

**Фоменко Г.Р.**

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

## НАПРЯМКИ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ПІШОХІДНИХ ПЕРЕХОДІВ

*В статті розглянуті питання підвищення безпеки на пішохідних переходах. Зростання інтенсивності руху транспортних потоків на вулицях міст сприяє підвищенню небезпеки на пішохідних переходах. Не можна не відмітити, що кожного року у світі скоюється величезна кількість дорожньо-транспортних пригод внаслідок чого гине до 1,5 млн чол. і частка їх відбувається на пішохідних переходах. Найбільш небезпечним у аварійних ситуаціях та дорожньо-транспортних пригодах є нічний час. До найбільш поширених причин аварійних ситуацій необхідно віднести – перевищення швидкості руху, порушення правил маневрування транспортними засобами та проїзду пішохідних переходів. Значна роль у небезпечних ситуаціях належить пішоходам, які порушують правила переходу як регульованих, так і нерегульованих пішохідних переходів.*

*Відомо, що у нічний час у 9 із 10 випадків дорожньо-транспортні пригоди, за участю пішоходів, скоюються внаслідок недостатньої освітленості ділянок пішохідних переходів і завершуються сумними результатами. Для вирішення цього питання розглядається можливість використання світлодіодних приладів для освітлення нерегульованих пішохідних переходів.*

*У країнах Європи використовують світлоповертаючі і сонячні панелі для підсвічування переходів і узбіччя. Також впроваджуються датчики руху для освітлення світлофорів. Однією із систем підвищення безпеки пішоходів на переходах є система Smart Pass. Ця система має достатньо широке використання у містах світу. Дана система належить до «розумних пішохідних переходів». Її впровадження сприяє забезпечення пішоходам безпеки та умов комфорту при перетинанні вулиці або дороги. Також позитивним є надання водіям миттєвої інформації про наявність пішоходів на переході.*

*Необхідно звернути увагу на впровадження «Розумного перехрестя» (Smart Crossing) у Лондоні. Командою британських дизайнерів і інженерів створено прототип пішохідного переходу, який оснащений кольоровими світлодіодами, а робота їх керується штучним інтелектом. Ця інноваційна розробка значно відрізняється від традиційних переходів тим, що вона не є статичною, тобто намальованою на асфальтовому покритті, а постійно змінюється у відповідності із дорожньою обстановкою.*

**Ключові слова:** транспортна інфраструктура, безпека пішоходів, пішохідні переходи, аварійні ситуації.

**Постанова проблеми.** Процес активного розвитку дорожньої інфраструктури у містах безпосередньо пов'язаний із автомобілізацією протягом останніх років. Також зростає кількість транспортних засобів, підвищується небезпека руху, що приводить до аварійних ситуацій та дорожньо-транспортних пригод. Не можна не відмітити, що кожного року у світі скоюється величезна кількість дорожньо-транспортних пригод внаслідок чого гине до 1,5 млн чол. і частка їх відбувається на пішохідних переходах [1–3]. Найбільш небезпечним у аварійних ситуаціях та дорожньо-транспортних пригодах є нічний час. До найбільш поширених причин аварійних ситуацій необхідно віднести – перевищення швидкості руху, порушення правил маневрування транспортними засобами та проїзду пішохідних переходів. Значна роль у небезпечних ситуаціях належить пішоходам, які порушують правила переходу як

