

ЗАХОДИ З ПОКРАЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ПІШОХОДІВ НА ПЕРЕХОДАХ ВУЛИЦЬ

Фоменко Г. Р.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Анотація. У статті розглянуто питання підвищення безпеки людей на пішохідних переходах. Зростання інтенсивності руху, аварійних ситуацій на вулицях і дорогах міст свідчить, що ймовірність потрапити в дорожньо-транспортну пригоду в нашій країні упр'ятеро вища, ніж в інших країнах Європи. Проаналізовано сучасні методи та інноваційні технології, спрямовані на зниження ризику пішоходів на переходах.

Ключові слова: інтенсивність руху, дорожньо-транспортні пригоди, безпека пішоходів, пішохідні переходи, інноваційні технології.

Вступ

Дорожньо-транспортна система є багатофункціональним комплексом, призначеним для реалізації всієї сукупності потреб суспільства, пов'язаних із рухом і взаємозв'язком у соціальному просторі транспорту, водіїв, пішоходів тощо. Автомобіль набуває все більшого значення, зростає інтенсифікація використання індивідуального транспорту, збільшується диспропорція між рівнем автомобілізації та темпами дорожнього будівництва. Загальна доля ризиків, їх виникнення і розвиток пов'язані з підготовкою та професійною компетентністю учасників дорожнього руху.

Від їхніх умінь, навичок, поведінки на дорозі, а також ставлення до інших учасників дорожнього руху залежить безпека дорожньо-транспортної системи загалом. На жаль, ситуація в Україні не оптимістична, якщо порівнювати з європейськими країнами.

Середній показник загиблих у дорожньо-транспортних пригодах у країнах ЄС становить 81 чоловік на 1 млн автомобілів, а середній показник автомобілізації – 567 машин на 1000 жителів.

В Україні показник смертності становить 418 загиблих на 1 млн автомобілів. На 1000 чоловік припадає приблизно 245 машин. Отже, ймовірність загинути в дорожньо-транспортній пригоді в Україні упр'ятеро вища, ніж у будь-якій іншій країні Європи. Кількість аварій за 2024 р. із загиблими й травмованими зросла на 9 %, а дорожньо-транспортних пригод, в яких травмувались або загинули діти – на 15,1 %, щодня аварії забирали життя восьми людей, а 87 осіб отримували травми [1, 2].

Важливе значення для безпеки учасників дорожнього руху має загальна культура лю-

дини. Культура водіння – це поведінка на дорозі, рівень взаємоповаги та взаємодопомоги між усіма учасниками дорожнього руху. Тобто важливо, щоб особа, яка перебуває за кермом автомобіля, дотримувалася правил дорожнього руху, не створювала аварійних ситуацій, стежила за тим, щоб не заподіяти незручності автомобілістам і пішоходам. На жаль, деякі водії поводяться грубо, а іноді й агресивно. Така поведінка ображає інших учасників дорожнього руху й може спричинити дорожньо-транспортні пригоди. Важливе значення в забезпеченні безпеки дорожнього руху мають стосунки між основними учасниками – водіями та пішоходами. Водій на дорозі поводить не тільки як особа, що вмє керувати автотранспортним засобом, але, що важливо, як особистість. Залежно від руху автомобіля можна зробити висновок про наявність чи відсутність поваги водія до інших учасників руху, про його виховання, дисциплінованість, відповідальність тощо. До агресивного водіння схильні особи, які відчувають дефіцит часу під дією будь-яких зовнішніх факторів, а також молоді люди, які бажають продемонструвати технічні властивості автомобіля. Така самовпевненість призводить іноді до аварійних ситуацій.

Отже, підвищення рівня культури водіїв дасть змогу покращити взаємодію між ними та пішоходами.

Аналіз публікацій

Питання підвищення безпеки руху на пішохідних переходах надто важливе, оскільки спостерігається значна кількість дорожньо-транспортних пригод із травмованими і загиблими особами. Чимало вчених досліджують питання, присвячені розробленню заходів, інноваційних технологій та використанню

штучного інтелекту для підвищення безпеки людей на пішохідних переходах, зокрема: Є. Рейцен, П. Горбачов, Б. Головкін, К. Васильченко, В. Гук, М. Чумак, Є. Бойко, О. Новіков та ін. [1, 3–8].

