УДК 625.748:621.397.43
DOI https://doi.org/10.32838/2663-5941/2021.1-2/23

Чумак М.О.
Національний аерокосмічний університет імені М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

СИСТЕМА ВІЗУАЛІЗАЦІЇ НЕРЕГУЛЬОВАНИХ ПІШОХІДНИХ ПЕРЕХОДІВ

У статті досліджується проблема травматизму та виникнення ДТП на нерегульованих пішохідних переходах. Аналізуються статистичні дані ДТП, які виникають на дорогах України. Транспорт, будучи необхідною умовою існування й економічного розвитку сучасного суспільства, одночасно є істотним джерелом економічних витрат, що виникають внаслідок: дорожньої перевантаженості, аварійних ситуацій, шкідливого впливу дорожнього руху на навколишнє середовище і здоров'я населення. Найбільший потенціал зниження загального рівня аварійності має скорочення кількості ДТП в населених пунктах, а найбільший потенціал щодо зниження загальної тяжкості ДТП – скорочення кількості ДТП на дорогах поза населеними пунктами.

Визначається напрям дослідження та розробок у транспортній системи нашої країни. Основною задачею цієї роботи е проектування Інтелектуальної транспортної системи.

Інтелектуальні транспортні системи (ITC) – це вдосконалені програми, спрямовані на надання інноваційних послуг, що стосуються різних видів транспорту й управління трафіком і дозволяють різним користувачам бути більш поінформованими та приймати більш безпечні, скоординовані та «розумні» рішення за допомогою транспортних мереж. Розумна транспортна система стає незамінним компонентом. У будь-якому місті мобільність є ключовою проблемою; громадяни використовують транспортну систему для подорожі по місту. Залучення громадян із Інтелектуальною транспортною системою може заощадити свій час і зробити місто ще розумнішим. Інтелектуальна транспортна система має на меті досягти ефективності руху за рахунок мінімізації транспортних проблем. Вона забезпечує користувачів попередньою інформацією про рух у режимі реального часу, наявність сидінь тощо, що скорочує час подорожі пасажирів, а також підвищує їхню безпеку та комфорт.

Розробляється система, здатна значно зменшити кількість аварійних ситуацій на ділянках доріг із нерегульованими пішохідними переходами. Аналізується її подальша ефективність і перспективи розвитку.

Ключові слова: *безпека, інтелектуальні транспортні системи, пішохід, дорожньо-транспортна пригода, дорожня безпека.*

Постановка проблеми. Щороку кількість травм і смертей під час перетину доріг невпинно зростає. Це явище характерне для різних доріг і магістралей по всій країні. На жаль, представники уряду виявляють дуже мало інтересу до цього проблемного питання. Безпека пішоходів за останні кілька років знизилася з низки причин:

– Щодня мільйони людей, перетинаючи дороги, бачать, що місця переходу дорожнього полотна майже не забезпечені засобами безпеки.

– У тих самих місцях, де встановлені системи та прилади для більш безпечного регулювання дорожнього руху, навіть серед молодих і сучасних людей не вистачає обізнаності з цього питання.

– На деяких великих і магістральних дорогах немало сигналізованих систем, але люди зазвичай ігнорують їх і перетинають дорожнє полотно, порушуючи правила дорожнього руху [1].

У більшості розвинених країн використання зебри, перемикання кнопок, вдосконаленого попереджувального знака тощо застосовується ефективно й успішно. Результатом є мінімальний рівень аварійності, тоді як на наших дорогах і магістралях ми можемо зустріти багато пішоходів, котрі переходять через дороги поза межами «зебри» чи пішохідних мостів. Більшість людей просто не користуються ними або система дорожнього руху не дозволяє їх правильно використовувати.

Статистичний погляд на це питання. Завдяки посиленню економічного зростання країни у наших містах спостерігається швидка урбанізація та зростання обсягів руху. Це призвело до збільшення розширення міст і подальшого збільшення використання поїздок на громадському транспорті. Поїздки на громадському транспорті пов'язані з рухом пішоходів як до місця виїзду, так і до місця призначення або обох, а іноді до

пунктів пересадки. Пішоходу доводиться переходити дорогу з багатьох причин. Через свою терміновість у прийнятті рішень або цінність часу пішохід дотримується поведінки, яка потенційно створює аварійну ситуацію. Як результат, рівень ДТП на пішохідних переходах різко збільшується.

