

УДК 656.051

к.т.н., професор Рейцен Є.О.,
Київський національний університет будівництва і архітектури,
к.т.н., доцент Толок О.В., Уразбаєв В.О.,
Автомобільно-дорожній інститут ДВНЗ «ДонНТУ»

НАУКОВИЙ ПІДХІД ДО ВИЗНАЧЕННЯ ГРАНИЧНИХ УМОВ ЗАСТОСУВАННЯ РІЗНИХ ТИПІВ ПІШОХІДНИХ ПЕРЕХОДІВ НА ПЕРЕГОНАХ МІСЬКИХ ВУЛИЦЬ

Запропоновано науковий підхід до визначення граничних умов застосування різних типів пішохідних переходів на перегонах міських вулиць. В основі цього підходу лежать економічні розрахунки втрат у дорожньому русі у зоні пішохідних переходів.

Ключові слова: вулиця, пішохід, пішохідний перехід, затримка транспортна

Постановка проблеми

Пішохідні переходи на перегонах міських вулиць є одним з найпоширеніших об'єктів організації дорожнього руху в містах. Тому ефективна організація дорожнього руху (ОДР) в зоні пішохідних переходів на перегонах міських вулиць багато в чому обумовлює якість функціонування вулично-дорожньої мережі в цілому.

Процес розвитку пішохідного переходу (ПП) на перегоні міської вулиці при зростанні транспортного і пішохідного навантаження такий: нерегульований ПП; регульований ПП; позавуличний ПП. Звертаємо увагу на те, що у цій роботі автори свідомо не ділили регульовані пішохідні переходи на типи (із пішохідним визивним пристроєм (ПВП) і із жорстким світлофорним регулюванням), оскільки вважають, що рішення про перехід від нерегульованого ПП до регульованого і із ПВП, і із жорстким світлофорним регулюванням повинне ухвалюватися при однакових умовах. Вибір же типу регульованого ПП повинен здійснюватися тільки залежно від нерівномірності руху пішоходів по пішохідному переходу в часі.

В Україні прийняття рішення про застосування нерегульованого або регульованого пішохідного переходу на перегоні міської вулиці здійснюється з використанням нормативу [1], що містить рекомендації, які були розроблені ще у 1974 році [2] в умовах низької автомобілізації населення. Цей факт свідчить про відсутність в останні чотири десятиріччя серйозних наукових досліджень у напрямку визначення граничних умов застосування різних типів пішохідних переходів.

Граничні умови – це умови, при яких приймаються рішення про перехід від використання одного типу пішохідного переходу до використання наступного типу пішохідного переходу.

Аналіз публікацій

Публікацій українських вчених з проблеми визначення граничних умов застосування різних типів пішохідних переходів на перегонах міських вулиць нами не виявлено.

У Росії завдання визначення граничних умов застосування різних типів пішохідних переходів на перегонах міських вулиць вирішувалося в дисертаційних дослідженнях на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук такими вченими: Н.А. Слободчикова [3], М.Г. Симуль [4], Є.М. Чикалин [5]. У кожній із цих робіт досліджувалися процеси руху транспортних і пішохідних потоків у зоні пішохідних переходів в окремо взятому місті ([3] і [5] – у м. Іркутськ; [4] – у м. Омськ). Не враховувалося все різноманіття місць розташування пішохідних переходів: на перегоні між нерегульованими перехрестями, на перегоні між регульованими перехрестями, у зупинок маршрутного пасажирського транспорту і т.д. Мабуть тому, у роботі М.Г. Симуль [4] рекомендації із застосування нерегульованих пішохідних переходів суттєво відрізняються від подібних рекомендацій у роботі Є.М. Чикалина [5].

На підставі аналізу наукових публікацій з предмету дослідження можна стверджувати, що незважаючи на істотну практичну значимість, проблема визначення граничних умов застосування різних типів пішохідних переходів на перегонах міських вулиць у теоретичному відношенні пророблена слабо. Відсутні (або принаймні нам не відомі) публікації, у яких би викладалися теоретичні основи проблеми у вигляді понятійного апарата, наукових підходів, концептуальних посилок і теоретичних допущень до визначення граничних умов застосування різних типів пішохідних переходів.

