энергетических характеристик взаимодействующих транспортных и пешеходных потоков относительно их максимального значения. В соответствии с полученным показателем предложено использовать теоретическую оценочную шкалу.

Таким образом, в работе сформулирован показатель оценки безопасности движения по тяжести дорожно-транспортных происшествий на основе энергетических характеристик транспортных и пешеходных потоков на нерегулируемых перекрестках, а также разработана методика расчета по соответствующим группам видов конфликтных областей энергетических характеристик взаимодействия в них транспортных и пешеходных потоков.

ДВИЖЕНИЕ ДОРОЖНОЕ, БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ, ПЕРЕКРЕСТОК НЕРЕГУЛИРУЕМЫЙ, КРИТЕРИЙ ОЦЕНОЧНЫЙ, ТЯЖЕСТЬ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ

N.A. Sokolova
Automobile and Highway Institute of Donetsk National Technical University, Gorlovka
Assessment Indicator of the Traffic Safety According to the Gravity of Road Accidents on the Basis
of Power Characteristics of Transport and Foot Traffic at Unsupervised Crossings

This work is a continuation of researches concerning formalization of transport and foot traffic interaction on the basis of their power characteristics at unsupervised crossings. Researches showed that power characteristics of road users interacting on approaches to the crossing area represent the gravity of road accidents in case of their occurrence. In the work it is suggested to develop assessment indicator of traffic safety according to the gravity of road accidents on the basis of power characteristics of transport and foot traffic at unsupervised crossings by introduced five types of interaction. The condition of emergency braking at certain interaction, that is speed reduction to zero that will allow to avoid a road accident is the basis of the indicator development.

Assessed value of danger indicators of corresponding interaction areas by introduced five types was suggested. It allowed to determine the generalized assessment criterion of traffic safety at road intersections of one level according to the gravity of road accidents.

The general assessment indicator of traffic safety at road intersections of one level according to the gravity of road accidents is suggested to consider as the sum of averaged values according to five types of interaction in corresponding areas. According to nature of road accident occurrence which assumes separate processes of occurrence in corresponding areas of interaction, it is suggested to carry out averaging of results in five areas.

The suggested assessment indicator of traffic safety according to the gravity of road accidents on the basis of power characteristics of transport and foot traffic at unsupervised crossings will allow to receive result expressed as a decimal fraction of the joint analysis of interacting transport and foot traffic power characteristics in reference to their maximum value. According to the received criterion it is suggested to use a theoretical rating scale.

Thus, in the work the assessment indicator of traffic safety according to the gravity of road accidents on the basis of power characteristics of transport and foot traffic at unsupervised crossings is formulated, the calculation procedure according to corresponding groups of conflict area types of interaction power characteristics of transport and foot traffic is developed.

ROAD TRAFFIC, TRAFFIC SAFETY, UNSUPERVISED CROSSING, ASSESSMENT INDICATOR, ROAD ACCIDENT GRAVITY

Сведения об авторе

Н.А. Соколова

SPIN-код: 1356-9696

Телефон: +380 (50) 706-45-85

Эл. почта: natawyna@yandex.ru

Статья поступила 20.05.2016

© Н.А. Соколова, 2016

Рецензент: А.В. Толок, канд. техн. наук, доц., АДИ ГОУВПО «ДонНТУ»