

Розробка елементів інтелектуальних транспортних систем для регулювання руху автомобіля

*Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»*

Проаналізовано статистику та основні причини аварійності у дорожньо-транспортному середовищі у світі та в Україні. Показано, що суттєвий внесок в цю статистику роблять дорожньо-транспортні пригоди за участю пішоходів. Розглянуто сучасний стан проблеми запобігання наїзду на пішохода та існуючі сьогодні інтелектуальні системи підтримки діяльності водія. Сучасні системи GPS навігації дозволяють із великою точністю визначати місце розташування автомобіля на карті. Бортові комп'ютери сучасних автомобілів мають дуже широкий спектр можливостей управління системами і механізмами автомобіля без участі водія. Все це в сукупності дає можливість розробити інтелектуальну транспортну систему. Задля максимального зниження впливу людського чинника на швидкісний режим руху на дорозі пропонується система автоматичного топографічного регулювання руху автомобіля. Система базується на сучасній системі навігації GPS та можливостях сучасних бортових комп'ютерів автомобілів.

Ключові слова: пішоходи, дорожньо-транспортні пригоди, інтелектуальні транспортні системи, дорожня безпека, активна безпека, людський чинник.

Вступ

Статистичні дані за кілька останніх років кажуть про те, що на дорогах України майже кожні дві години гине людина. В середньому за добу в ДТП гинуть 14 і отримують травми понад 100 осіб. Кожні 16 хвилин у країні відбувається дорожньо-транспортна пригода (ДТП). Крім того зростає кількість травмованих людей в дорожніх аваріях – щороку понад 60 тисяч українців отримують травми різного ступеня тяжкості.

Транспорт, будучи необхідною умовою існування і економічного розвитку сучасного суспільства, одночасно є істотним джерелом економічних витрат, що виникають в наслідок: 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 має скорочення кількості ДТП на дорогах поза населеними пунктами. Вочевидь, зниження аварійності в системі ВАДС – надзвичайно **актуальне** питання, що сьогодні є одним з пріоритетних напрямків наукових досліджень та практичних розробок [1].

Аналіз проблематики та постановка задачі

У сучасному світі спостерігається розвиток загальних тенденцій і загальних проблем у сфері автодорожнього транспорту. У будь-якій країні період нарощування чисельності парку автотранспортних засобів неминуче супроводжується посиленням перевантаженості дорожніх мереж, потім загостренням проблем дорожньої аварійності і посиленням навантаження на навколишнє середовище і, як наслідок, зростанням витрат співтовариства, що уповільнюють економічне зростання. Доведено, що основна причина виникнення ДТП – це різного роду прояви людського чиннику [2].

Статистичні данні ДАІ України вказують на те, що чіткої залежності між величиною штрафів за правопорушення і кількості даних правопорушень у процентному співвідношенні із іншими правопорушеннями немає, а отже законодавчо-адміністративні методи регулювання правил дорожнього руху в умовах Українського суспільства є малоефективними. Проблема лежить у площині людського чинника, а саме на перетині незнання, невміння та небажання людини дотримуватись правил та норм безпеки. Отже, **невирішена частина проблеми:** як суттєво знизити вплив людського чинника на безпеку в системі ВАДС шляхом розробки підходів та засобів, що повинні допомогти водію уникати фатальних помилок на дорозі. У цьому зв'язку **актуальними** є пошукові дослідження тих підходів, методів і засобів системної підтримки та контролю діяльності водія, які будуть підвищувати рівень безпеки дорожнього руху за рахунок зменшення впливу людського чинника. Яскравим прикладом таких систем є система автоматичного паркування (інше найменування – інтелектуальна система допомоги при паркуванні, повсякденна назва - паркувальний автопілот). Вона відноситься до активних паркувальних систем, тому що забезпечує паркування автомобіля в автоматичному або автоматизованому (автоматично виконуються окремі функції) режимі. Відомими інтелектуальними системами допомоги при паркуванні є: Park Assist та Park Assist Vision на автомобілях Volkswagen; Intelligent Parking Assist System на автомобілях Toyota, Lexus; Remote Park Assist System на автомобілях BMW; Active Park Assist на автомобілях Mercedes-Benz, Ford; Advanced Park Assist на автомобілях Opel [3].