Першою задачею для вирішення обозначеної в статті проблеми є формулювання і обґрунтування наукового підходу до визначення граничних умов застосування різних типів пішохідних переходів на перегонах міських вулиць. Такий науковий підхід повинен стати науковим фундаментом для подальшої побудови теоретичних основ визначення граничних умов застосування різних типів пішохідних переходів на перегонах міських вулиць.

Мета статті

Сформулювати науковий підхід до визначення граничних умов застосування різних типів пішохідних переходів на перегонах міських вулиць

Основна частина

Якість організації дорожнього руху в зоні пішохідних переходів можна

оцінити за величиною втрат у дорожньому русі – чим менше втрати, тим вище якість. Під терміном «втрати в дорожньому русі» розуміють «соціально-економічну цінність необов'язателних витрат в процесі руху» [6].

Втрати в дорожньому русі умовно можна розділити на чотири види: економічні, екологічні, аварійні та соціальні [6].

Економічні втрати в дорожньому русі пов'язані зі зниженням швидкості сполучення, затримками, зупинками і перепробігом транспорту, затримками пасажирів і пішоходів, перевитратою палива, втратами часу учасниками дорожнього руху і втратами в суміжних галузях.

Екологічні втрати – це вартість викидів шкідливих речовин в атмосферу, що перевищують їх мінімальні значення, забруднення води і ґрунту, вплив шуму, вібрації і електромагнітних випромінювань. За даними Мінздраву Росії, «внесок» забруднення атмосферного повітря в загальний рівень захворюваності населення країни досягає 44 % [7]. На долю автомобільного транспорту у середньому в Росії приходить 65,6 % викидів CO, 47 % викиду NO_x, 38 % – вуглеводнів [7]. Основними причинами екологічних втрат є: перевантаження ділянок ВДМ, рух транспорту на неекономічних режимах, перепробіг, незадовільний технічний стан транспортних засобів.

Під аварійними втратами в дорожньому русі розуміють соціально-економічну вартість ДТП та їх наслідків, а також судових та інших витрат, пов'язаних з ДТП.

Соціальні втрати характеризують ту частину втрат у дорожньому русі, яка відбивається на повноцінності окремої людини або суспільства в цілому. «Эти потери связаны с нарушением прав и свобод человека, законопослушанием и духовным развращением личности» [7]. На жаль, соціальні втрати в дорожньому русі ще не мають однозначного грошового еквівалента. Тому сьогодні їх не визначають через відсутність надійних методик їх розрахунку.

Підвищення якості організації дорожнього руху в зоні пішохідних переходів передбачає зменшення втрат у дорожньому русі в цілому, а не зменшення втрат одного виду за рахунок багаторазового збільшення інших видів втрат. Виходячи з цього, формула для визначення доцільності застосування світлофорного регулювання на пішохідних переходах може бути представлена у наступному вигляді:

$$\frac{S_{ЕК}^H + S_{ДТП}^H + S_{екол}^H}{S_{ЕК}^P + S_{ДТП}^P + S_{екол}^P + S_{СФР}} \geq 1, \quad (1)$$

де $S_{ЕК}^H, S_{ЕК}^P$ – економічні втрати у дорожньому русі відповідно на нерегульованому пішохідному переході й при введенні на пішохідному

переході світлофорного регулювання, грн.;

$S_{ДТП}^H, S_{ДТП}^P$ – втрати від ДТП відповідно на нерегульованому пішохідному переході й при введенні на пішохідному переході світлофорного регулювання, грн.;

$S_{еколог}^H, S_{еколог}^P$ – екологічні втрати у дорожньому русі відповідно на нерегульованому пішохідному переході й при введенні на пішохідному переході світлофорного регулювання, грн.;

$S_{СФР}$ – загальні наведені витрати на установку й експлуатацію технічних засобів світлофорного регулювання, грн.