Кількість жертв-пішоходів щороку збільшується. Цей факт привертає увагу. Люди постраждали та загинули через відсутність обізнаності.

Статистичні дані говорять про те, що серед усіх видів ДТП наїзд на пішохода займає одну з лідируючих позицій. Незважаючи на четверте місце за кількістю ДТП, наїзд на пішохода є другим за кількістю травмованих, постраждалих і загиблих осіб (табл. 1).

За застосуванням Інтелектуальні транспортні системи (далі – ІТС) можна класифікувати на: управління дорожнім рухом, охорону навколишнього середовища, управління вантажоперевезеннями, громадський транспорт, безпеку та безпеку дорожнього руху, автомобільну телематику, зарядку користувачів дорожнього руху й управління паркуванням.

Очікується, що сегмент заявок на управління трафіком у США складе 3,83 млрд доларів при CAGR 7,45% з 2019 по 2025 рр. Впровадження ІТС значною мірою визначається урядовими нормами Європи та Північної Америки. Системи управління дорожнім рухом підвищують надійність та експлуатаційні характеристики дорожніх мереж. Вони включають у себе системи виявлення транспортних засобів, системи управління мостовим рухом, а також системи обліку пандусів. Збільшення заторів призводить до втрати палива, часу руху та грошових втрат, негативно впливає на соціально-економічне зростання та розвиток країни. Тому системи управління дорожнім рухом розгорнуті для мінімізації фінансового навантаження на транспортні органи й уряди [2, с. 11, 88, 102].

ІТС у США

У місті Глазго ІТС регулярно надає інформацію про громадські автобуси, розклад руху автобусів, доступність сидінь, поточне розташування автобуса, час, необхідний для досягнення конкретного пункту призначення, наступне розташування автобуса та щільність пасажирів всередині.

Ієн Ланглендс, ГІС і менеджер даних (міська рада Глазго) пояснює, що автобусні оператори міста мають датчики у своїх автобусах. Отже, якщо автобус іде надто швидко до наступної зупинки, він тимчасово і дуже незначно сповільнюється на червоне світло, трохи довше, ніж слід, щоб переконатися, що не випереджає графік. Система була розроблена настільки спритно, що пасажири та навіть водії не знають про затримку, оскільки вони затримуються дуже мало [3].

У квітні 2017 р. місто Гейнсвілль, штат Флорида, розпочало роботу над пілотним проектом із Connected Signals, Inc., провайдером інформації про передбачувані сигнали дорожнього руху в режимі реального часу, в рамках перевіреної I-STREET Інституту транспорту університету Флориди. I-STREET був створений у партнерстві з Ініціативою з підключення транспортних засобів (FDOT) до штату Флорида для тестування підключених та автономних технологій транспортних засобів.

Пілот, один із перших подібних у Флориді, продовжує розгортатися, і сьогодні майже всі сигнали трафіку Гейнсвілла є у мережі Інтернет із інформацією про смарт-сигнали підключених сигналів.

Підключені сигнали надійно агрегують інформацію сигналу в реальному часі через запатентований пристрій збору даних подають його за допо-

Таблиця 1

Статистична структура ДТП за видами за період з 01 січня по 31 жовтня 2020 р. [1]

Вид автопригоди	Усього ДТП	ДТП із постраждалими	Загинуло осіб	Травмовано осіб
зіткнення	85 288	9251	960	13 744
наїзд на транспортний засіб, що стоїть	20 150	428	55	511
наїзд на перешкоду	16 973	2 388	428	2 976
наїзд на пішохода	6 624	5 946	901	5 458
перекидання тз	3 211	1 774	306	2 207
наїзд на велосипедиста	1 926	1 548	179	1 444
наїзд на тварин	661	26	5	31
падіння вантажів	402	10	1	12
падіння пасажира	350	304	4	317
наїзд на гужовий транспорт	41	19	3	26
загалом	**135 626**	**21 694**	**2 842**	**26 726**

могою алгоритмів прогнозування для визначення інформації (наприклад, коли світло буде змінюватися з червоного на зелене, і навпаки).