В інтелектуальній системі допомоги при паркуванні використовуються ультразвукові датчики, аналоги пасивної паркувальної системи, але вони мають велику дальність дії (до 4,5 м). Кількість датчиків залежно від різновиду системи різниться. Наприклад, в системі Park Assist останнього покоління встановлюється 12 ультразвукових датчиків: по 4 попереду, позаду і з боків автомобіля. Електронний блок управління приймає сигнали від ультразвукових датчиків і перетворює їх в сигнал управління на виконавчі пристрої, в якості яких виступають інші системи автомобіля: системи курсової стійкості, управління двигуном, електропідсилювач рульового управління, автоматичну коробку передач. Взаємодія з зазначеними системами здійснюється через відповідні електронні блоки управління.

Пошук відповідного місця при паркуванні проводиться за допомогою ультразвукових датчиків. Автоматичне паркування проводиться шляхом упорядкованого впливу на виконавчі механізми систем автомобіля [3].

Ще одним типом представником інтелектуальних транспортних систем (ITS) є системи підтримки водія BMW ConnectedDrive в BMW 1 серії «Driving Assistant». До складу обладнання системи безпеки пакету Driving Assistant входять система попередження про вихід за межі смуги руху на базі відеокамери, система попередження про наближення до іншого автомобіля, система розпізнавання людей і функція пригальмовування в місті [3]. Система попередження про вихід за межі смуги руху розпізнає дорожню розмітку і попереджає водія щодо ненавмисної зміни смуги руху на швидкості вище 70 км/год. за допомогою вібрації рульового колеса. Попередження не активується, якщо зміна смуги руху була навмисною, тобто був включений покажчик повороту [3].

Функція попередження про наближення з функцією пригальмовування в міському русі розпізнає автомобілі, а функція розпізнавання людей з функцією пригальмовування в міському русі попереджає про наближення пішоходів.

Включена функція попередження про наближення негайно реагує, якщо автомобіль різко сповільнюється. Спочатку на панелі приладів з'являється застережливий символ, потім він починає блимати, після чого система починає лунати сигнал. Якщо водій не реагує, на швидкості до 60 км/год. система починає гальмувати самостійно. На швидкості близько 20-25 км/год. функція попередження про наближення пішохода допомагає запобігти наїзду на пішоходів, а на швидкості до 60 км/год. система здатна зменшити наслідки зіткнення. Якщо потрібне втручання системи в управління автомобілем, вона готує гальмівну систему для швидкого спрацьовування і при необхідності починає самостійне гальмування. Система слідування за уважністю водія відстежує ознаки втоми з його поведінки. У разі виявлення відхилень від норми на дисплеї керування з'явиться пропозиція зробити зупинку [4].

Однак, існуючі системи запобігання зіткненню, що інтегровані у автомобіль, не можуть забезпечити дотримання безпечного швидкісного режиму автомобілем, а лише намагаються запобігти вже виниклій аварійній ситуації або знизити тяжкість наслідків ДТП і покладаються на свідомість водія у дотриманні швидкісного режиму [4]. Тому **метою роботи** є теоретичні дослідження та пошук рішення проблеми автоматичного регулювання швидкісного режиму автомобілем та запобігання наїзду на пішохода.

Сучасний стан проблеми

Нові технології безпеки – це інтелектуальні системи запобігання наїзду на пішохода. Інтелектуальна транспортна система – це система, яка використовує інноваційні розробки в моделюванні транспортних систем і регулювання транспортних потоків, що надає кінцевим споживачам більшу інформативність і безпеку, а також якісно підвищує рівень взаємодії учасників руху в порівнянні зі звичайними транспортними системами [5]. Немає сумніву, що розвиток інформаційних і комунікаційних технологій транспорту, якими є ІТС, містить величезний потенціал для: покращення організації руху; підвищення економічності транспортних операцій; зниження споживання палива, а, отже, зниження шкідливого впливу на навколишнє середовище; підвищення безпеки дорожнього руху.