Мета й постановка завдання

Метою статті є розгляд питань щодо підвищення безпеки людей на пішохідних переходах, упровадження інноваційних методів і технологій на вулицях міст.

Основні напрями підвищення безпеки руху

Автомобілізація здійснила позитивний вплив на економіку країни, забезпечила комфорт і зручність для людей у містах. Проте вона спричинила величезну кількість негативних наслідків та явищ, а саме: людські жертви, матеріальні збитки від дорожньо-транспортних пригод, загазованість повітря в містах, шум, захаращування вулиць автомобілями, що стоять і створюють затори, а також зниження пропускної здатності та швидкості руху.

Вулично-дорожня мережа охоплює магістральні вулиці загальноміського, районного значення, житлові вулиці, а також дороги та проїзди й території міста, пішохідні шляхи й простори, переходи крізь проїзну частину вулиць, велосипедні доріжки.

Пішохідні переходи є одними з найбільш небезпечних ділянок на вулицях і дорогах населених пунктів. Недостатня безпека дорожнього руху на пішохідних переходах пов'язана з такими причинами:

- низька дисципліна всіх учасників руху, як водіїв так і пішоходів;
- недостатня інформація для учасників руху;
- невисокі зчепні властивості дорожнього покриття як перед пішохідним переходом, так і на ньому;
- зміна погодних умов упродовж доби.

На жаль, універсальних заходів для розв'язання всіх проблем, частіше за все не буває. З огляду на особливості функціонування пішохідних переходів в одному рівні для безпечного перетину транспортних і пішохідних потоків розглянемо низку заходів, спрямованих на підвищення безпеки дорожнього руху.

З-поміж заходів для підвищення безпеки на пішохідних переходах можна виокремити дві групи:

I – технічні заходи: світлофори (пішохідні й транспортні), освітленість (у нічний час доби), дорожня розмітка, світлоповертальні

елементи, смуги для шумової розмітки, дорожні знаки, штучні нерівності, покриття проти ковзання;

II – індивідуальні заходи: світловідбивні елементи на одязі, флікери, антиблікові окуляри для водіїв [9–11].

Основними причинами наїзду на пішохода можуть бути:

- порушення водіями правил дорожнього руху;
- незадовільний стан пішохідного переходу та його обладнання, що дуже часто спричиняє дорожньо-транспортні пригоди;
- поведінка пішоходів, а саме природне прагнення заощадити час, обрати коротший шлях і в цьому разі порушити правила дорожнього руху, що пов'язано із фізіологічними особливостями пішоходів;
- зміна погодних умов;
- використання транспортних засобів у незадовільному стані.

Безумовно, для зменшення кількості постраждалих пішоходів найбільш ефективним заходом є така організація дорожнього руху, за якого пішоходи будуть ізольовані від автомобільного потоку влаштуванням підземних переходів, пішохідних мостів, тунелів. Відомо, що конфліктні ситуації виникають саме під час взаємодії учасників дорожнього руху, а саме на перехрестях, де перетинаються потоки пішоходів і транспортних засобів. Тому для вдосконалення організації дорожнього руху необхідно особливу увагу приділяти пішохідним переходам.

З метою забезпечення безпеки людей в умовах міського інтенсивного руху необхідно зважати на низку особливостей, зокрема:

- пішоходи на відміну від пасажирів автотransпортних засобів беззахисні;
- за відсутності спеціальних огорожень пішоходи намагаються перейти вулицю в зручному для них місці;
- позначений пішохідний перехід не є суттєвим захистом від автотransпортного засобу, що ігнорує людину на переході;
- пішоходами можуть бути особи, різні за фізичним станом;
- швидкість та інтенсивність руху автотransпортних засобів у потоках постійно змінюються;
- керування автотransпортними засобами здійснюють водії з різним професійним рівнем і навичками;
- психологічне навантаження на водіїв постійно зростає;

– водії не в змозі зробити певний прогноз наслідків і ризик дій під час керування автотранспортним засобом [9, 12, 13].

