© Птиця Г.Г. 2018

УДК 656.13:625.7
UDC 656.13:625.7

Птиця Г.Г.
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

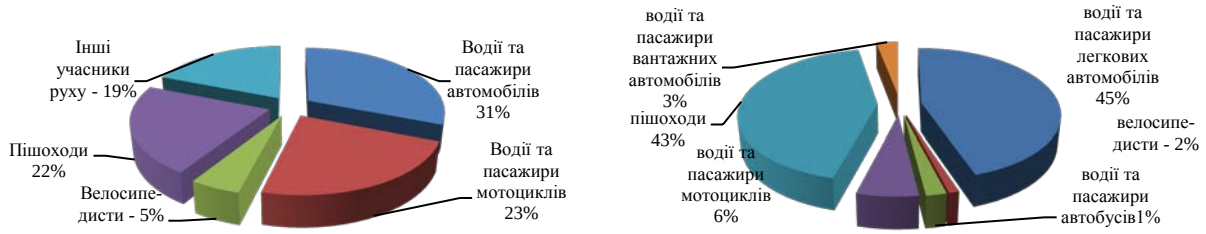
ВИБІР СХЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА ПІШОХІДНОМУ ПЕРЕХОДІ БІЛЯ ДИТЯЧИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ

Визначено вплив схеми організації дорожнього руху на пішохідному переході на параметри дорожнього руху. Розроблено моделі функціонування пішохідного переходу з урахуванням ефективності дорожнього руху та забезпечення безпеки пішоходів-дітей. Доцільність вибору схеми організації дорожнього руху доведена за рахунок визначення інтенсивності транспортних та пішохідних потоків з урахуванням безпеки учасників дорожнього руху.

Ключові слова: безпека дорожнього руху, дитячий навчальний заклад, пішохідний перехід, пішохідний рух, імітаційне моделювання.

Постановка проблеми. Задача зменшення кількості дорожньо-транспортних пригод (ДТП) та їх жертв – це одна з найважливіших проблем сучасності. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), щорічно в результаті ДТП у світі гине близько 1,2 млн. чоловік і понад 50 млн. осіб отримують поранення, причому на країни з низьким і середнім рівнем доходів, до яких належить і Україна, припадає близько 90% всіх загиблих і постраждалих в ДТП, а щорічні сумарні економічні втрати перевищують 500 мільярдів доларів. Україна займає 4-е місце в східноєвропейському регіоні з економічних втрат від ДТП (близько 5 млрд. доларів США). Близько 40% загальної кількості ДТП в Україні зареєстровані у великих і найзначніших містах – в столиці і обласних центрах. Всього на міста країни з різною кількістю населення припадає до 70% ДТП. При цьому одним з найбільш поширених видів ДТП в містах є наїзди на пішоходів (31%), які характеризуються високою тяжкістю наслідків. За даними центру здоров’я та ВООЗ, щорічно на дорогах України гине понад 4000 осіб і більше 30000 чоловік отримують травми. ДТП в Україні є першою за поширеністю причиною смерті серед молоді у віці від 15 до 24 років і другою - серед дітей у віці від 5 до 14 років.

Аналіз статистичних даних світових і Українських організацій щодо самих вразливих учасників дорожнього руху (ДР) [1] дозволяє відокремити водіїв та пасажирів легкових автомобілів та пішоходів (рис. 1). За світовими даними відсоток набагато менше (особливо пішоходів), що вказує на більшу увагу до захисту цих категорій у світі ніж в Україні.



а) в світі б) в Україні

Рис. 1. Розподіл загиблих в ДТП за категорією користувачів

У зв’язку з цим **метою роботи** є визначення необхідних вимог до схеми організації дорожнього руху (ОДР) в зоні розташування дитячих навчальних закладів, для підвищення ефективності дорожнього руху з урахуванням інтересів всіх його учасників.