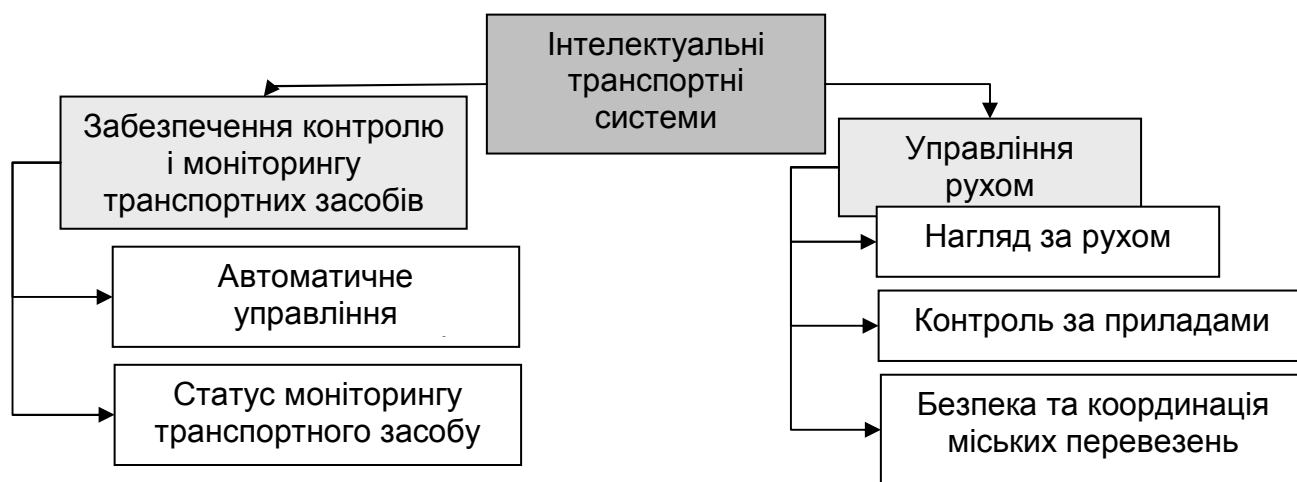


Рис. 1. Функції інтелектуальних транспортних систем [6]

Наприклад, щоб зменшити кількість ДТП за участю пішоходів, компанія Continental пропонує автовиробникам систему, яка автоматично зупиняє автомобіль при загрозі наїзду на пішохода. Система має дві відеокамери, комп'ютер, здатний розпізнавати об'єкт попереду машини, визначити його розмір, швидкість і напрямок руху об'єкта. Якщо комп'ютер визначає небезпеку зіткнення, вмикається екстрене гальмування.

У цілому система попередження про ризик наїзду на пішоходів із функцією автоматичного гальмування складається з блока радара, який встановлений в передньому бампері машини, відеокамер, які встановлені на салонне дзеркало заднього виду і електронного блока управління [7]. Audi, Mercedes і BMW також пропонують сучасні системи виявлення пішоходів, але тільки на автомобілях, які оснащені системою нічного бачення, що базується на технології нічних відеокамер. Нічне відеообладнання працює на інфрачервоних технологіях, які допомагають автомобілю виявляти людей і тварин, показуючи водієві на центральній консолі ЖК-екрану світлі силуети об'єктів [7]. Компанія Honda розробляє прилади для комунікації смартфона і автомобіля, що базується на технології передавання даних на невеликій відстані по спеціальному радіоканалу (DSRC) [7]. Нові технології безпеки спроектовані таким чином, щоб автомобіль виявляв пішохода, який йде впоперек дороги, та попереджав водія звуковим і візуальним сигналом про небезпеку наїзду. Крім того, автомобіль з допомогою DSRC системи посилає на телефон пішохода попередження про наближення транспортного засобу. Якщо в цей момент пішохід розмовляє по телефону, слухає музику або пише повідомлення, то програмне забезпечення смартфона припиняє роботу програм, які відповідають за дані функції, і починають попереджати пішоходів про небезпеку. Як бачимо, наявні у сучасних автомобілях системи запобігання наїзду на пішохода в більшості покладаються на людину, водія чи пішохода, і вмикають аварійне гальмування тільки тоді, коли пішохід з'являється безпосередньо на шляху руху автомобіля. Однак, швидкість аварійного гальмування може бути недостатньою.