Заходи для покращення безпеки руху на пішохідних переходах

Основною проблемою аварійності, особливо на нерегульованих переходах, є погана видимість пішохода в темний час доби. За статистикою 2024 р. з причин порушення правил проїзду пішохідних переходів травмовано 2021 людину, а загинуло 124 особи. За період перших трьох місяців 2025 р. травмовано 403 людини, загинуло 38 чоловік унаслідок порушення правил проїзду нерегульованими пішохідними переходами; травмовано 188 осіб, загинили 37 з причин переходу в невстановленому місці. Такі випадки спостерігаються здебільшого в темний час доби й через недостатню видимість та освітлення [2, 7, 12, 13].

Найчастіше винними вважають водіїв, але не завжди тільки вони відповідальні за ситуацію, що склалася, оскільки не повсякчас можна передбачити появу пішохода на проїзній частині. Заходи з організації дорожнього руху, спрямовані на підвищення безпеки, сприяють зниженню дорожньо-транспортних пригод, але, на жаль, кількість постраждалих залишається високою [9, 10].

Можна виокремити дві причини виникнення дорожньо-транспортних пригод з участю пішоходів, особливо на нерегульованих пішохідних переходах:

- погана видимість знаків і розмітки;
- недостатня видимість пішохода водієм у темний час доби, що пов'язано із відсутністю додаткового освітлення зони переходу, а також відсутність світлоповертальних елементів на одязі пішохода і поганого огляду переходу.

Проблеми аварійності на пішохідних переходах, особливо в темний час доби, а саме наїзди на пішоходів, становлять близько 40 % від усіх дорожньо-транспортних пригод, перевищує денний показник приблизно на 15 %, а ризик отримати смертельні травми в темну пору для пішохода підвищується на 44–45 %. Саме в темний час доби гине більше, ніж дві третини від усіх загинилих пішоходів.

Для забезпечення видимості пішохідного переходу в нічний час необхідно використовувати локальне освітлення. Освітлення проїзної частини, особливо переходу, впливає на видимість пішоходів на дорозі. Зона видимо-

сті водієм пішоходів значно залежить від кольору одягу людини й за певних умов дорівнює:

- темний одяг – 18 м;
- червоний одяг – 24 м;
- жовтий одяг – 37 м;
- білий одяг – 55 м;
- одяг із світлоповертальними елементами – 100 м;
- світлоповертальний жилет – 150 м.

Дальність світлового променя залежить і від висоти установки фари. Зона гальмування автомобіля, що рухається зі швидкістю 50–55 км/год, у середньому становить 40 м залежно від стану покриття та погодних умов. На відстані 30–40 м водій може бачити тільки ноги пішохода, якщо немає зустрічних автомобілів. У разі коли зустрічні автомобілі осліплюють водія, фігура пішохода у світловому потоці фар буде прихована, що є надто небезпечно [12, 14].

Освітлення є домінантним фактором у планувальних рішеннях і благоустрої важливих елементів генерального плану, вулично-дорожньої мережі, пішохідного простору. Освітлення вулично-дорожньої мережі – це складне й відповідальне завдання, яке передбачає безпеку й комфорт для всіх учасників дорожнього руху.

Сприятливі умови для пішоходів формуються комплексом кількісних і якісних параметрів освітлення, а саме проїзної частини вулиці чи дороги, рівномірності розподілу яскравості. Не менш важливим для зон пішохідних переходів є використання спеціального освітлення. Саме в темний час доби відбувається значне збільшення травматизму й загибелі пішоходів.

За допомогою спеціальних світильників у зоні пішохідних переходів підвищується рівень освітлення, що забезпечує вищу видимість і контраст пішохода на освітленому фоні вулиці. За допомогою світильників, розміщених у зоні переходу, підвищують вертикальне освітлення та формують світловий коридор для пішохода.

З метою підвищення безпеки на нерегульованих пішохідних переходах доцільно їх обладнати такими спеціальними світильниками, світло яких розрізняється за кольоровістю від загального вуличного освітлення, щоб створити ефект додаткової дії сигналу за допомогою саме колірної різноманітності. Для водіїв видимість і помітність найвищі, коли пішоходи постають як світлий об'єкт на темному фоні.