Результати досліджень. Безумовно, самою безпечною схемою ОДР на пішохідному переході є розділення транспортних та пішохідних потоків в часі або в просторі. Однак, перше призводить до підвищення безпеки ДР, але знижує решту показників ефективності ДР, а друге є капіталовитратним і, в умовах забудови міст, не завжди може бути реалізованим. Дослідження даної статті направлені на пошук найефективніших схем ОДР, що спроможні забезпечити комплексну ефективність ДР на пішохідному переході в зоні розташування дитячих навчальних закладів.

Дії пішохода на проїжджій частині непередбачувані. Дії водія, навпаки, здійснюються за певними правилами, навичками з попередньої підготовки та досвіду. Таким чином, в разі виникнення конфліктної ситуації за участю автомобіля і пішохода, в більшій мірі забезпечення безпеки останнього залежить від водія. Тому основна увага при розробці і проведенні заходів по підвищенню

безпеки руху на пішохідних переходах, в першу чергу, повинна приділятися саме фактору «Водій» [2]. Для цього необхідно забезпечити найбільш сприятливі умови оцінки водієм дорожньої ситуації, особливо пов'язаної рухом пішоходів.

Особливості руху пішоходів-дітей по пішохідному переходу полягають в тому, що вони вважають безпечним здійснити перехід дороги самостійно, однак, вважається, що перехід між початковою і середньою школою є переломним часом серед дітей-пішоходів. Діти, що переходять в середню школу, отримують більший рівень незалежності, оскільки їм надається можливість ходити в школу без нагляду, але з цією незалежністю приходить високий рівень ризику.

Однак, в стандартах України не існує особливих вимог до організації пішохідного руху через проїжджу частину в зоні розташування дитячих навчальних закладів. В ДСТУ 4100:2014 зазначена необхідність застосування знаків 1.33 «Діти» і 3.29 «Обмеження максимальної швидкості» в залежності від типу переходу. В ДСТУ 4123:2006 вказується можливість застосування пристроїв примусового зниження швидкості (ППЗШ) на переходах за умови відповідного обґрунтування [3].

Світовий сучасний досвід ОДР [4] свідчить про те, що в багатьох країнах світу проблема безпеки пішохідних переходів біля дитячих навчальних закладів дієво вирішується шляхом створення «шкільних зон» з організацією особливих умов для руху транспорту і пішоходів за допомогою обмеження швидкості до 20 км/год у шкільні години; застосування ППЗШ; застосування регульованого режиму руху. Зокрема, примусове регулювання швидкостей руху на дорозі повинно змусити водіїв транспортних засобів дотримуватися низької швидкості, щоб скоротити ризик ДТП і підвищити безпеку на дорозі [5]. Примусове регулювання швидкостей руху включає наступні заходи: 1) встановлення ППЗШ; 2) підвищений пішохідний перехід; 3) підвищене перехрестя; 4) зміна шорсткості дорожнього покриття ("шумове покриття" або "шумові смуги"); 5) звуження проїзної частини дороги. Відповідно до проведених досліджень, ППЗШ здатні скоротити кількість ДТП з тілесними ушкодженнями до 50%.