Двигун прогнозування підключених сигналів використовує передові методи машинного навчання та статистики для інтеграції широкого спектра інформації, включаючи поточний стан світла, плани світла, час доби, виклики транспортних засобів і пішоходів та поведінку, щоб визначити, коли світло зміниться.

Потім інформація передається водіям Гейнсвілла через безкоштовний додаток мобільного телефону. Ця інформація у підсумку також стане доступною шляхом прямої інтеграції в дисплеї та силові агрегати підключених автомобілів [3].

Системи GPS стільникового телефону зазвичай галасливі та відносно неточні, тому важко визначити, де саме знаходиться користувач і як швидко він іде. Це може бути проблемою при спробі визначити, до якого світла наближається користувач. Це створює ще більші проблеми при спробі виявити, коли буде червоне світло [3].

Connected Signals розробила передові методи локалізації, які допомагають вирішити ці питання. Деякі з них уже зафіксовані у наявних програмах, а інші – у майбутніх продуктах. Для автомобільних додатків ще більшої точності можна досягти, отримуючи інформацію від систем транспортних засобів (GPS, спідометрів, поворотників, стану педалі гальма тощо), що сприяє більш широкому спектру підтримуваних функціональних можливостей.

Нині доступні функції включають у себе відлік червоного світла та індикатори швидкості зеленої хвилі, щоб водії приймали розумніші рішення: зняти ногу з педалі, швидше загальмувати або не поспішати «вмикати світло» тощо. Індикатор швидкості зеленої хвилі може допомогти водіям безпечно регулювати свою швидкість, щоб потрапити на хвилю зелених вогнів і уникнути зупинки взагалі. Ці дані за спільного використання із транспортними засобами та водіями можуть підвищити ефективність використання палива на 8–15% та зменшити аварію на червоному світлі на 25% [3].

Європейський досвід

Дедалі більше країн Європи щороку витрачають великі суми на фінансування транспорту та впровадження технологій ITC, які допомагають підтримувати ефективність наявної інфраструктури та сприяють зменшенню забруднення навколишнього середовища, контролюючи потоки руху та керуючи обсягом руху. Розвиток сучасної міської транспортної мережі допоможе забезпечити її ефективність, оптимізацію, конкурентоспроможність та економічний потенціал.

Однією з належних практик в урбанізованій галузі впровадження програм ITC є використання міських схем контролю доступу. Незважаючи на зростаючі проблеми з міськими заторами та якістю міського повітря, такі розумні ITC-рішення покращують як якість життя, так і економіку, орієнтовані на користувачів, безпечний та екологічно чистий спосіб життя у сучасних містах [4].

Дія з обмеженим дорожнім рухом

28% італійських міст із більш ніж 100 000 жителів обладнані міською системою доступу (46% усіх італійців, котрі живуть у містах із більш ніж 100 000 жителів, мають можливість користуватися системою щодня). Італія була однією з перших у світі країн, які здійснили електронне запровадження обмежених зон доступу.

Ця система розроблена для автоматичного управління транспортними засобами, що в'їжджають на територію, віднесену Державною адміністрацією до «зони обмеженого руху». Система авторизує транспортний засіб на основі його номерних знаків, хоча використовує камери автоматичного розпізнавання номерних номерів (ANPR) і готує відповідну документацію для видачі штрафу, якщо транспортний засіб не був дозволений на в'їзд [3].

Як це працює?

Під час руху в зону немає жодних перешкод і будь-яких інших бар'єрів, однак доступ надається лише власникам дозволу на доступ. Дозвіл на доступ може бути наданий дуже обмежено чи широко відповідно до місцевої транспортної політики. Дозвіл на доступ пов'язується з номером номерних знаків транспортних засобів, тому водії повинні подати заяву на дозвіл і зареєструвати свій автомобіль. Обмеження доступу може бути дійсним лише в певні години дня, один день, кілька днів, для більш тривалого користування (тижні чи місяці) або для постійного користування.