Відповідно, світильник має бути розміщений між водієм і пішоходом так, щоб напрямок світлового потоку збігався з напрямком руху автомобіля. Середня вертикальна освітленість на переходах має бути 40 лк у напрямку руху над віссю переходу. Необхідно, щоб максимум освітленості припадав на пішохода, який перебуває по середині переходу. Для зниження кількості дорожньо-транспортних пригод розробляють різні заходи, спрямовані на покращення безпеки руху пішоходів [11, 13].

Приділено увагу влаштуванню дорожніх стійок із підсвічуваннями та сигналізацією, вбудованими на пішохідних переходах. Миготливі бурштинові вогні на шпильках загоряються за ввімкненого світла світлофора, щоб попередити водіїв автомобілів про їх наближення до перехрестя. Освітлені дорожні стійки встановлюють там, де водії, які повертають праворуч, часто не поступаються дорогою пішоходам.

Підвищення безпеки людей на переходах можливе за допомогою сонячних батарей. Традиційні ліхтарі пішохідних переходів використовують мережну електрику – дорогу та менш екологічно чисту. Світильники для пішохідних переходів на сонячних батареях передбачають інноваційне й стале рішення окресленої проблеми.

Світильники для пішохідних переходів на сонячних батареях використовують енергію сонця для ефективної роботи. Вони містять сонячні панелі, що поглинають сонячне світло протягом дня й перетворюють його в електричну енергію. Ця енергія зберігається в батареях для живлення ліхтарів уночі чи в умовах низької освітленості. Використання сонячної енергії усуває необхідність в електромережі та знижує загальну потребу енергії [7, 9].

Переваги пішохідних переходів на сонячних батареях:

- покращення видимості внаслідок того, що на сонячних батареях встановлюють світлодіоди високої інтенсивності, які забезпечують оптимальну видимість, навіть за несприятливих погодних умов. Підвищена видимість сприяє зниженню ймовірності та небезпечних випадків і підвищує безпеку пішоходів;

- світильники на сонячних батареях дуже енергоефективні завдяки використанню світлодіодної технології та відновленню сонячної енергії. Вони покладаються на стійкі джерела енергії, а також зменшують вплив

на навколишнє середовище й викиди вуглецю;

- системи, що працюють на сонячній енергії, усувають необхідність в електричній інфраструктурі, проводці та поточних витратах на електроенергію. Після встановлення вони працюють незалежно, що з часом заощаджує містам значні витрати;

- світильники для пішохідних переходів на сонячних батареях розрізняються міцністю та довговічністю й потребують мінімального обслуговування. Вони витримують різні погодні умови та продовжують оптимально функціонувати й забезпечують постійну безпеку пішоходів;

- пішохідні переходи із сонячними батареями легко встановлювати, і вони не потребують численних будівельних робіт або порушення руху транспорту. Простота їх встановлення робить їх зручними для підвищення безпеки переходів у різних містах.

Пішохідні переходи на сонячних батареях можна інтегрувати з інтелектуальними датчиками й системами управління дорожнім рухом, що значно підвищить їх ефективність. Завдяки вбудованим датчикам руху ці ліхтарі можуть виявляти наближення пішоходів і відповідним чином регулювати яскравість і забезпечувати постійну максимальну видимість. Окрім того, за умови під'єднання до централізованої системи управління рухом ці ліхтарі можуть синхронізуватися із сигналами світлофора, таким чином створювати гармонізоване середовище для пішоходів і транспортних засобів.

Безпека людей у містах з високою інтенсивністю руху потребує використання заходів попередження аварійних ситуацій. Застосування засобів відеоспостереження нерідко відчувають труднощі з точним виявленням пішоходів, особливо в умовах недостатньої освітленості.

Інтеграція штучного інтелекту й комп'ютерного зору розширюють можливості з використанням моделі *Ultalytics YOLO11* для виявлення пішоходів, які чекають на переходах. Камери, встановлені на світлофорах, можуть застосовувати *YOLO11* для виявлення пішоходів у режимі реального часу з відповідним коригуванням сигналів світлофора.

Для підвищення безпеки пішохідних переходів можливе використання систем виявлення пішоходів, для яких встановлюють камери або датчики, призначені саме для виявлення людей у місцях переходу. Після того, як пішохід виявлений, система активує

миготливі вогні, звукові та візуальні сигнали з метою попередження драйверів про наявність пішоходів. Деякі системи можуть навіть спілкуватися з транспортними сигналами, щоб дати більше часу людям для перетину дороги [14, 15].