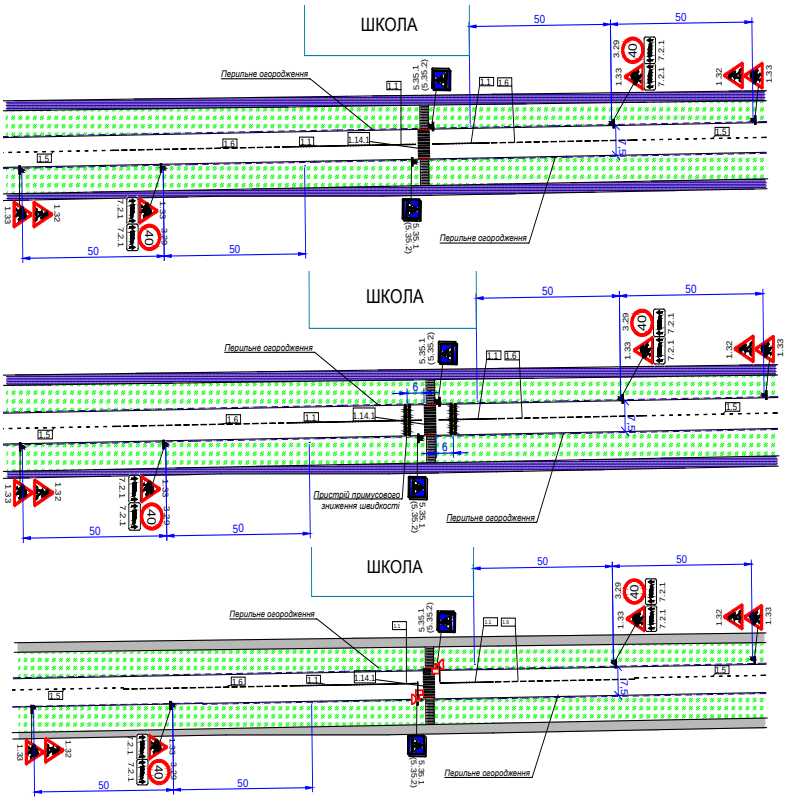
В ході дослідження виявлено протиріччя щодо застосування ППЗШ у вимогах нормативної документації України. Згідно з вимогами п. 6.4.5 ДБН В.2.3-5-2018 «Вулиці та дороги населених пунктів» зазначено, що «На пішохідних переходах та велосипедних переїздах поблизу навчальних закладів, а також в місцях інтенсивного пішохідного руху можуть улаштовуватися підвищення проїзної частини…» [6]. Але, згідно з п. 5.7 ДСТУ 4123:2006 «Пристрій примусового зниження швидкості дорожньо-транспортної техніки на вулицях і дорогах» існує заборона встановлювати елементи примусового зниження швидкості на магістральних вулицях [7]. Також, слід відмітити, відсутність чітких меж застосування такого дієвого технічного засобу регулювання ДР. В результаті облаштування ППЗШ середня швидкість на дорогах знижується на 33% [5]. Чим більше зниження швидкості, тим вище відсоток скорочення кількості ДТП [2]. Однак, всі заходи примусового регулювання швидкостей руху впливають на фактичну пропускну здатність доріг внаслідок зменшення швидкості руху. Ці заходи можуть також призвести до зниження інтенсивності транспортних потоків. Отже, існує необхідність о дослідженні впливу ППЗШ на ефективність ДР з урахуванням безпеки і комфорту руху всіх учасників руху.

Для подальшого дослідження були виділені три відомі схеми ОДР в зоні розташування дитячих навчальних закладів, а саме: Тип 1. пішохідний перехід нерегульований; Тип 2. пішохідний перехід нерегульований із додатково встановленим ППЗШ; Тип 3. пішохідний перехід регульований.

Враховуючі, що більшість організаційних і дорожньо-будівельних заходів пов'язані з матеріальними витратами, тому необхідно використовувати імітаційне моделювання поведінки системи «пішохід-водій-дорога» з урахуванням змін в ОДР. Імітаційне моделювання при вивченні складних систем є практично основним доступним методом отримання інформації про поведінку системи в умовах невизначеності. В процесі дослідження проведено моделювання функціонування пішохідного переходу через двосмугову вулицю із застосуванням сучасного інструменту транспортного інжинірингу – програмного забезпечення VISSIM компанії PTV AG (Німеччина). Програмне забезпечення PTV VISSIM дозволяє підвищити ефективність роботи проектувальника і створює наочну платформу для оцінки отриманих результатів та розрахунків. Результат імітації – це анімація руху транспорту у вигляді графіки в режимі реального часу і подальшим визначенням транспортно-технологічних параметрів, таких як, тривалість часу в дорозі, часові затримки транспортних засобів, довжина затору, час простою, емісія CO, емісія NOx, емісія летючих органічних сполук, витрати палива. Вихідними даними для створення моделі функціонування пішохідного переходу, є: геометричні параметри пішохідного переходу (зі стандартним набором технічних засобів, із застосуванням ППЗШ, з використанням світлофорного регулювання), технічні засоби регулювання і схема ОДР транспорту і пішоходів, час циклу для світлофорних пристроїв, дані

про інтенсивність транспортного потоку по напрямках, дані про інтенсивність пішохідних потоків, правила пріоритету та конфліктні зони на пішохідному переході тощо.