Ще одна важлива технологія, яка зараз починає використовуватися – це прикладні технології, які дозволяють відстежувати автомобілі у дорожній мережі, з допомогою мобільних телефонів, чи, найчастіше, зчитування номерних знаків за допомогою оптичних систем розпізнавання знаків на відео зображеннях [8]. Відстеження автомобілів дає можливість для фіксування на великій території і не вимагає витрат, які асоціюються із традиційними сенсорними пристроями. Воно також дає можливість відстеження поїздки з одного місця в інше у реальному часі, чого вже так давно прагнули інженери-транспортники. Відстеження транспортних засобів відбувається за допомогою безпроводного зв'язку, спрямованого на збір та поширення інформації в реальному часі. Проте можуть виникати юридичні моменти, які стосуються конфіденційності, якщо ми відстежуємо маршрути особистих поїздок і час подорожі шляхом зчитування номерних знаків. Напрацювання у інтелектуальних транспортних системах привели до посиленого зацікавлення з боку дорожніх органів до прогресивного використання нових прикладних технологій [8]. Так, передача інформації у реальному масштабі часу між автомобілями (від одного автомобіля до іншого) і операторами дорожньої мережі (від автомобіля до інфраструктури) має потужний потенціал для зменшення кількості ДТП. Наявні системи поки що не відповідають прикладним технологіям безпеки, які є лімітованими у часі і скоординованими.

Результати і обговорення

В результаті патентного пошуку були проаналізовані вже наявні патенти на вироби і технології в сфері інтелектуальних транспортних систем.

Система спостереження GPS [9] - система відстеження з низькою вартістю, яка використовує супутники глобальної системи позиціонування (GPS), підходить для додатків, пов'язаних з радіозондом, sonobuoys і іншими об'єктами. Система спостереження включає в себе датчик, встановлений на кожному об'єкті, який в цифровій формі відображає супутникові сигнали GPS і записує їх в буфер даних. Потім цифрові відліки передаються зі швидкістю, меншою, ніж та, на якій були відібрані супутникові сигнали GPS, по каналу телеметрії даних, що чергуються з іншими даними телеметрії від об'єкта. Дані GPS обробляються на робочій станції обробки даних, де обчислюється положення і швидкість датчика під час вибірки даних. Буфер даних в датчику періодично оновлюється, і робоча станція періодично обчислює нове положення і швидкість датчика.

Система і спосіб зв'язку DSRC [9] розроблена для виділеного короткодіючого зв'язку (DSRC) між маяками і бортовими пристроями системи дорожніх зборів.

Фокус камери для ADAS [9]: камера і технологія виробництва для ADAS. Об'єкти камери і датчик зображення розташовані уздовж кількох осей з використанням мети, розташованої на першому відстані від об'єктива, щоб встановити перші відносно положення між об'єктивом і датчиком зображення. Перше відносне положення між лінзою і датчиком зображення модифікується на задану кількість для об'єкта, розташованого на другому відстані від об'єктива. Друге відстань більше, ніж перше відстань.

Збільшення можливостей ADAS транспортного засобу з підтримкою обробки зображень на бортовий платформі [9]. Системи і методи, спрямовані на збільшення можливостей розширених систем допомоги водієві (ADAS) транспортного засобу з підтримкою обробки зображень на бортовий платформі транспортного засобу. Зображення можуть бути отримані від одного або декількох датчиків зображення, пов'язаних з ADAS транспортного засобу. Отримані зображення можуть бути оброблені. Дія визначається на основі частково оброблених зображень, а повідомлення передається контролеру ADAS відповідно до визначення.

Аналіз існуючих прототипів показує, що розвиток сучасних систем управління дорожнім рухом на основі сучасних комунікацій та інформаційних технологій стає корисним для дорожніх користувачів тільки в випадку єдиного управління в масштабі дорожньої мережі. Єдине управління полягає в узгодженості роботи декількох спеціалізованих систем, кожна з яких сприяє вирішенню конкретного завдання, поставленого перед мережею доріг. Спільне використання систем дозволяє максимально наблизитися до бажаного кінцевого результату – підвищенню продуктивності, економічності, комфортності та безпеки дорожнього руху.