Приваблюють також розумні пішохідні переходи. Для них установлюють вбудовані датчики та світлодіодні ліхтарі, щоб надати інформацію пішоходам і водіям. Особливості роботи такі: світло змінює колір, щоб дати вказівку, коли можна безпечно перетинати вулицю, або пішоходу необхідно чекати. Також датчики здатні виявити швидкість і напрямок транспортних засобів, що наближаються, і це дає змогу системі регулювати час сигналу для забезпечення безпечних перетинів. Крім того, можливе використання мобільних застосунків. Деякі з них призначені для безпечної допомоги людям на пішохідних переходах.

Мобільні застосунки надають інформацію в режимі реального часу про транспортний потік, обсяг пішоходів та інші фактори, що можуть вплинути на безпеку пішоходів. Існують застосунки, оснащені технологією доповненої реальності, яка дає змогу користувачам бачити віртуальні пішохідні переходи та інші функції безпеки.

Інноваційні світлофори для пішохідних переходів обладнані передовими датчиками й технологією виявлення руху, що дає змогу в режимі реального часу відстежувати активність пішоходів на прилеглої території. Ці датчики виявляють транспортні засоби, що наближаються, а також пішоходів, активувати світло, щоб забезпечити покращення видимості та безпеки.

На відміну від традиційних, інноваційні світлофори мають динамічну систему сигналізації. Ця система містить яскраві світлодіодні ліхтарі, що ефективно притягують увагу. У разі спрацювання ліхтарі загораються послідовно, таким чином імітують рух і привертають увагу до переходу. Ця динамічна сигнальна система гарантує, що водії будуть попереджені про присутність пішоходів, сприяє збільшенню шансів на швидке реагування та зниженню ризику нещасного випадку.

Динамічна властивість світлофорів на переходах значно покращує видимість і обізнаність як водіїв, так і пішоходів. Покращення видимості гарантує, що водії та пішоходи будуть більш уважні й обережні, що сприятиме зниженню небезпечних випадків [14–16].

Також значну увагу приділяють використанню штучного інтелекту в багатьох галузях і в підвищенні безпеки пішоходів. Світильники для переходів із штучним інтелектом можуть аналізувати умови руху в реальному часі та відповідним чином корегувати час сигналу.

З використанням штучного інтелекту світлові покажчики пішохідних переходів здатні визначати чисельність осіб, які чекають на перехід, швидкість транспортних засобів і прогнозувати потенційні конфлікти. Це дає змогу оптимізувати час подачі сигналів, а отже, гарантувати, що пішоходам буде надано достатньо часу для переходу, а водії будуть вчасно попереджені.

Використання таких заходів спрямоване на зниження ризику небезпечних випадків на вулицях міст.

Висновки

Для підсилення безпеки пішоходів на переходах можливі такі заходи:

- покращення освітлення та видимості пішоходів, особливо на нерегульованих переходах;
- застосування для підвищення безпеки пішоходів на переходах систем для їх виявлення;
- використання інноваційних світлофорів, обладнаних спеціальною системою датчиків на пішохідних переходах;
- упровадження штучного інтелекту для підвищення безпеки й комфортності руху пішоходів на переходах.

Література

1. Головкін Б. М. Оцінка дорожньо-транспортної аварійності та тяжкості її наслідків в Україні. *Проблеми законності*. 2023. Вип. 156. С. 52–75.
2. Статистика ДТП в Україні. Режим доступу: <https://patrolpolice.gov.ua/statystyka/>.
3. Шевчук Я. В. Автотранспортна інфраструктура: теорія і методи сучасних регіональних досліджень: монографія. Ужгород: ТзОВЛігаП-рес, 2011. 367 с.
4. Горбачов П. Ф., Макарічев О. В., Атаманюк І. В. Дослідження затримки учасників руху під час перетинання пішоходами вулиці і доріг через регульовані пішохідні переходи. *Автомобільний транспорт*. 2019. Вип. 44. С. 40–49.
5. 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.