Моделювання функціонування пішохідних переходів проведено на прикладі вулиці шириною від 7,5 до 8 метрів при різних організаційних рішеннях (рис. 2).



а) нерегульований (варіант 1)

б) нерегульований з пристроєм примусового зниження швидкості (варіант 2)

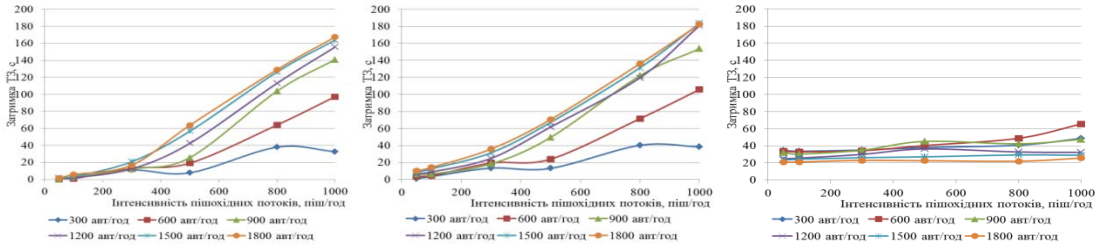
в) регульований (варіант 3)

Рис. 2. Схема пішохідного переходу

В зв’язку з великою різноманітністю умов руху на пішохідних переходах в зоні розташування дитячих навчальних закладів, а також в зв’язку з виявленими різними вимогами до ОДР на подібних об’єктах, виникла необхідність провести моделювання роботи «шкільного переходу» при різних інтенсивностях транспортних та пішохідних потоків та провести порівняльну оцінку ефективності ДР за різних умов руху. При цьому, в якості системи обмежень обрано: діапазон зміни інтенсивності транспортних потоків з 300 авт/год до 1800 авт/год; діапазон зміни інтенсивності пішохідних потоків з 50 піш/год да 1000 піш/год; швидкість руху пішоходів складає 1,2 м/с, що відповідає середній швидкості дитини у віці 9-14 років; швидкість руху транспортних засобів складає: 50 км/год без ППЗШ; 20 км/год між ППЗШ; прискорення автомобілів, поведінка (взаємодія) учасників руху, інтервали їх появи в моделі відповідають закономірностям моделі WIEDEMANN-74 (VISSIM).

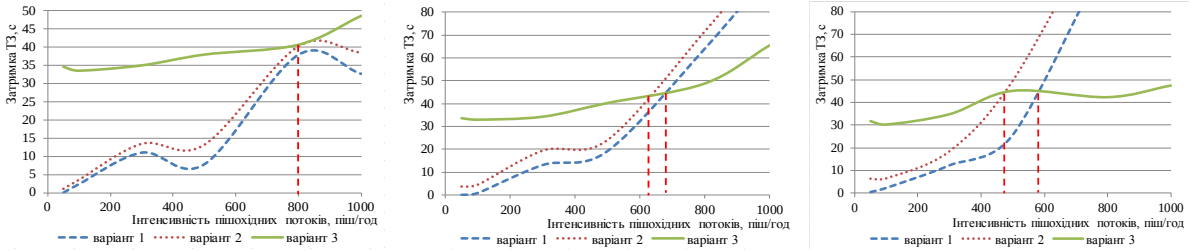
Результатом роботи імітаційної моделі ДР на пішохідному переході є визначення показників ефективності руху при різних схемах ОДР та різних інтенсивностях руху транспортних та пішохідних потоків. В результаті порівняльного аналізу отриманих значень показників ефективності ДР на пішохідному переході при різних схемах ОДР (рис. 3) отримали: затримки транспортних засобів за загальними даними при організації регульованого перехрестя (варіант 3) мають суттєво менші значення в порівнянні з іншими варіантами ОДР; при низьких значеннях інтенсивності транспортних та пішохідних потоків існує зона менших значень затримки за умови організації нерегульованого руху на переході. Отже, в результаті обробки результатів моделювання виявлено, що існують межі доцільного застосування нерегульованого руху на пішохідному переході, навіть із застосуванням ППЗШ. Для розробки рекомендацій щодо вибору схеми ОДР на пішохідному переході за основу обрано показник – затримки транспортних засобів. Перевагами від зниження наслідків ДТП знехтували, оскільки в Україні не існує чіткої методики визначення матеріальних витрат суспільства від втрати життя чи здоров’я людини в ДТП.

