По-перше, водій знижує швидкість через звуження дороги. По-друге, ті пішоходи,які не встигли перейти дорогу, можуть перечекати на острівці червону фазу світлофора. По-третє, зменшується радіус повороту авто, а це змушує їх знизити швидкість.

- **Підняті пішохідні переходи** до рівня тротуару убезпечує пішоходів.

Вони встановлюються на маленьких вулицях центра міста, проїздах у дворові території та на другорядних дорогах – дублерах. Переходити по такому переходу зручніше , його піднесена конструкція нагадує водіям, що вони не головні на дорозі.

- **Штучне викривлення дороги.**

Такий метод встановлюється у житлових кварталах для зниження швидкості. Для цього створюють штучні перешкоди (клумби, стовпчики) і також влаштовують штучне викривлення дороги за рахунок помилкового повороту.

- **Платформи для трамвайних зупинок** (на даний момент є в Європі).

Такі платформи розміщують на зупинках. Вони служать буферною захисною зоною між трамваєм та потоком автомобілів. У цього захисту є два основних плюса: пасажири виходять на пішохідну частину, автомобілі продовжують рух і не зупиняються на пропуск пішоходів.

Таким чином ми виявили, що знизити ризики безпеки дорожнього руху реально. Існує достатня кількість приладів, конструкцій і засобів, що використовуються з метою зменшення ймовірності виникнення ДТП [4]. Але окрім зазначених вище параметрів, є фактор, який залежить від людини, а саме водія і пішохода. Не увага і не дотримання правил ДР – це головні фактори ризику виникнення ДТП.

Список посилань:

1. Бережна Н. Г. Залежність виду покарання від порушень правил дорожнього руху в країнах світу / Н.Г. Бережна, Є.В. Бережний, С.В. Гугняк // Наукові праці IV Міжн. науково-практ. конф. «Безпека на транспорті - основа ефективної інфраструктури: проблеми та перспективи». 26-27 листопада 2019 р. ХНАДУ. – С. 28-29.
2. https://euro-pulse.ru/eurotrend/kak-sdelat-gorodskie-dorogi-bezopasnyimi-dlya-peshehoda-opyit-evropyi
3. https://nv.ua/ukraine/events/videofiksatsija-narushenij-na-dorohakh-chto-sleduet-znat-o-spetsialnoe-ustrojstvo-2499170.html
4. Бережная Н.Г. Пешеход, как наиболее уязвимый участник дорожного движения / Н.Г. Бережная, Т.В. Волкова // Наукові праці IV Міжн. науково-практ. конф. «Безпека на транспорті - основа ефективної інфраструктури: проблеми та перспективи». 26-27 листопада 2019 р. ХНАДУ. – С. 136-138.

УДК 656.13

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ ПІШОХІДНИХ І ПОВОРОТНИХ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКОВ

Семченко Н.О, доцент, Холодова О.О., доцент, Левченко О. С., ст. викл.,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

RESEARCH OF THE INTERACTION OF PEDESTRIAN AND TURNING TRANSPORT FLOWS

Semchenko N. O., PD., Kholodova O. O., PhD., Levchenko O. S., Assistant Prof.,
Kharkov National Automobile Highway University

В даний час розвиток вулично-дорожньої мережі різко відстає від зростання парку транспортних засобів. Тому поліпшення умов руху, зниження кількості дорожньо-транспортних пригод, затримок можливо лише за рахунок вдосконалення методів організації дорожнього руху. При визначенні режимів світлофорного регулювання найбільші труднощі

виникають при організації руху транспортних поворотних потоків. Їх взаємодія з пішохідними потоками обумовлюють значні затримки і виникнення ДТП. Дослідження вітчизняних і зарубіжних авторів [1-4] дозволили розробити інженерні методи організації руху на перетинах з урахуванням цієї взаємодії. Втім, ці дослідження припускають пріоритет транспортних засобів перед пішоходами, в той час як Правила дорожнього руху зобов'язують водіїв поворотних потоків пропускати пішоходів.

Затримки пішоходів транспортним потоком. Розглянемо ситуацію, коли пішохід прибуває до переходу у момент часу $t = 0$ і для переходу вулиці йому потрібен час, рівний T. Тривалість очікування до моменту прибуття першого автомобілю t_1 є випадковою величиною з функцією розподілу $G_0(x)$, тобто $G_0(x) = P(t_1 < x)$. Припустимо, що існує щільність розподілу $g_0(x) = G_0'(x)$.

Перетворення Лапласа щільності розподілу $g_0(x)$

$$\varphi_0(s) = \int_0^{+\infty} e^{-sx} dG_0(x). \quad (1)$$

Тривалість проміжків часу між моментами прибуття наступних автомобілів рівні $t_2, t_3, \ldots$ - незалежні однаково розподілені випадкові величини з функцією розподілу $G(x)$, щільністю $g(x)$ і перетворенням Лапласу $\varphi(s)$.

В якості характеристики роботи переходу розглянемо випадкову величину X, рівну тривалості очікування початку переходу вулиці. $W(X) = P(X < x)$ - ймовірність того, що тривалість очікування початку переходу вулиці не перевищує x.