6. Підлипний Ю. В. Аналіз високої аварійності та смертності на автомобільних дорогах України. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2016. Вип. 26.1 С. 74–80.
7. 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.
8. 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.
9. Захаров Д. С., Грибенюк С. М. Аналіз сучасних підходів та світового досвіду з використання систем безпеки пішоходів. *Український журнал будівництва та архітектури*. 2023. № 6 (018). С. 62–68.
10. Єресов В. І., Рябець Я. В. Конфліктні ситуації та безпека руху пішоходів. *Наук.-техн. вісник*. Київ, 2001. № 2(10). С. 24–30.
11. Belin M. A. Theory and practice in Sweden: a case study of setting quantified road safety targets. *Health and Medical Informatics*, 2017. 1:1–5.
12. Diallo B. Roads that serve the neediest users yet all too often kill them in the process. *Routes-Roads*. 2015. 347:55–59.
13. 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.
14. Чумак М. О. Система візуалізації нерегульованих пішохідних переходів. *Вчені записки ТНТУ ім. В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. 2021. Т. 32(71). Ч. 2. № 1. С. 141–147.
15. Sawalha Z., Sayed T. Evaluating safety on urban arterial roadways. *Journal Transportation Engineering*. 2018. 127:151–158.
16. Dumbaugh E. Safe streets liveable streets. *Journal of the American Planning Association*. 2015. 71:283–298.
5. Huk, V. I., & Sitenko, O. M. (2013). Mistobudivni aspekty i bezpeka pishokhidnoho rukhu. Standarty Yevropeiskoho Soiuzu shchodo zakhystu pishokhodiv ta praktychni aspekty yikh zastosuvannya v Ukraini [Urban planning aspects and pedestrian safety. EU standards and practical application in Ukraine]. 75–80 [in Ukrainian].
6. Pidlypnyi, Yu. V. (2016). Analiz vysokoi avariynosti ta smernosti na avtomobil'nykh dorohakh Ukrainy [Analysis of high accident and mortality rates on Ukraine's roads]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*, 26(1), 74–80 [in Ukrainian].
7. Vasylichenko, K. R., Olianiuk, N. O., & Kryukova, A. K. (2023). Osvitlennia pishokhidnykh perekhodiv za dopomohoiu soniachnykh batarei [Lighting pedestrian crossings using solar panels]. In *Bezpeka na dorozh: zb. nauk.-prakt. konf.* (pp. 15–18). Kryvyi Rih [in Ukrainian].
8. Yefymenko, R. V., Popovych, N. I., & Belenchuk, O. V. (2015). Analiz prychyn vynyknennia DT* i rozrobka zakhodiv iz pidvyshchennia bezpeky dorozhnoho rukhu [Analysis of accident causes and development of traffic safety measures]. *Naukovo-vyrobnychiy zhurnal*, 6(248), 34–35 [in Ukrainian].
9. Zakharov, D. S., & Hrybenyuk, S. M. (2023). Analiz suchasnykh pidkhodiv ta svitovoho dosvidu z vykorystannia system bezpeky pishokhodiv [Analysis of modern approaches and global experience in pedestrian safety systems]. *Ukrainskyi zhurnal budivnytstva ta arkhitektury*, 6(018), 62–68 [in Ukrainian].
10. Yeresov, V. I., & Riabets, Ya. V. (2001). Konfliktni sytuatsii ta bezpeka rukhu pishokhodiv [Conflict situations and pedestrian safety]. *Naukovo-tekhnichnyi visnyk*, 2(10), 24–30 [in Ukrainian].
11. Belin, M. A. (2017). Theory and practice in Sweden: A case study of setting quantified road safety targets. *Health and Medical Informatics*, 1, 1–5.
12. Diallo, B. (2015). Roads that serve the neediest users yet all too often kill them in the process. *Routes-Roads*, 347, 55–59.
13. Bondar, T. V., Yefymenko, R. V., Petrashenko, O. P., & Tepliuk, Ye. F. (2018). Metodyka otsiniuvannya bezpeky neregulovanykh pishokhidnykh perekhodiv za balnoi systemoiu [Method for assessing safety of unregulated pedestrian crossings by a point system]. *Avtomobil'ni dorohy*, 3(255), 30–33 [in Ukrainian].
14. Chumak, M. O. (2021). Systema vizualizatsii neregulovanykh pishokhidnykh perekhodiv [Visualization system for unregulated pedestrian crossings]. *Vcheni zapysky TNTU im. V.I. Verenskoho. Seriya: Tekhnichni nauky*, 32(71), Pt. 2(1), 141–147 [in Ukrainian].