Система автоматичного топографічного регулювання руху автомобіля (САТРА). Принцип розробленої системи в цілому не повторює патентну формулу розглянутих вище патентів, однак має в своєму складі технології, що описані в патентах на «Система спостереження GPS» і «Система і спосіб зв'язку DSRC».

Система автоматичного топографічного регулювання руху автомобіля САТРА дозволяє знизити вплив людського чинника на швидкісний режим руху на дорозі та об'єднує у собі декілька ІТС. Система базується на сучасній системі

навігації GPS та можливостях сучасних бортових комп'ютерів автомобілів, які дозволяють із великою точністю визначати місце розташування автомобіля на карті. Бортові комп'ютери сучасних автомобілів мають дуже широкий спектр можливостей управління системами і механізмами автомобіля без участі водія. Все це в сукупності дає можливість використовувати дану систему на практиці.

Принцип роботи. У цілому система автоматичного топографічного регулювання руху автомобіля працює так. Для початку в базу даних GPS карт інтегрується інформація щодо максимальної дозволеної швидкості на кожній ділянці дороги відповідно топографічним особливостями виникнення ДТП (райони щільної забудови, дороги поблизу шкіл, торгових центрів, пішохідних переходах та ін.) Автомобіль, проїжджаючи певну ділянку дороги, сприймає з допомогою GPS навігатора інформацію про максимально допустиму швидкість у даний момент. GPS навігатор передає інформацію бортовому комп'ютеру автомобіля, який, в свою чергу, оцінює швидкість автомобіля в даний момент часу з максимально допустимою швидкістю і в разі перевищення швидкісного режиму пригальмовує автомобіль за допомогою регулювання параметрів роботи гальмівної системи, двигуна внутрішнього згоряння або електродвигуна (див. рис. 2).