Незабаром міста почали надавати дозволи відповідно до екологічних проблем, тому критерієм доступу став клас викидів транспортних засобів. Зараз приблизно чверть усіх електронно-примусових зон є зонами з низьким рівнем викидів, які частково скорочують забруднення, наприклад, зона Болоньї, в якій не тільки абсолютна кількість трафіку скоротилася на 23–31% (залежно на час доби), але й викиди ПМ10 (тверді частинки (ПМ) – термін для твердих або рідких частинок, що знаходяться у повітрі) були зменшені на 47%

(Болонью визнано Генеральним управлінням комісій із питань мобільності та транспорту стане найкращою європейською практикою у 2012 р.) [5, с. 4, с. 99].

Розробки ITC у країнах Азії

Sumitomo Electric Industries, Ltd. та NTT DOCOMO, INC. Спільно випробовували в режимі реального часу збір і доставку інформації про дорожній рух за допомогою датчиків високої чіткості, підключених через систему мобільного зв'язку 5-го покоління (5G) для розширеної підтримки водіння [4; 6].

Система мережевих датчиків, встановлених на транспортних засобах та уздовж узбіччя або в будівлях, збирає інформацію про рух, яка аналізується в режимі реального часу, а потім подається назад водіям і пішоходам. Результати тесту будуть представлені на заході «Mietekita Chotto Saki no Mirai (погляд у недалеке майбутнє)», який відбудеться у Національному музеї нових наук та інновацій (Міраікан) із 9 по 11 листопада.

Цей тест проводиться на курсі в рамках робіт «Йокогама» компанії Sumitomo Electric. Датчики встановлені вздовж ходу й у транспортних засобах. Транспортні засоби також оснащені терміналами DOCOMO 5G, що спілкуються з базовими станціями DOCOMO 5G.

Ультрависока швидкість передачі даних 5G, надвисока ємність даних і наднизька затримка дозволяє системі збирати й аналізувати дані високої чіткості про рух транспортних засобів і їхнє оточення, пішоходів і дорожні умови. Дані збираються за допомогою камер високої чіткості, датчиків LiDAR, які використовують лазерне світло для вимірювання відстаней і положень цілей і датчиків міліметрових хвиль, що використовують радіохвилі для вимірювання відстаней і позицій [6; 7].

Тест дозволяє Sumitomo Electric та DOCOMO вивчити, як забезпечити миттєвість і видимість даних про рух і як зробити системи максимально зручними для користувачів, щоб забезпечити транспортні засоби та пішоходів безпечною, практичною допомогою.

Sumitomo Electric досліджує та розробляє датчики та інше обладнання для збору даних про рух транспортних засобів і пішоходів, а також для зв'язку транспортних засобів (рис. 1).

DOCOMO досліджує та розробляє технології для підключення транспортних засобів за допо-