Граничні умови переходу від нерегульованого руху на пішохідних переходах до регульованого необхідно визначати за умови, що ліва частина нерівності (1) буде дорівнювати одиниці:

$$\frac{S_{ЕК}^H + S_{ДТП}^H + S_{еколог}^H}{S_{ЕК}^P + S_{ДТП}^P + S_{еколог}^P + S_{СФР}} = 1. \quad (2)$$

Отже, для визначення граничних умов застосування нерегульованих і регульованих пішохідних переходів необхідно мати математичні вирази для визначення кожної зі складових формули (2): економічних, екологічних, аварійних втрат у дорожньому русі й витрат на установку й експлуатацію технічних засобів світлофорного регулювання. В даній роботі зупинимося на визначенні економічних втрат в дорожньому русі, оскільки сьогодні за своїми масштабами ці втрати значно перевищують аварійні та екологічні разом узяті [6].

Універсальним критерієм оцінки такої властивості дорожнього руху, як економічність, вважаються затримки транспорту. Тому в більшості вітчизняних та зарубіжних публікацій в основу визначення економічних втрат в дорожньому русі покладено моделювання затримок транспорту.

Так при обґрунтуванні граничних умов введення світлофорного регулювання на перехрестях [8] економічні втрати пов'язуються з затримками транспорту і їх величину рекомендується розраховувати за формулами:

$$S_{\Delta}^H = 1,5 \frac{365 \Delta_n N}{3600 \beta}, \quad (3)$$

$$S_{\Delta}^P = 1,5 \frac{365 \Delta_p (N+M)}{3600 \beta}, \quad (4)$$

де 1,5 – середньозважена вартість одного машино-часу, руб.;

Δ_n, Δ_p – значення середніх затримок одного автомобіля на нерегульованому та регульованому перехрестях відповідно, с.;

N, M – максимальна інтенсивність руху на другорядному та головному напрямках відповідно, од./год;

β – коефіцієнт добової нерівномірності руху (для орієнтовних розрахунків $\beta = 0,1$).

В нормативі [2] величину економічних втрат, пов'язаних з затримками транспорту, рекомендується визначати за формулою:

$$S_{ЕК} = \frac{365t_{\text{сум}}C_{\text{м.-ч}}}{\beta}, \quad (5)$$

де $t_{\text{сум}}$ – сумарна затримка транспорту в годину пік, авт.-год;

$C_{\text{м.-ч}}$ – середньозважена вартість однієї автомобіле-години, руб.

Такий підхід до визначення економічних втрат в дорожньому русі через затримки транспорту був актуальним в роки СРСР з характерним для нього суспільним устроєм. У той час в умовах низької автомобілізації більша частина автомобілів знаходилась у власності держави й відповідно, держава була напряму зацікавлена у підвищенні ефективності експлуатації цих автомобілів. Тобто, витримувався принцип – хто фінансує заходи з організації дорожнього руху той і отримує вигоди від поліпшення якості ОДР.

В сучасних умовах ринкової економіки цей принцип не витримується. Як і раніше, заходи з ОДР фінансуються державою, а ось вигоди від поліпшення якості ОДР за рахунок зниження величини затримок транспорту отримують власники транспортних засобів. У той же час, власники транспортних засобів компенсують погіршення якості ОДР та, як наслідок, ефективності експлуатації своїх транспортних засобів, підвищенням тарифів на перевезення пасажирів та вантажів.

Таким чином, необхідно змінювати підхід до визначення економічних втрат в дорожньому русі. Тут необхідно звернутися до досвіду країн з розвиненими ринковими відносинами.

Базова ідея, яка як мінімум останнє десятиліття лежить в основі проектування транспортних систем у містах розвинених країн, дуже вдало сформульована одним з найвідоміших американських учених-транспортників проф. В. Вучиком: «Задача транспортной системы перемещение людей, а не транспортных средств» [9].