регульованих, так і нерегульованих пішохідних переходів. Нажаль через необережність пішоходів кількість дорожньо-транспортних пригод із постраждалими у 2023 році збільшилась на 37 % у порівнянні із 2021 роком. В той же час кількість загиблих зросла на 7 %. Не можливо не звернути увагу на причини дорожньо-транспортних пригод які мали місце у 2023 році, а це порушення правил проїзду пішохідних переходів – 9,6 %, порушення правил перетинання перехресть – 7,6 %, а також недбалість переходу пішоходів у невстановленому місці – 5,5 %. В цілому за 2023 рік кількість загиблих у дорожньо-транспортних пригодах підвищилась на 9 %. Також не можна не привертати увагу що серед постраждалих є травмовані та загиблі діти віком до 15 років, що досягає 4 % від загальної кількості загиблих пішоходів. Дуже важливо посилити увагу і контроль за поведінкою дітей [1; 4–6].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питання розвитку транспортної інфраструктури, безпеки пішохідного руху, впровадженню інноваційних методів підвищення безпеки пішохідного руху досліджено у роботах вчених, а саме: Є. І. Бойко, П. Ф. Горбачова, В. І. Гука, В. І. Єрєсова, Є. О. Жученко, О. В. Новікова, Є. О. Райцена, Я. В. Шевчука та ін. [2; 3; 6–8].

**Постановка завдання.** Метою статті є розгляд питань підвищення безпеки пішохідного руху із використанням інноваційних технологій на території міст.

**Виклад основного матеріалу.** Безпека пішоходів є важливішою проблемою у сучасних містах. Пішоходи, як учасники дорожнього руху, є найбільш вразливими в зонах пішохідних переходів. Пішохідні переходи потребують покращення внаслідок впровадження тих чи інших заходів, а особливо використання інноваційних технологій спрямованих на підвищення безпеки [2; 6; 7].

Важливою є проблема видимості пішоходів. Причинами недостатньої видимості пішоходів є:

- недостатня освітленість пішохідного переходу;
- відсутність у пішоходів світлоповертальних ознак на одязі або світлого одягу, особливо у темний час доби.

Відомо, що у нічний час у 9 із 10 випадків дорожньо-транспортні пригоди, за участю пішоходів, скоюються внаслідок недостатньої освітленості ділянок пішохідних переходів і завершуються сумними результатами. Для вирішення цього питання розглядається можливість використання світлодіодних приладів для освітлення нерегульованих пішохідних переходів. Така категорія освітлювальних приладів спрямована не тільки для забезпечення безпеки пішоходів, а також і водіїв внаслідок того, що прилад здатний цілеспрямовано вказувати необхідну ділянку, штучне обмеження руху і зони ремонтних робіт. Усі світильники мають опцію корегування кута нахилу, що дає можливість забезпечити освітленням необхідну ділянку [8; 9].

Нічний час – це самий небезпечний період коли здійснюється більша частина дорожньо-транспортних пригод. Вночі необхідно створювати умови щоб учасники руху мали змогу бачити друг друга. За умов, якщо дорогу підсвічують ліхтарі, а автомобілі випромінюють світло власних фар, то пішохід може стати невидимим і його появлення на зебрі переходу дуже складно спрогнозувати. Використання інтелектуальних переходів або системи індикації пішохідного переходу спрямоване

на покращення безпеки пішоходів. Дана система пішохідного переходу призначена для освітлення і посилення візуального сприйняття водіями нерегульованих пішохідних переходів у темну пору доби [2; 7; 8]. Система включає наступні складові частини:

- дорожній знак «пішохідний переїзд» із постійним світлодіодним підсвічуванням поля знака і мігостливим підсвічуванням жовтого контуру знака;
- детектору знаходження пішохода в зоні підготовки до переходу;
- системи акумуляторного безперебійного живлення;
- комплекту бездротової синхронізації включення знаків і освітлення;
- сонячних панелей автономного живлення;
- кнопки виклику пішохода.

За умов такого підходу виключається ефект звикання водія до постійно миготливого світлофора і суттєво підвищується пильність водія при активації системи. Освітлення пішохідних переходів є невід'ємною складовою у забезпеченні безпеки пішоходів. За статистичними даними наїзди на пішоходів у темну пору доби складають третю частину всіх дорожньо-транспортних пригод [10; 11].

У країнах Європи використовують світлоповертаючі і сонячні панелі для підсвічування переходів і узбіччя. Також впроваджуються датчики руху для освітлення світлофорів. У іспанському місті Кабрільс що у провінції Таррагона обладнано пішохідний перехід із світлодіодною підсвідкою, яка вмонтована прямо у дорожньому покритті. Як тільки наближаються до нього на визначену відстань, то датчики тиску включають зебру, що обрамляє LED-вогни, які сигналізують водіям про необхідність зупинитися [3; 10].