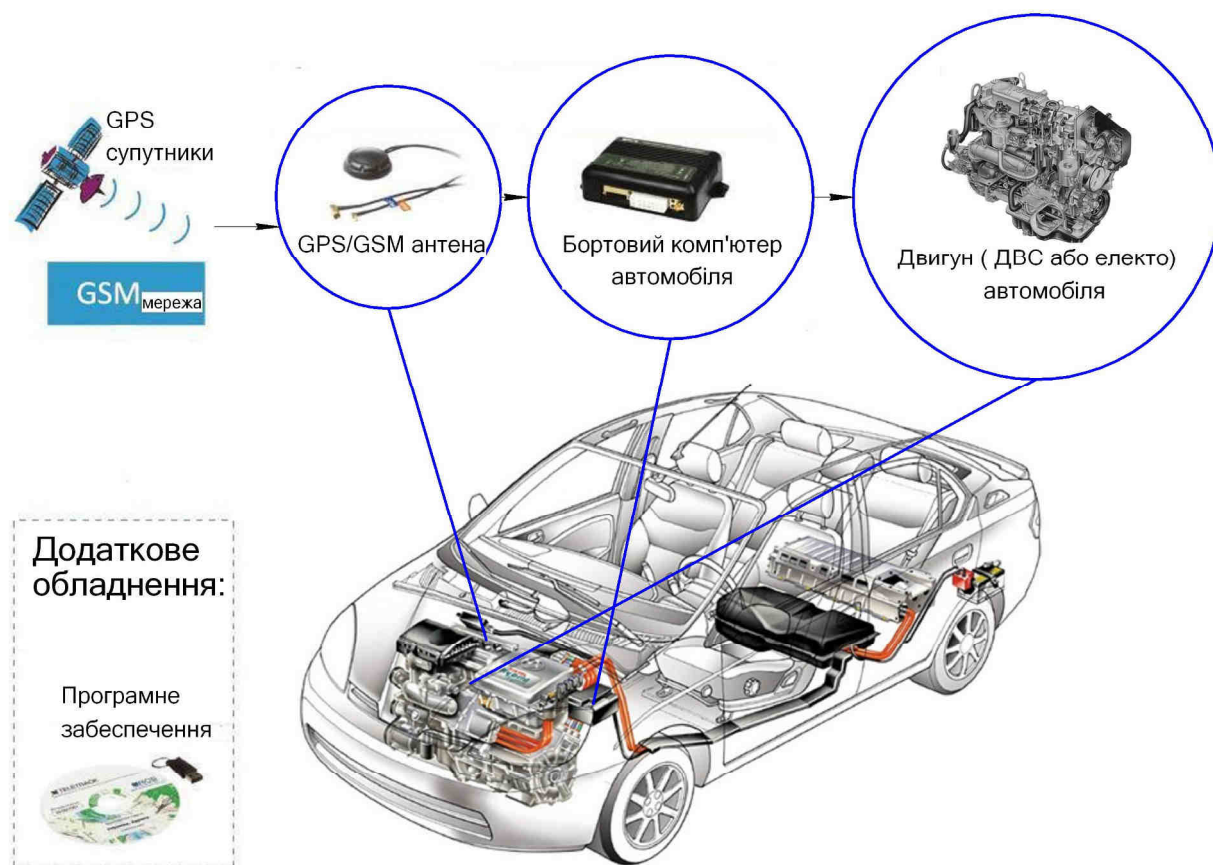


Рис. 2. Пояснювальна схема роботи системи SATPPA

Додаткові можливості: допомога та контроль паркування. Також за допомогою можливостей системи SATPPA стає можливим інтегрувати у базу даних GPS карт ділянки вулиць, які включатимуть площі проїзної частини, тротуари, парки та інші площі міста, на яких недозволене паркування. Коли GPS навігатор буде передавати інформацію про місце знаходження на таких ділянках бортовому комп'ютеру автомобіля, той у свою чергу, буде унеможлилювати

вимкнення двигуна автомобіля. А саме запускати двигун внутрішнього згорання або електродвигун автомобіля, щойно водій витягнув ключі запалювання із замка запалювання або коли встановлений у крісло водія п'єзOMETричний датчик сигналізуватиме, що водій залишив салон.

Такі заходи не є надто жорсткими і дозволять водіям робити вкрай необхідні зупинки, а також залишать можливими зупинки аварійного та громадського транспорту. Тобто водіям залишать можливість короткострокових зупинок, але унеможливають тривалі зупинки, але в той же час не дозволять водіям робити довгострокові зупинки, а тим більше і паркування авто у таких місцях.

Для впровадження САТРРА необхідно виконати дообладнання автомобіля необхідними компонентами: системою супутникового зв'язку для визначення координат руху транспортного засобу, системою обробки інформації, що діє в сукупності із топографічною картою місцевості, системою часткового управління певними системами автомобіля, а також виконати оптимізацію та перепрограмування бортового комп'ютера автомобіля. Слід внести відповідні доповнення до уже існуючих електронних карт додатків для GPS приладів автомобіля. Також слідкувати за актуальністю інформації і в разі необхідності – актуалізувати дані, та здійснювати подальший випуск оновлень для перепрограмування бортового комп'ютера автомобіля. Переваги системи у наступному:

- зниження можливості виникнення аварійних ситуацій та отримання ушкоджень автомобілем на небезпечних ділянках доріг;
- можливість знизити швидкість автомобіля автоматично при надходженні до бази системи інформації щодо ситуації на дорозі (наявність аварійних обставин, великого скупчення людей, утворення дефектів на дорозі тощо);
- невеликі трудові та матеріальні ресурси для реалізації;
- можливість випуску не тільки нових моделей автомобілів з даною системою, але й переобладнання більшості вже вироблених автомобілів;
- конструкційна універсальність для різних типів і моделей авто.

Висновки

Більшість сучасних систем запобігання наїзду на пішохода не запобігають утворенню аварійної ситуації на дорозі, а тільки сигналізують про неї водію та намагаються зменшити наслідки аварійної ситуації. Система, що пропонується, може суттєво позитивно впливати на ситуацію безпеки на дорогах України. Система суттєво знижує найчастішу причину виникнення ДТП на сучасних дорогах – прояв людського чинника. Також запровадження системи САТРРА прибере одну з доволі частих причин виникнення аварійних ситуацій на дорогах – паркування автомобіля в недозволеному місці. Запровадження САТРРА може суттєво спростити законодавчий бік питання у регулюванні швидкості руху на дорозі та паркування транспорту, зменшити навантаження на правоохоронні органи та побічно зменшити рівень корупції. Крім того, наведена система зменшує рівень навантаження на водія при керуванні, тим самим підвищуючи рівень комфортності керування, що, в свою чергу, може збільшити купівельний попит автомобілів з даною системою.