Люди можуть переміщатися як пішоходи, пасажирів й водії транспортних засобів. Пішоходів, пасажирів і водіїв традиційно поєднують одним терміном – «учасники дорожнього руху» [4]. Цільовою функцією транспортної системи міста є забезпечення мінімальних (або прийнятних для даного міста) витрат часу учасниками дорожнього руху на переміщення. Тоді таку якість організації дорожнього руху, як економічність, необхідно оцінювати втратами від сумарних затримок учасників дорожнього руху.

Під «затримкою учасника дорожнього руху на об'єкті ОДР» будемо

розуміти різницю між фактичним часом переміщення учасника ДР по ділянці вулиці з об'єктом ОДР і часом переміщення учасника ДР по тій же ділянці вулиці, якби цього б об'єкту ОДР на ній не було.

Для такого об'єкта ОДР, як пішохідний перехід на перегоні вулиці, економічні втрати від сумарних затримок учасників дорожнього руху на пішохідному переході можна представити у вигляді:

$$S_{\text{ЕК}} = t_{\Sigma}^{\text{піш}} \cdot C_{\text{піш}} + t_{\Sigma}^{\text{пас}} \cdot C_{\text{пас}} + t_{\Sigma}^{\text{в}} \cdot C_{\text{в}}, \text{ грн.}, \quad (6)$$

де $t_{\Sigma}^{\text{піш}}$ - сумарні затримки пішоходів на пішохідному переході, год./рік;

$t_{\Sigma}^{\text{пас}}$ - сумарні затримки пасажирів на пішохідному переході, год./рік;

$t_{\Sigma}^{\text{в}}$ - сумарні затримки водіїв на пішохідному переході, год./рік;

$C_{\text{піш}}$, $C_{\text{пас}}$, $C_{\text{в}}$ – вартість однієї години затримки пішоходів, пасажирів та водіїв відповідно, грн./год.

По-перше, такий підхід повністю відповідає практиці проектування транспортних систем міст в Україні. Так в Україні єдиним критерієм якості транспортної системи у місті, що закріплений в нормативних документах, є витрати часу на трудові переміщення. «Затраты времени на передвижения от мест проживания до мест приложения труда для 90 % трудящихся (в один конец), как правило, не должны превышать: в городах с населением более 1 млн. чел. – 45 мин., от 500 тыс. до 1 млн. чел. – 40 мин, от 250 тыс. до 500 тыс. чел. – 35 мин, до 250 тыс. чел. – 30 мин.» [11]. Ці витрати часу включають в себе і час руху пішки, і час руху у транспорті як в якості пасажирів, так і в якості водія.

По-друге, бюджет країни (з котрого і фінансуються заходи з ОДР) формується за рахунок сплати податків фізичними та юридичними особами. Той час, який учасники дорожнього руху втрачають в зоні пішохідних переходів, міг би бути використаний цими учасниками для праці. Відповідно, результати праці у грошовому еквіваленті були б більше, що, в свою чергу, привело б до підвищення податкових відрахувань в бюджет країни.

Параметри складових у правій частині формули (6) можна представити у вигляді:

$$t_{\Sigma}^{\text{піш}} = \frac{365 \cdot \Delta_{\text{піш}} \cdot N_{\text{піш}}}{3600 \cdot \beta_{\text{піш}}}, \text{ год./рік}, \quad (7)$$

$$t_{\Sigma}^{\text{в}} = \frac{365 \cdot \Delta_{\text{тр}} \cdot N_{\text{тр}}}{3600 \cdot \beta_{\text{тр}}}, \text{ год./рік}, \quad (8)$$

$$t_{\Sigma}^{\text{пас}} = \frac{365 \cdot \Delta_{\text{тр}}}{3600 \cdot \beta_{\text{тр}}} \cdot \left[\frac{(N_{\text{авт}} \cdot \theta_{\text{авт}} + N_{\text{трол}} \cdot \theta_{\text{трол}} + N_{\text{трам}} \cdot \theta_{\text{трам}})}{\beta_{\text{пас}}^{\text{МПТ}}} + \frac{N_{\text{ла}} \cdot \theta_{\text{ла}}}{\beta_{\text{пас}}^{\text{ла}}} \right], \text{ год./рік}, \quad (9)$$