При порівнянні зміни затримок руху ТЗ на пішохідному переході в зоні розташування дитячих навчальних закладів при зміні умов ОДР (рис. 4) виявлені максимально допустимі значення інтенсивностей транспортних та пішохідних потоків при яких доцільно застосовувати нерегульований чи регульований рух.

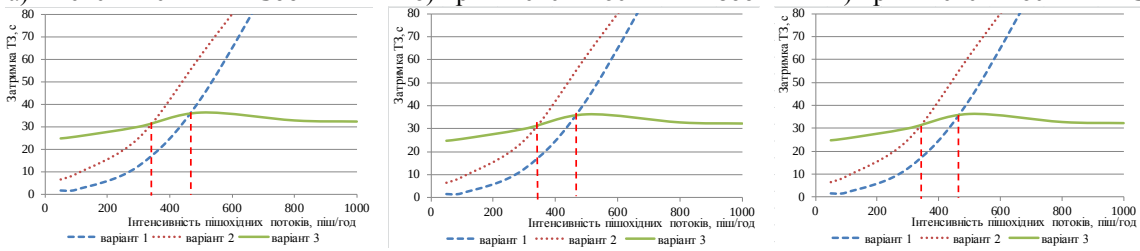


варіант 1 варіант2 варіант 3

Рис. 3. Зміна затримок ТЗ в залежності від інтенсивності пішоходів



а) інтенсивність ТП – 300 б) при інтенсивності ТП – 600 в) при інтенсивності ТП – 900



г) при інтенсивності ТП – 1200 д) при інтенсивності ТП – 1500 ж) при інтенсивності ТП – 1800

Рис. 4. Діаграми зміни затримок ТЗ в залежності від умов руху на пішохідному переході

В результаті аналізу отриманих даних встановлено, що: на вулицях з низькими значеннями інтенсивностей руху транспортних потоків (до 300 авт/год) є нераціональним застосування регульованого руху, а, з точки зору підвищення безпеки, з двох варіантів організації нерегульованого руху, пріоритетним є варіант з облаштуванням ППЗШ; на вулицях з більш інтенсивним рухом транспортних потоків (>300 авт/год) існують чіткі межі ефективного застосування одного з розглянутих варіантів ОДР на пішохідному переході в зоні розташування дитячих навчальних закладів (на графіках виділені перпендикуляром від точки перетину кривої зміни затримок ТЗ при регульованому русі та інших варіантів ОДР).

Зведені дані наведених результатів (рис. 5) дозволяють надати практичні рекомендації щодо доцільності застосування різних організаційних заходів на пішохідному переході в зоні розташування дитячих навчальних закладів.