Список літератури

1. Електронний реєстр правопорушень ДАІ України// електронний ресурс [http://www.sai.gov.ua/]
2. Безпека пішоходів. Керівництво з безпеки дорожнього руху для керівників та фахівців. – Всесвітня організація охорони здоров'я, 2013. http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/79753/10/9789244505359_rus.pdf.
3. Офіційний сайт Європейської Програми з оцінки безпеки нових автомобілів // електронний ресурс [www. euroncap.com]
4. Статистичні дані причин ДТП [http://automir.in.ua/newsm.php?id=8493]
5. Стандарти Європейського Союзу щодо захисту пішоходів та практичні аспекти їх застосування в Україні. – Х.: ГО «Товариство учасників руху», ТОВ «Цифра принт», 2013. – 190 с.
6. Європейська доповідь про стан безпеки дорожнього руху, Копенгаген, Європейське регіональне бюро ВООЗ, 2009 //електронний ресурс. [http://www.euro.who.int/PubRequest].
7. Системи підтримки водіїв на основі вимірювання психофізіологічних показників// електронний ресурс [https://geektimes.ru/post/252840]
8. Ісікава Каору. Японські методи управління якістю [Текст] / Каору Ісікава. – «Економіка, 1988. – 2033 с.
9. Патентний архів// електронний ресурс [patents.google.com]

Надійшла до редакції 14.05.2018

Разработка элементов интеллектуальных транспортных систем для регулирования движения автомобиля

Проанализирована статистика и основные причины аварийности в дорожно-транспортной среде в мире и в Украине. Показано, что существенный вклад в эту статистику делают дорожно-транспортные происшествия с участием пешеходов. Рассмотрено современное состояние проблемы предотвращения наезда на пешехода и существующие сегодня интеллектуальные системы поддержки деятельности водителя. Современные системы GPS навигации позволяют с большой точностью определять местоположение автомобиля на карте. Бортовые компьютеры современных автомобилей имеют очень широкий спектр возможностей управления системами и механизмами автомобиля без участия водителя. Все это в совокупности дает возможность разработать интеллектуальную транспортную систему. Для максимального снижения влияния человеческого фактора на скоростной режим движения на дороге предлагается система автоматического топографического регулирования движения автомобиля. Система базируется на современной системе навигации GPS и возможностях современных бортовых компьютеров автомобилей.

Ключевые слова: пешеходы, дорожно-транспортные происшествия, интеллектуальные транспортные системы, дорожная безопасность, активная безопасность, человеческий фактор.

Development of Elements of Intelligent Transport Systems for Automobile Movement Regulation

The statistics and the main causes of accidents in the road and transport environment in the world and in Ukraine are analyzed. It is shown that road traffic accidents involving pedestrians make a significant contribution to this statistics. The current state of the problem of preventing a collision on a pedestrian and the existing intellectual systems for supporting the driver's activity are examined. Modern GPS navigation systems allow you to accurately determine the location of the car on the map. On-board computers of modern cars have a very wide range of control capabilities of the systems and mechanisms of the car without the participation of the driver. All this in combination makes it possible to develop an intelligent transport system. To minimize the impact of human factors on the speed of traffic on the road, the system of automatic topographic regulation of the car's movement is proposed. The system is based on a modern GPS navigation system and the capabilities of modern on-board car computers.

Key words: pedestrians, road accidents, intelligent transport systems, road safety, active safety, human factor.

Відомості про авторів:

Мигаль Галина Валеріївна – д-р. техн. наук, доцент, професор кафедри автомобілів і транспортної інфраструктури Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Харків, Україна, e-mail: mygal.galina@gmail.com.

Чумак Михайло Олександрович – студент магістратури кафедри автомобілів і транспортної інфраструктури Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Харків, Україна, e-mail: sandorkligan7@gmail.com