Функція $W(X)$ подана в вигляді суми безперервної і дискретної складової, де дискретна компонента відповідає випадку $t_1 > T$, коли пішохід на перехресті не очікує проїзду автомобілю, а має можливість перейти перед першим транспортним засобом. Таким чином, функція $W(X)$ має в точці $x = 0$ стрибок, і величина стрибку рівна $P(t_1 > T) = 1 - G_0(T)$. Щільність розподілу і перетворення Лапласу неперервної складової, визначеної на пів осі $(0;+\infty)$ позначимо $\omega(x)$ і $\psi(s)$ відповідно.

Припустимо, що можливість перейти вулицю вперше з'являється у проміжку часу t_{n+1}. Тоді тривалість очікування буде рівною $\sum_{i=1}^{n} t_i$ при умові, що всі $t_i < T$. В іншому випадку, пішохід мав би можливість перейти вулицю раніше. Щільність розподілу тривалості проміжків t_i має вигляд $\frac{g(x)}{G(T)}, \quad x \in (0,T)$.

Таким чином, якщо перехід вулиці відбувається у $(n+1)$-ому проміжку, то неперервна складова щільності розподілу рівна

$$\omega_{n+1}(x) = \left(\frac{g_0(x)}{G_0(T)}\right) * \left[\frac{g(x)}{G(T)}\right]^{(n-1)*}. \quad (2)$$

Ймовірність переходу у $(n+1)$-ому проміжку, в силу припущення про незалежність випадкової величини t_i може бути представлена у вигляді

$$p_{n+1} = P(t_1 < T, t_2 < T, \ldots, t_n < T, t_{n+1} \geq T) = G_0(T) \cdot G^{n-1}(T) \cdot (1 - G(T)). \quad (3)$$

Застосовуючи формулу повної ймовірності та враховуючи дискретну складову, отримуємо

$$\omega(x) = \sum_{n=0}^{\infty} p_n \omega_n = (1 - G_0(T))\delta(x) + (1 - G(T)) \sum_{n=1}^{\infty} g_0(x) * g(x)^{(n-1)*}. \quad (4)$$

Взявши перетворенням Лапласу функції $\omega(x)$, знаходимо вираз для $\psi(s)$.

$$\psi(s) = \left(1 - G_0(T)\right) + \left(1 - G(T)\right)\frac{\int_0^T g_0(x)e^{-sx}dx}{1 - \int_0^T g(x)e^{-sx}dx}. \quad (5)$$

Математичне очікування випадкові величини X , тобто середня тривалість очікування переходу

$$M(X) = -\psi'(s)\big|_{s=0} = \int_0^T x g_0(x)dx + \frac{G_0(T)}{\left(1 - G(T)\right)}\int_0^T x g(x)dx. \quad (6)$$

Затримки транспортного потоку пішоходами. Аналогічні методи, описані вище, дозволяють розглядати задачу про затримку транспортного потоку пішоходами, в припущенні про пріоритетне право пішоходів на перетин вулиці на переході.

Випадкова величина *X*, що рівна тривалості очікування початку проїзду переходу, має щільність (4). Перетворення Лапласу має вигляд (5), а математичне очікування - (6).

Якщо припустити, що потік пішоходів є пуассонівським, тобто тривалість проміжків часу між моментами закінчення переходу пішоходами має показовий розподіл з параметром λ, перетворення Лапласа має вигляд

$$\psi(s) = \frac{(s + \lambda)e^{-\lambda T}}{s + \lambda e^{-(s+\lambda)T}} \quad (7)$$

з математичним очікуванням

$$M(X) = \frac{1}{\lambda}e^{\lambda T} - \frac{T}{1 - e^{-\lambda T}}. \quad (8)$$

Використання запропонованої методики розрахунку затримок транспортних засобів і пішоходів дозволить в подальшому більш об'єктивно підходити до вибору схем організації руху на регульованих перехрестях.

Список посилань

1. Дрю Д. Теория транспортных потоков и управление ими. М., "Транспорт", 1972, 424с.
2. Хейт Ф. Математическая теория транспортных потоков. М., "Мир", 1966.
3. Бабков В.Ф. и др. Дорожные условия и безопасность движения. М., "Транспорт", 1974, 240 с.
4. Кисляков В.М. и др. Математическое моделирование и оценка условий движения автомобилей и пешеходов. М., "транспорт". 1979, 200с.

УДК 656

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Бережна Н.Г., к.т.н., Логвіненко Є.В., Бакуменко О. А.
Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка.

IMPROVING THE EFFICIENCY OF URBAN PASSENGERS

Berezhna N G, Ph.D., Logvinenko E V, Bakumenko O A
Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture

Міський пасажирський транспорт відіграє значну роль в забезпеченні якості життя міського населення. Злагоджене зростання ефективності та якості роботи міського пасажирського транспорту дозволяє підвищити рівень задоволеності потреб у перевезенні пасажирів. Організація міських пасажирських перевезень на сьогодні повністю покладена на місцеві органи влади. Однак виникає ряд проблемних питань які негативно впливають на сучасний ріст мобільності населення а саме нераціональне співвідношення між різними видами і типами рухомого складу, які обслуговують міські автобусні маршрути, відсутність