де $\Delta_{\text{піш}}$, $\Delta_{\text{тр}}$ – середня затримка відповідно одного пішохода і одного

транспортного засобу на пішохідному переході, с;

$N_{\text{піш}}$ – інтенсивність руху пішоходів по пішохідному переходу в годину пік транспортного руху, піш./год;

$N_{\text{тр}}$ – інтенсивність руху транспорту через пішохідний перехід в годину пік, авт./год;

$\beta_{\text{піш}}$ - коефіцієнт добової нерівномірності руху пішоходів по пішохідному переходу;

$\beta_{\text{тр}}$ – коефіцієнт добової нерівномірності руху транспорту через пішохідний перехід;

$\beta_{\text{пас}}^{\text{МПТ}}$ - коефіцієнт добової нерівномірності пасажиропотоку на маршрутному пасажирському транспорті в зоні пішохідного переходу;

$\beta_{\text{пас}}^{\text{ла}}$ - коефіцієнт добової нерівномірності пасажиропотоку, що освоюється легковими автомобілями.

$N_{\text{авт}}, N_{\text{трол}}, N_{\text{трам}}, N_{\text{ла}}$ – інтенсивність руху в годину пік автобусів, тролейбусів, трамваїв та легкових автомобілів відповідно, авт./год;

$\theta_{\text{авт}}, \theta_{\text{трол}}, \theta_{\text{трам}}, \theta_{\text{ла}}$ – середня кількість пасажирів в автобусах, тролейбусах, трамваях та легкових автомобілях відповідно в годину пік транспортного руху в зоні пішохідного переходу, пас.

Якщо прийняти, що вартість однієї години затримки пішоходів, пасажирів та водіїв є величиною однаковою, рівною $C_{\text{удр}}$, то підставивши формули (7), (8) і (9) в формулу (6) отримаємо вираз для розрахунку економічних втрат в дорожньому русі, пов'язаних з затримками учасників дорожнього руху:

$$S_{\text{ЕК}} = \frac{365 \cdot C_{\text{удр}}}{3600} \cdot \left[\frac{\Delta_{\text{піш}} \cdot N_{\text{піш}}}{\beta_{\text{піш}}} + \frac{\Delta_{\text{тр}} \cdot N_{\text{тр}}}{\beta_{\text{тр}}} \cdot \left(\frac{\alpha_{\text{авт}} \cdot \theta_{\text{авт}} + \alpha_{\text{трол}} \cdot \theta_{\text{трол}} + \alpha_{\text{трам}} \cdot \theta_{\text{трам}}}{\beta_{\text{пас}}^{\text{МПТ}}} + \frac{\alpha_{\text{ла}} \cdot \theta_{\text{ла}}}{\beta_{\text{пас}}^{\text{ла}}} + 1 \right) \right], \quad (10)$$

де $\alpha_{\text{авт}}, \alpha_{\text{трол}}, \alpha_{\text{трам}}, \alpha_{\text{ла}}$ – частка відповідно автобусів, тролейбусів, трамваїв та легкових автомобілів у транспортному потоці.

Формула (10) не враховує економічні втрати в дорожньому русі, які пов'язані з перевезенням вантажів. Так як в міських умовах на вулицях з інтенсивним пішохідним рухом (де й виникає необхідність облаштування наземних пішохідних переходів) вантажний рух або зовсім забороняється, або у складі транспортного потоку частка вантажного транспорту порівняно мала, то для спрощення економічних розрахунків втратами в дорожньому русі, пов'язаними з перевезенням вантажів, можна знехтувати. При цьому вплив руху вантажного транспорту на економічність дорожнього руху в зоні пішохідних переходів враховується через величину середніх затримок

транспорту та пішоходів.

Проведемо аналіз параметрів формули (10) на предмет того, на які із цих параметрів впливає спосіб регулювання.