Однією із систем підвищення безпеки пішоходів на переходах є система Smart Pass. Ця система має достатньо широке використання у містах світу. Дана система належить до «розумних пішохідних переходів». Її впровадження сприяє забезпечення пішоходам безпеки та умов комфорту при перетинанні вулиці або дороги. Також позитивним є надання водіям миттєвої інформації про наявність пішоходів на переході.

- Особливості роботи такої системи включають:
- появлення пішохода в зоні пішохідного переходу активує датчики руху системи;
  - синхронізовані світлодіодні індикатори у той же час починають пульсацію;

– дуже важливо, що в той же час, пішохід отримує голосове повідомлення про необхідність бути обережним;

– після завершення зони переходу пішоходом система Smart Pass відключає як світлові, так і голосові сигнали. Після цього дозволяється рух автомобільному транспорту.

Згідно з результатами тестування роботи системи Smart Pass відмічається ефективність підвищення безпеки, а також комфорту учасників дорожнього руху. Про це свідчать наступні характеристики:

- зменшення кількості сутичок;
- збільшилась кількість пішоходів, які безпечно перетинають перехрестя;
- водії транспортних засобів почали знижувати швидкість руху перед пішохідними переходами.

Необхідно звернути увагу на впровадження «Розумного перехрестя» (Smart Crossing) у Лондоні. Цей концепт був створений страховою компанією Direct Line з приводу того, що згідно статистичним даним у Великобританії визначені показники збільшення постраждалих на пішохідних переходах на 10 %. Розумне перехрестя являє собою 22-метрову секцію світлодіодних панелей, при наближенні людей ідентифікується електричний датчик і далі спрацьовує інтерактивний дисплей, який показує самий безпечний маршрут для переходу і попереджає водіїв і велосипедистів про пішоходів які знаходяться попереду на дорозі.

Вбудована програма може перерахувати кількість людей уздовж дороги і відрегулювати ширину зебри, яка створюється за допомогою панелей. Встановлені камери також можуть виявити виникнення надзвичайних ситуацій, наприклад, дитина яка вискакує за м'ячем на дорогу: червоні стрілки вкажуть водіям місце, де дитина може потрапити на проїзну частину, щоб вони змогли вспіти зупинитися. Тротуар також освітлюється для того щоб привернути увагу неухважних пішоходів, які поглинені у їх мобільні телефони [8; 10; 12].

«Розумне перехрестя» є водонепроникним, може утримувати навантаження транспортних засобів, також може розпізнавати різницю між пішоходами, автомобілями і велосипедистами.

Міжнародний союз автомобільного транспорту (МСАТ) розробив стратегію «Три і» (innovation, infrastructure, incentives – інновації, інфраструктура, стимулювання), це комплексний підхід, застосований на взаємозв'язку між людським фактором, транспортним засобом і інфраструктурою.

До основних винаходів у даній стратегії можна віднести:

– візуалізацію дорожніх знаків у салоні транспортного засобу. Метою винаходу є підвищення безпеки дорожнього руху шляхом надійної візуалізації дорожніх знаків у салоні транспортного засобу. Існуючі відеокамери мають високу роздільну здатність і змогу працювати в оптичному або інфрачервоному діапазоні, а їх чутливість в умовах поганої видимості впливає багаторазово на людський зір. Для інформування водія значність знака відображається за допомогою відео пристроїв чи на дисплеї і проєктують їх на лобове скло автомобіля, так щоб його було видно водію у зручному для нього положенні. Це дозволяє знизити напругу зорової системи, інтелектуальне і емоційне навантаження водія;

– технологія із назвою «Віртуальна стіна». «Віртуальна стіна» являє собою лазерну завісу, яка перекриває дорогу на червоне світло, перетворюється у жовте при підготовці до зміни сигналу світлофора і зникає, коли можна продовжити рух;

– різнокольорове підсвічування пішоходів на переході [10; 12; 14].