References

1. Holovkin, B. M. (2023). Otsinka dorozhn'o-transportnoyi avariynosti ta tiazhkosti yii naslidkiv v Ukraini [Assessment of road traffic accident rates and severity in Ukraine]. *Problemy zakonnosti*, 156, 52–75 [in Ukrainian].
2. Patrolna politsiia. (n.d.). *Statystyka DT* [Statistics on road traffic accidents in Ukraine]. Retrieved April 12, 2025, <https://patrolpolice.gov.ua/statystyka/> [in Ukrainian].
3. Shevchuk, Ya. V. (2011). *Avtotransportna infrastruktura: Teoriia i metody suchasnykh rehional'nykh doslidzhen'* [Motor transport infrastructure: Theory and methods of modern regional studies]. Uzhhorod: LigaPress [in Ukrainian].
4. Horbachov, P. F., Makarichev, O. V., & Atamaniuk, I. V. (2019). Doslidzhennia zatrymk

15. Sawalha, Z., & Sayed, T. (2018). Evaluating safety on urban arterial roadways. *Journal of Transportation Engineering*, 127, 151–158.
16. Dumbaugh, E. (2015). Safe streets, livable streets. *Journal of the American Planning Association*, 71, 283–298.

Фоменко Галина Романівна, к. т. н., доц. кафедри проєктування доріг, геодезії і землеустрою, fomenkogr@gmail.com, +38 066-882-63-12.

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет, вул. Ярослава Мудрого, 25, м. Харків, 61002, Україна.

Measures to Improve Pedestrian Safety at Street Crossings

Abstract. Problem. The article deals with the issues of improving pedestrian safety at pedestrian crossings. The road transport system is a multifunctional complex designed to meet a whole range of societal needs related to the movement and interconnection in the social space of transport, drivers, pedestrians, etc. The overall fate of risks, their occurrence and development are related to the training and professional competence of road users. The safety of the road transport system as a whole depends on their skills, behavior on the road, and attitude towards other road users. Unfortunately, the situation in Ukraine is not the most optimistic, and the probability of dying in road accidents is five times higher than in other European countries. In 2024, the number of accidents with fatalities and injuries increased by 9%, and the number of accidents in which children were injured or killed increased by 15.1 %, with 8 people killed and 87 injured in accidents every day.

Goal. The purpose of the article is to consider issues related to improving pedestrian safety at pedestrian crossings, the use of innovative methods and technologies on city streets. **Results.** Motorization has had a positive impact on the country's economy,

providing comfort and convenience for people in cities. However, it has caused a huge number of negative consequences and phenomena, namely, human casualties and material damage from road accidents. Pedestrian crossings are one of the most dangerous areas on the streets and roads of settlements. To reduce the number of pedestrians injured, the most effective measure is to organize traffic so that pedestrians are isolated from the traffic flow. The main problem of accidents, especially at unregulated pedestrian crossings, is poor visibility of pedestrians in the dark. Lighting is a dominant factor in planning decisions and improvement of the most important elements of the master plan, street and road network, and pedestrian space. Attention is paid to the arrangement of road bollards with lights and built-in signaling at pedestrian crossings. Improving pedestrian safety at pedestrian crossings is possible with the help of solar panels. The integration of artificial intelligence and computer vision expands the possibilities using the Ultalytics YOLO11 model to detect pedestrians waiting at pedestrian crossings. Smart pedestrian crossings are also attractive. Considerable attention is also paid to the use of artificial intelligence in many industries and in improving pedestrian safety. **Practical value.** The use of such measures is aimed at reducing the risk of dangerous accidents on city streets.

Key words: traffic volume, traffic accidents, pedestrian safety, pedestrian crossings, innovative technologies.

Fomenko Halyna, Ph.D., Assoc. Prof., Department of Highway Design, Geodesy and Land Management, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8789-7575>, fomenkogr@gmail.com.

Kharkov National Automobile and Highway University, 25, Yaroslava Mudrogo str., Kharkiv, 61002, Ukraine