Спосіб регулювання впливатиме тільки на параметри $\Delta_{\text{піш}}$ і $\Delta_{\text{тр}}$ – при нерегульованому русі вони приймуть значення $\Delta_{\text{піш}}^{\text{H}}$ і $\Delta_{\text{тр}}^{\text{H}}$, а при регульованому – $\Delta_{\text{піш}}^{\text{P}}$ і $\Delta_{\text{тр}}^{\text{P}}$. Усі інші параметри в формулі (10) і при нерегульованому, і при регульованому русі на конкретному пішохідному переході приймають однакові значення. В той же час, від значень деяких з цих параметрів (величини інтенсивності руху транспорту та пішоходів, складу потоку) залежать і значення $\Delta_{\text{піш}}^{\text{H}}$, $\Delta_{\text{тр}}^{\text{H}}$, $\Delta_{\text{піш}}^{\text{P}}$, $\Delta_{\text{тр}}^{\text{P}}$.

Таким чином, у формулі (10) не залежать від способу регулювання на пішохідному переході такі параметри: $\beta_{\text{піш}}$, $\beta_{\text{тр}}$, $\beta_{\text{пас}}^{\text{МПТ}}$, $\beta_{\text{пас}}^{\text{ла}}$, $\theta_{\text{авт}}$, $\theta_{\text{трол}}$, $\theta_{\text{трам}}$, $\theta_{\text{ла}}$, $\alpha_{\text{авт}}$, $\alpha_{\text{трол}}$, $\alpha_{\text{трам}}$, $\alpha_{\text{ла}}$.

«Подавляющее большинство поездок выполняется в одно и то же время, с одними и теми же целями и по одним и тем же маршрутам» [12]. З урахуванням цієї обставини можна припустити, що значення параметрів $\beta_{\text{піш}}$, $\beta_{\text{тр}}$, $\beta_{\text{пас}}^{\text{МПТ}}$, $\beta_{\text{пас}}^{\text{ла}}$, $\theta_{\text{авт}}$, $\theta_{\text{трол}}$, $\theta_{\text{трам}}$, $\theta_{\text{ла}}$ для певних міських територій є величиною стабільною. Наприклад, при дослідженні величини інтенсивності руху транспорту її розподіл у часі рекомендується одержувати для трьох зон міста: центральна, серединна й периферійна [13]. Тому як узагальнену характеристику транспортно-пішохідної обстановки можна прийняти розташування пішохідного переходу в плані міста: у центральній частині, серединній частині, на периферії, з відповідними їм значеннями $\beta_{\text{піш}}$, $\beta_{\text{тр}}$, $\beta_{\text{пас}}^{\text{МПТ}}$, $\beta_{\text{пас}}^{\text{ла}}$, $\theta_{\text{авт}}$, $\theta_{\text{трол}}$, $\theta_{\text{трам}}$, $\theta_{\text{ла}}$ (ця гіпотеза вимагає експериментального підтвердження).

Повний перелік узагальнених характеристик транспортно-пішохідної обстановки на пішохідному переході, і характеристик, що визначають граничні умови застосування нерегульованих і регульованих пішохідних переходів при заданих узагальнених характеристиках, можна одержати тільки при аналізі всіх математичних виразів для визначення кожної зі складових формули (2).

Тепер задача визначення граничних умов застосування нерегульованих пішохідних переходів зводиться до знаходження в певних дорожніх умовах значень параметрів $N_{\text{тр}}$ і $N_{\text{піш}}$, при яких величини $\Delta_{\text{піш}}^{\text{H}}$, $\Delta_{\text{тр}}^{\text{H}}$, $\Delta_{\text{піш}}^{\text{P}}$, $\Delta_{\text{тр}}^{\text{P}}$ будуть такими, щоб виконувалась умова (2). Для вирішення цієї задачі необхідно вміти моделювати величини середньої затримки транспорту і середньої затримки пішохода при нерегульованому і регульованому дорожньому русі на пішохідному переході.

Висновки

Запропоновано науковий підхід до визначення граничних умов застосування різних типів пішохідних переходів на перегонах міських вулиць.