Командою британських дизайнерів і інженерів створено прототип пішохідного переходу, який оснащений кольоровими світлодіодами, а робота їх керується штучним інтелектом.

Ця інноваційна розробка значно відрізняється від традиційних переходів тим, що вона не є статичною, тобто намальованою на асфальтовому покритті, а постійно змінюється у відповідності із дорожньою обстановкою. Ця система використовує машинне навчання щоб зробити дороги більш небезпечними, а перший прототип створено на одній із телевізійних студій Лондона. Ідея побудови цього дослідного зразка спрямована на проведення тестування різних дорожніх ситуацій, а саме – реагування цифрової «зебри» на велосипедиста, який наближається до перехрестя, і потрапляє в «мертву» зону вантажного автомобіля, або дитини, яка різко вибігає на дорогу [8; 12; 15].

Технологія Starling Crossing – це не просто біла краска нанесена на дорожнє покриття, а складна система відеокамер, комп'ютерних алгоритмів і різнокольорових вогнів, за допомогою яких перехід надає сигнали пішоходам, як себе поводити в тій чи іншій ситуації. Ці світлодіоди захищені від пошкодження спеціальними високопробними сталевими та пластиковими накладками.

Водії повинні побачити пішоходів ще до того, як вони почнуть переходити дорогу. Основа безпеки переходу – видимість. Якщо вночі перехід

недостатньо освітлений, чи зовсім без освітлення, це значно підвищує ризик наїзду на пішоходів, так як водії не зможуть їх помітити своєчасно.

В такому випадку спеціальний електронний датчик ідентифікує наближення людей, які намагаються перейти з однієї сторони на іншу, а інтерактивний дисплей покаже самий безпечний маршрут для переходу та попередить водіїв і велосипедистів, що попереду на дорозі.

При використанні спеціальних камер, які розташовані на кожному кінці вулиці, технологічний мозок системи стежить за тим, що відбувається на ділянці дороги і вмикає світлодіодні панелі, щоб забезпечити безпечність пішоходів [10; 15].

Умови руху на пішохідних переходах залишаються великою проблемою по забезпеченню життя людей. В Україні діють правила про вико-

ристання світловідбивальних елементів пішоходами та іншими учасниками дорожнього руху. На жаль небезпека пішоходів зберігається і кількість постраждалих зростає, тому необхідним є прийняття рішень по використанню сучасних методів забезпечення безпеки пішоходів.

**Висновки.** Підвищення безпеки і комфортності руху на пішохідних переходах можливо при:

- застосуванні методів підвищення видимості в зоні пішохідних переходів;
- впровадженні «розумних перехресть», що дозволить зменшити кількість аварійних ситуацій;
- візуалізація дорожніх знаків спрямована на покращення емоційного стану водія;
- застосуванні інноваційних розробок із керуванням штучним інтелектом.