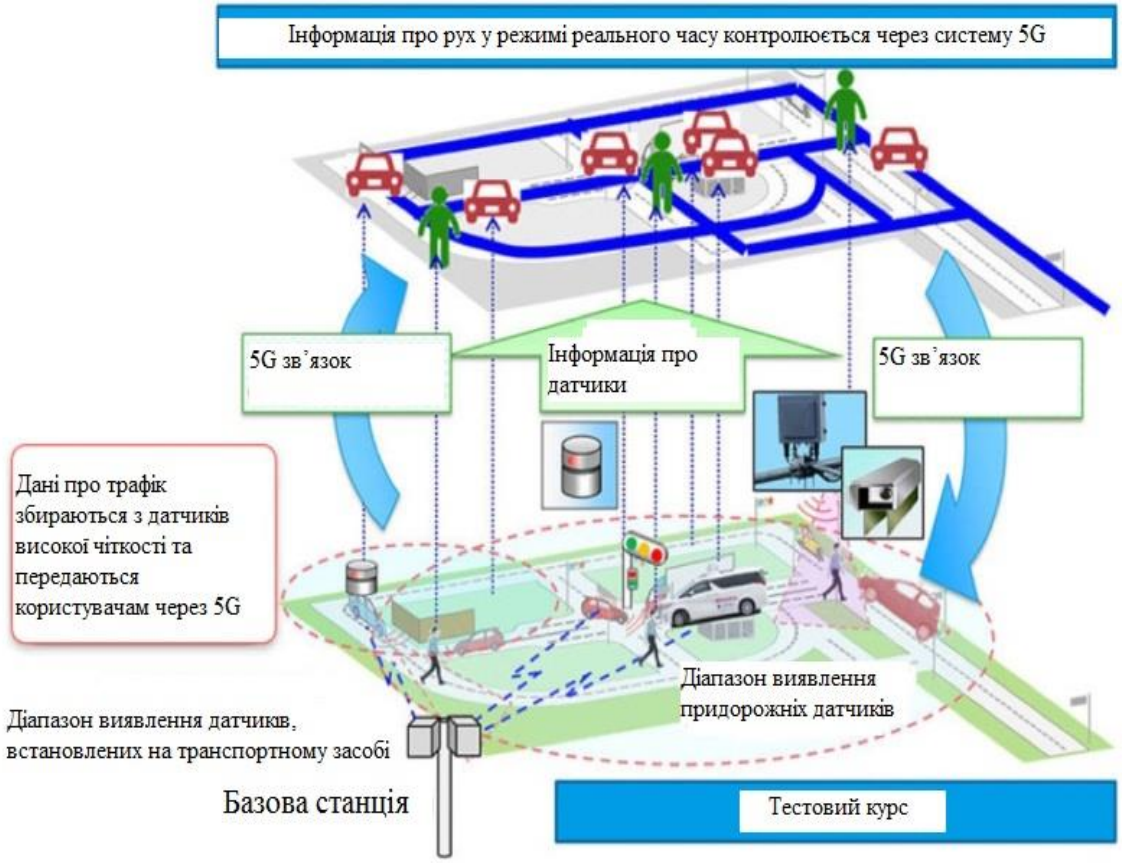

Рис. 1. Схематичний принцип роботи система мережевих датчиків DOCOMO [8, с. 35, 138, 222]

могою сучасних бездротових систем, включаючи наявні LTE та новітні 5G технології. Система зв'язку 5G DOCOMO дозволить високоефективним датчикам збирати, аналізувати та надавати детальну інформацію про трафік у режимі реального часу водіям у будь-який час і в будь-якому місці [6; 7].

Sumitomo Electric та DOCOMO продовжуватимуть розвивати свою вдосконалену систему допомоги водінню, засновану на мобільному зв'язку 5G для підвищення безпеки водіння [8, с. 341, 523, 614].

Постановка завдання. Основні цілі та завдання нашого тематичного дослідження:

– продемонструвати, що безпека пішоходів має викликати велике занепокоєння;

– розробити ІТС, здатну значно зменшити кількість ДТП за участю пішоходів;

– упровадити інноваційну систему, яка може бути застосована на наших дорогах;

– рекомендувати зацікавленим відомствам уряду загальну систему дорожнього руху, що сприятиме безпеці пішоходів і забезпечить безпечніший проїзд дорогами нашої країни.

Виклад основного матеріалу дослідження. Основними компонентами системи візуалізації нерегульованих пішохідних переходів є:

– датчики руху

– візуальний індикатор (цифровий екран або різнокольорова світлодіодна стрічка);

– швідкісний USB кабель;

– блок керування.

Розглянемо кожний із цих компонентів більш детально.