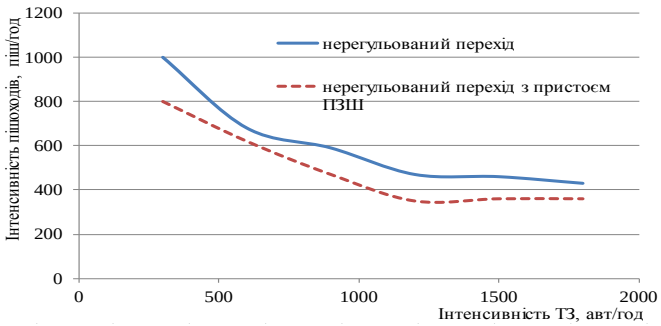


Рис. 5. Межі застосування схем ОДР на пішохідному переході

Наявність на графіку двох кривих обумовлено різними умовами при організації нерегульованого руху із застосуванням ППЗШ і без них. Межі застосування нерегульованого руху з ППЗШ менші за рахунок загального зниження швидкості транспортних потоків, що, за умов вільного пішохідного переходу від пішоходів, негативно впливає на загальну ефективність ДР.

При значеннях інтенсивностей руху транспортних і пішохідних потоків, що розташовані нижче і лівіше від кривих на графіку, доцільним є застосування нерегульованого пішохідного переходу,

навіть із застосуванням ППЗШ. В решті випадків необхідним і обов'язковим, з урахуванням всіх показників ефективності ДР, є застосування регульованого пішохідного переходу за умови жорсткого керування або застосування табло викличного пішохідного.

Висновки. В результаті проведення порівняльного аналізу імітаційних моделей функціонування пішохідного переходу при різних схемах ОДР, побудовані графіки залежності показників ефективності ДР від параметрів транспортних і пішохідних потоків. При інтенсивності пішохідного потоку >400 піш/год, спостерігається різке зниження ефективності ДР при організації нерегульованого руху з ППЗШ і без нього, що виражається у зростанні затримок транспортних засобів, витратах палива та підвищенні викидів шкідливих речовин. Це пояснюється не організованістю одночасного прибуття пішоходів на пішохідний перехід, внаслідок чого водії змушені простоювати, пропускаючи одиночних пішоходів, на відміну від організованих груп при регульованому русі. Виявлено, що при малих значеннях інтенсивності транспортних та пішохідних потоків, існує зона ефективного застосування нерегульованого пішохідного переходу, навіть із пристроєм примусового зниження швидкості.

В результаті проведених досліджень сформовані вимоги до вибору схем ОДР в зоні розташування дитячого навчального закладу з урахуванням синергетичного ефекту в ДР в залежності від застосування різних комплексів технічних засобів регулювання. Результати дослідження наведені лише для вулиць з шириною проїжджої частини до 8 метрів, проте підхід до визначення ефективності застосування різних схем ОДР на пішохідному переході в зоні розташування дитячих навчальних закладів може бути застосований і для інших типів вулиць за існуючою класифікацією.

1. Національна поліція України [Електроний ресурс]. – Режим доступа: www.npu.gov.ua/uk/

2. Congiu, M. Child Pedestrians: Factors associated with ability to cross roads safety and development of a training package / Congiu, M., Whelan, M., Oxley, J., Charlton, J., D`Elia, A., Muir, C. / Monash University Accident Research Center. – Australia, 2008. 93 p.

3. Капский Д.В. Оценка эффективности применения искусственных неровностей для повышения безопасности дорожного движения / Капский Д.В., С.Н. Карасевич, С.А. Аземша // Проблемы безопасности на транспорте: материалы V Межд. Научн.-практ. конф., Гомель, 25-26 ноября 2015 г. / Белорус. Гос. Ун-т трансп.; редкол.: В.И. Сенько [и др.]. – Гомель, 2015. – С. 122-123.

4. Peden Metal., eds. World report on road traffic injury prevention. Geneva, World Health Organization, 2004.

5. Рунэ Эльвик, Аннэ Боргер Мюсен, Трулс Ваа. Справочник по безопасности дорожного движения /Пер. с норв/ под редакцией проф. В.В. Сильянова. М.: МАДИ (ГТУ), 2001. — 754 с.

6. ДБН В.2.3-5-2018 Вулиці та дороги населених пунктів.

7. ДСТУ 4123 :2006 Пристрій примусового зниження швидкості дорожньо-транспортної техніки на вулицях і дорогах.