#### Список літератури:

1. Єфименко Р.В., Попович Н.І., Беленчук О.В. Аналіз причин виникнення ДТП і розробка заходів із підвищення безпеки дорожнього руху. *Науково-виробничий журнал*. 2015 № 6 (248). С. 34–35.
2. Шевчук Я.В. Автотранспортна інфраструктура: теорія і методи сучасних регіональних досліджень : монографія. 2011. Ужгород : Вид. ТзОВ ЛігаПрес. 367с.
3. Горбачов П.Ф., Макарічев О.В., Атаманюк І.В. Дослідження затримки учасників руху під час перетинання пішоходами вулиць і доріг через регульовані пішохідні переходи. *Автомобільний транспорт*. 2019. Вип. 44. С. 40–49.
4. Підлипний Ю.В. Аналіз високої аварійності та смертності на автомобільних дорогах України. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2016. Вип. 26.1. С. 61–68.
5. Головкін Б.М., Оцінка дорожньо-транспортної аварійності та тяжкості її наслідків в Україні. *Проблеми законності*. 2023. Вип. 156. С. 52–75.
6. Єресов В.І., Рябець Я.В. Конфліктні ситуації та безпека руху пішоходів. *Наук.-техн. Вісник*. Київ : 2001. № 2 (10). С. 24–30.
7. Гук В.І., Сітенко О.М. Містобудівні аспекти і безпека пішохідного руху. Стандарти Європейського Союзу щодо захисту пішоходів та практичні аспекти їх застосування в Україні. 2013. С. 75–80.
8. Захаров Д.С., Гребенюк С.М. Аналіз сучасних підходів та світового досвіду з використання систем безпеки пішоходів. *Український журнал будівництва та архітектури*. 2023. № 6 (018) С. 62–68.
9. Васильченко К.Р., Олянюк Н.О., Крюкова А.К. Освітлення пішохідних переходів за допомогою сонячних батарей. *Зб. Наук.-практ. конф. безпека на дорозі*. Кривий Ріг. 2023. С. 15–18.
10. Sawalha Z., Sayed T. Evaluating safety on urban arterial roadways. *Journal of Transportation Engineering*. 2018. 127. P. 151–158.
11. Бондар Т.В., Єфименко Р.В., Петрашенко О.П., Теплюк Є.Ф. Методика оцінювання безпеки нерегульованих пішохідних переходів за бальною системою. *Автомобільні дороги*. 2018. № 3 (255). С. 30–33.
12. Dumbaugh E. Safe streets. Liveable streets. *Journal of the American Planning Association*. 2015. № 71. P. 283–298.
13. Diallo B. Roads that serve the neediest users yet all too often rill then in the process. *Routes-Roads*. 2015. № 347. P. 55–59.
14. Чумак М.О. Система візуалізації нерегульованих пішохідних переходів. *Вчені записки ТНУ ім. В.І. Вернадського. Серія Технічні науки*. 2021. Том 32 (71). Ч. 2. № 1. С. 141–147.
15. Belin M.A. Theory and practice in Sweden: a case study of setting quantified road safety targets. *Health and Medical Informatics*. 2017. № 1. P. 1–5.

#### Fomenko H.R. WAYS TO IMPROVE THE SAFETY OF PEDESTRIAN CROSSINGS

*The article discusses the problems of improving safety at pedestrian crossings. The increasing intensity of traffic on city streets contributes to an increase in danger at pedestrian crossings. It should be noted that a large number of road traffic accidents occur worldwide every year, killing up to 1.5 million people, and a proportion of these accidents occur at pedestrian crossings. Night time is the most dangerous time for*

*emergencies and road accidents. The most common causes of accidents are speeding, vehicle manoeuvres and pedestrian crossings. Pedestrians violating the rules of crossing both regulated and unregulated pedestrian crossings play a significant role in dangerous situations.*

*It is known that at night, in 9 out of 10 cases, road accidents involving pedestrians occur due to insufficient lighting at pedestrian crossings and end with tragic consequences. To solve this problem, the possibility of using LED devices to illuminate unregulated pedestrian crossings is being considered.*

*European countries are using reflective and solar panels to illuminate pedestrian crossings and roadsides. Motion sensors are also being introduced to illuminate traffic lights. One of the systems to improve pedestrian safety at crossings is the Smart Pass system. This system is widely used in cities around the world. This system is referred to as “intelligent pedestrian crossings”. Its implementation helps to ensure the safety and comfort of pedestrians crossing a street or road. It also provides drivers with instant information about the presence of pedestrians at the crossing.*

*It is necessary to pay attention to the implementation of Smart Crossing in London. A team of British designers and engineers has created a prototype of a pedestrian crossing equipped with coloured LEDs and controlled by artificial intelligence. This innovative development differs significantly from traditional pedestrian crossings in that it is not static, i.e. painted on the asphalt surface, but constantly changes according to the road situation.*

**Key words:** *transport infrastructure, pedestrian safety, pedestrian crossings, emergencies.*