Датчик руху. Принцип роботи заснований на відстеженні рівня ІЧ-випромінювання в полі зору датчика (зазвичай піроелектричного). Сигнал на виході датчика монотонно залежить від рівня ІК випромінювання, усередненого по полю зору датчика. У разі появи людини (або іншого масивного об'єкта з температурою більшою, ніж температура фону) на виході піроелектричного датчика підвищується напруга. Щоб визначити, чи рухається об'єкт, у датчику використовується оптична система – лінза Френеля. Іноді замість лінзи Френеля використовується система увігнутих сегментних дзеркал. Сегменти оптичної системи (лінзи або дзеркала) фокусують ІЧ-випромінювання на піроелемент, що видає електроімпульс. У міру переміщення джерела інфрачервоного випромінювання воно вловлюється і фокусується різними сегментами оптичної системи, що формує кілька послідовних імпульсів. Залежно від установки чутливості датчика для видачі підсумкового сигналу на піроелемент датчика має надійти 2 або 3 імпульси [9].

Візуальний індикатор. Це будь-який пристрій, що зміною свого кольору або зображення, розміщеному на ньому, може сповіщати водія та пішоходів про небезпеку.

Швидкісний USB кабель. Для роботи системи нами був обраний саме дротовий спосіб, а не бездротовий. Для чого це було зроблено?

Середня швидкість зупинки середньостатистичного легкового автомобіля зі швидкості 60 км/г становить приблизно 3 та 4 секунди, і це без урахування погодних умов і стану дорожнього покриття, але вже з урахуванням швидкості реакції водія на сприйнятий їм дорожній сигнал. За таких умов, особливо коли йдеться про людське життя та здоров'я, система не повинна бути залежною від технологій передачі Інтернет-зв'язку та втрачати дорогоцінні секунди. Чим більш автономною буду система, тим менше зовнішніх факторів вплинуть на швидкість її роботи, а отже, для системи знадобиться швидкісний USB кабель довжиною, рівною двом гальмівним шляхам автомобіля (з обох кінців руху дорожнього полотна), яких буде вираховуватися з урахуванням найнесприятливіших ситуацій, а також ширини проїзної частини та висоті кріплення кабелю на землею.

Блок керування повинен бути під'єднаний до електричного живлення (220V), з якого через USB кабель воно вже буде надходити до датчиків руху та візуальних індикаторів. Також він має приймати сигнали від датчиків руху, обробляти їх і передавати вже на візуальні індикатори інформацію про наявність руху біля пішохідного переходу чи на дорожньому полотні.

Принцип роботи системи. Датчики руху будуть встановлені з кожної сторони руху дорожнього полотна на відстані, трохи завищеній від відстані гальмівного шляху автомобілів, які рухаються з максимально допустимою швидкістю на певному відрізку дороги. Датчики руху з дорожнього полотна передають інформацію на візуальні індикатори для пішоходів, які встановлені на узбіччі безпосередньо перед пішохідним переходом. Біля цих індикаторів перед пішохідним переходом теж встановлені датчики руху, що подають інформацію водіям на візуальні індикатори, встановлені з кожної сторони руху дорожнього полотна на відстані, трохи завищеній від відстані гальмівного шляху автомобілів, які рухаються з максимально допустимою швидкістю на певному відрізку дороги. Схематично система представлена на рис. 2.