REFERENCES

1. Natsionalna politsiia Ukrainy [National Police of Ukraine]. www.npu.gov.ua/uk – Retrieved from: www.npu.gov.ua/uk/ [in Ukrainian].

2. Congiu, M. Child Pedestrians: Factors associated with ability to cross roads safety and development of a training package / Congiu, M., Whelan, M., Oxley, J., Charlton, J., D`Elia, A., Muir, C. / Monash University Accident Research Center. – Australia, 2008. 93 p.

3. Kapskij D.V., S.N. Karasevich, Azemsha S.A. (2015). Ocenka jeffektivnosti primenenija iskusstvennyh nerovnostej dlja povyshenija bezopasnosti dorozhnogo dvizhenija. [Assessment of the effectiveness of the use of artificial irregularities to improve road safety]. V.I. Senko (Eds.) Problemy bezopasnosti na transporte - Problems of transport security: materials V Int. Scientific-practical. Conf. (pp. 122-123). Gomel': Belorus. Gos. Un-t transp [in Belarus].

4. Peden Metal., eds. World report on road traffic injury prevention. Geneva, World Health Organization, 2004.

5. R. Jel'vik, Annje Borger Mjusen, Trjule Vo. (2001). Spravochnik po bezopasnosti dorozhnogo dvizhenija [Road Safety Manual], Moscow: MADI (GTU), 754 p. [in Russian].

6. Sporudy transportu. Vulytsi ta dorohy naselenykh punktiv [Constructions of transport. Streets and roads of settlements]. 2018. DBN V.2.3-5:2018 from 6th April 2018. Kyiv: Derzhstandart Ukraine [in Ukrainian].

7. Prystrii prymusovoho znyzhennia shvydkosti dorozhno-transportnoi tekhniky na vulytsiakh i dorohakh [Device for the forced reduction of speed of road vehicles on streets and roads]. 2006. DSTU 4123:2006 from 3th February 2006. Kyiv: Derzhstandart Ukraine [in Ukrainian].

Птица Г.Г. **Выбор схемы организации дорожного движения на пешеходном переходе в зоне детских учебных учреждений.**

Определено влияние схемы организации дорожного движения на пешеходном переходе на параметры дорожного движения. Разработаны модели функционирования пешеходного перехода с учетом эффективности дорожного движения и обеспечения безопасности пешеходов-детей. Целесообразность

выбора схемы организации дорожного движения доказана за счет определения интенсивности транспортных и пешеходных потоков с учетом безопасности участников дорожного движения.

Ключевые слова: безопасность дорожного движения, детское образовательное учреждение, пешеходный переход, пешеходное движение, имитационное моделирование.

***H. Ptytsia*. The choice of the scheme of the organization of traffic on the pedestrian crossing in the zone of children's educational institutions.**

The influence of the traffic management scheme at the pedestrian crossing on the traffic parameters is determined. Models for the functioning of the pedestrian crossing have been developed taking into account the efficiency of traffic and ensuring the safety of pedestrians-children. The expediency of choosing the road traffic management scheme is proved by determining the intensity of traffic and pedestrian flows, taking into account the safety of road users.

Keywords: road safety, children's educational institution, pedestrian crossing, pedestrian traffic, simulation modeling.

АВТОРИ:

ПТИЦЯ Геннадій Григорович, кандидат технічних наук, доцент кафедри «Організації та безпеки дорожнього руху», Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: gennadij.ptitsa@gmail.com

АВТОРЫ:

ПТИЦА Геннадий Григорьевич, к.т.н., доцент кафедры «Организации и безопасности дорожного движения», Харьковский национальный автомобыльно-дорожный университет, e-mail: gennadij.ptitsa@gmail.com

AUTHORS:

Hennadii PTYTSIA, PhD. in Engineering, Assoc. Professor of the Department of traffic management and safety, Kharkiv National Automobile and Highway University, e-mail: gennadij.ptitsa@gmail.com

Стаття надійшла в редакцію 25.04.2018 р.