В основі цього підходу лежать економічні розрахунки втрат у дорожньому русі з наступним визначенням при фіксованих узагальнених характеристиках транспортно-пішохідної обстановки в зоні пішохідних переходів теоретичних граничних умов ефективного застосування різних способів регулювання дорожнього руху на пішохідних переходах.

Запропоновано новий підхід до визначення економічних втрат в дорожньому русі. На відміну від існуючого підходу, при якому в основу визначення економічних втрат в дорожньому русі покладено моделювання затримок транспорту, в новому підході критерієм оцінки економічності дорожнього руху є втрати від сумарних затримок учасників дорожнього руху.

Перелік посилань

1. Безпека дорожнього руху. Світлофори дорожні. Загальні технічні вимоги, правила застосування та вимоги безпеки: ДСТУ 4092–2002. – [Чинний від 2002–06–03] – 31 с. – (Національний стандарт України).

2. Руководство по регулированию дорожного движения в городах. – М.: Стройиздат, 1974. – 97 с. (Министерство внутренних дел СССР, Министерство коммунального хозяйства РСФСР).

3. Слободчикова Н.А. Совершенствование организации дорожного движения на основе применения пешеходных вызывных устройств : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.10 / Слободчикова Надежда Анатольевна. – Иркутск, 2010. – 174 с.

4. Симуль М.Г. Повышение безопасности дорожного движения в зонах пешеходных переходов на магистральных улицах : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.22.10 / Симуль Мария Геннадиевна. – Омск, 2012. – 20 с.

5. Чикалин Е.Н. Повышение эффективности организации дорожного движения в зонах нерегулируемых пешеходных переходов : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.22.10 / Чикалин Евгений Николаевич. – Иркутск, 2013. – 20 с.

6. Капский, Д.В. Разработка системы принципов и методов повышения безопасности дорожного движения в очагах аварийности населенных пунктов / Д.В. Капский // Коммунальное хозяйство городов : науч.-техн. сб. Сер. «Технические науки и архитектура». – Киев : Техніка, 2010. – Вып. 95. – С. 193–198.

7. Якимов М.Р. Концепция транспортного планирования и организации движения в крупных городах : монография / М.Р. Якимов. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2011. – 175 с.

8. Верейкин В.Е. Исследование эффективности использования светофорной сигнализации на перекрестке / В.Е. Верейкин // Инженерные методы организации дорожного движения : сборник научных трудов. – М.: ВНИБДД

МВД СССР, 1979. – Вып. 4. – С. 71 – 78.

9. Вучик В.Р. Транспорт в городах, удобных для жизни / В.Р. Вучик / пер. с англ. А. Калинина под науч. ред. М. Блинкина. – М.: Издательский дом «Территория будущего», 2011. – 576 с.

10. Безпека дорожнього руху. Терміни та визначення : ДСТУ 2935 – 94. – [Чинний від 1994-12-28] – К. : Держстандарт України, 1995. – (Державний стандарт України).

11. Містобудування. Планування та забудова міських і сільських поселень : ДБН 360-92** – К.: Держбуд України, 2002. – 92 с. - (Державні будівельні норми).

12. Брайловский Н.О. Моделирование транспортных систем / Н.О. Брайловский, Б.И. Грановский. – М.: Транспорт, 1978. – 125 с.

13. Рейцен Е.А. Проведение обследований интенсивности движения транспорта в городах Украины / Е.А. Рейцен // Проблемы развития транспортных систем городов и зон их влияния : материалы XI межд. науч.-практ. конф. – Екатеринбург, 2005. – С. 109-112.

Аннотация

В статье предложен научный подход к определению граничных условий применения различных типов пешеходных переходов на перегонах городских улиц. В основе этого подхода лежат экономические расчеты потерь в дорожном движении в зоне пешеходных переходов.

Abstract

In the article describes a scientific approach to defining boundary conditions of use of different types of pedestrian crossings on tracks city streets. In the basis of this approach lie economic calculations of the losses in the road traffic in the area of pedestrian crossings.