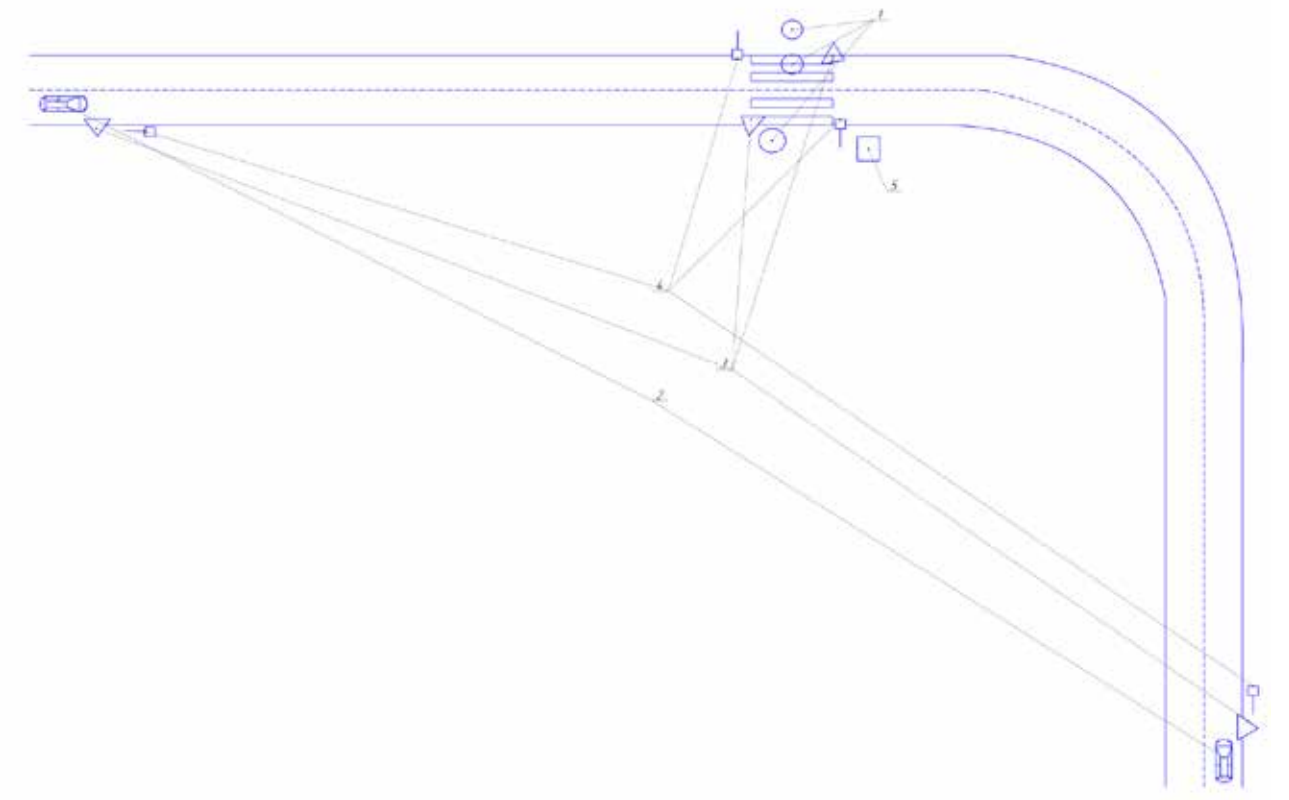

Рис. 2. Схема кладу та дії системи візуалізації нерегульованих пішохідних переходів: 1 – пішоходи; 2 – транспортні засоби; 3 – датчики руху; 4 – візуальні індикатори; 5 – блок керування системою

Визначення довжини USB кабелю буде враховуватися з формули:

$$S_к = S_{тп} \times 2 + S_{шд} + H_д \quad (1)$$

де: $S_к$ – довжина кабелю USB; $S_{тп}$ – довжина гальмівного шляху; $S_{шд}$ – ширина дорожнього полотна; $H_д$ – висота кріплення блоку керування або сума висот кріплення блоку керування, датчиків руху та візуальних індикаторів.

Довжина гальмівного шляху – таблична величина, яку доцільно обирати за найгіршими погодними показниками.

Довжина гальмівного шляху автомобіля залежно від декількох факторів може становити від 25 до 150 метрів. Довжина залежить від здатності конкретної моделі авто скидати швидкість до потрібного показника, включаючи зупинку, і залишатися стійким і керованим.

Теоретично для оцінки гальмівних характеристик авто застосовують кілька показників: гальмівний шлях, максимальне значення уповільнення, час спрацьовування механізмів гальмування, діапазон зміни зусиль гальмування, зменшення ефективності гальмування через сильного нагріву.

Спроєктована система підвищить інформативність щодо дорожньої ситуації на проблемній ділянці дорожнього полотна для всіх учасників дорожнього руху. Потенційно вона може зменшити рівень навантаження на дорожні служби та роботу органів правопорядку, які здійснюють регулювання дорожнього руху.

Висновки. Проаналізувавши статистичні дані щодо кількості та характеру ДТП на дорогах України, ми виявили слабкі місця транспортної інфраструктури з погляду організації безпеки дорожнього руху. Значна частка постраждалих у ДТП з'являється через погану логістику побудови нерегульованих пішохідних переходів і недостатню візуалізацію дорожньої ситуації всім учасникам дорожнього руху

Були вивчені як розробки, так і вже впроваджені інтелектуальні системи, які забезпечують безпеку на дорогах.

Спроектована система візуалізації нерегульованих пішохідних переходів, яка нівелює всі недоліки розташування таких переходів, торгівельних споруд і рекламних щитів. Таким чином, спроектована система візуалізує дорожню обстановку однаково інформативно для всіх учасників дорожнього руху.

Однозначними перевагами системи візуалізації на регульованих пішохідних переходах є:

– невисока ціна компонентів системи;
– малі трудовитрати для переобладнання обраних ділянок дороги;
– швидкість встановлення системи;
– простота обслуговування конструкції системи.

Система не має технічних або навіть юридичних перешкод для впровадження в нинішню транспортну інфраструктуру України та має великі перспективи розвитку на ділянках дорожнього полотна з підвищеним рівнем аварійності.

Список літератури:

1. Електронний реєстр правопорушень ДАІ України. URL: http://www.sai.gov.ua/.
2. Безпека пішоходів. Керівництво з безпеки дорожнього руху для керівників та фахівців. Всесвітня організація охорони здоров'я, 2013. 111 с.
3. Офіційний сайт Європейської Програми з оцінки безпеки нових автомобілів. URL: www.euroncap.com.
4. Статистичні дані причин ДТП. URL: http://automir.in.ua/newsm.php?id=8493.
5. Стандарти Європейського Союзу щодо захисту пішоходів та практичні аспекти їх застосування в Україні. Харків : ГО «Товариство учасників руху», ТОВ «Цифра принт», 2013. 190 с.
6. Європейська доповідь про стан безпеки дорожнього руху, Копенгаген, Європейське регіональне бюро ВООЗ, 2009. URL: http://www.euro.who.int/PubRequest.
7. Системи підтримки водіїв на основі вимірювання психофізіологічних показників. URL: https://geektimes.ru/post/252840.
8. Ісікава Каору. Японські методи управління якістю. *Економіка*. 1988. 2033 с.
9. Патентній архів. URL: patents.google.com.

Chumak M.O. VISUAL SIMULATION SYSTEM OF UNREGULATED PEDESTRIAN CROSSINGS

This article examines the problem of injuries and accidents at unregulated pedestrian crossings. The statistical data of road accidents that occur on the roads of Ukraine are analyzed. As a result, some conclusions are drawn. Transport, being a necessary condition for the existence and economic development of modern society, is also a significant source of economic costs arising from: traffic congestion, accidents, the harmful effects of traffic on the environment and public health. The greatest potential for reducing the overall accident rate has a reduction in the number of accidents in settlements, and the greatest potential for reducing the overall severity of accidents has a reduction in the number of accidents on roads outside settlements.

The direction of research and development in the transport system of our country is determined. The problem is defined and there are ways to solve it, goals and objectives are set. The main task of this work is the design of the Intelligent Transport System.

Intelligent Transport Systems (ITS) are advanced programs that aim to provide innovative services related to different modes of transport and traffic management, and allow different users to be more informed and make safer, coordinated and "smarter" decisions through transport networks. A smart transport system is becoming an indispensable component among all. In any city, mobility is a key issue; whether it is a school, college and office, or for any other purpose, citizens use the transport system to travel around the city. Involving citizens with an intelligent transport system can save time and make the city even smarter. Intelligent Transport System (ITS) aims to achieve traffic efficiency by minimizing transport problems. It enriches users with preliminary traffic information, local convenience of real-time information, availability of seats, etc., which reduces the travel time of passengers, as well as increases their safety and comfort.

The developed system is able to significantly reduce the number of accidents on sections of roads with unregulated pedestrian crossings. Its further efficiency and prospects of development are analyzed.

Key words: *safety, intelligent transport systems, pedestrian, road accident, road safety.*