

В.М. Дембіцький, к.т.н., асист.

П.В. Мазилюк, аспір.

О.П. Сітовський, к.т.н., доц.

Луцький національний технічний університет

### ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ СТЕЖЕННЯ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЧНОГО ГАЛЬМУВАННЯ СУЧАСНИХ АВТОМОБІЛІВ

Підвищення безпеки руху може здійснюватись за рахунок встановлення на транспортні засоби систем автоматичного гальмування, що слідкують за дорожньою обстановкою та діями водія. У роботі розглянуто основні переваги та недоліки систем автоматичного гальмування, проаналізовано сучасні засоби стеження, які застосовуються в системах автоматичного гальмування. Спираючись на статистичні дані щодо ДТП, встановлено основні небезпеки, які покликані знизити системи автоматичного гальмування.

З метою забезпечення точності отриманої інформації проведені дослідження для визначення оптимального поєднання різних датчиків, що забезпечують адекватне сприйняття дорожньої обстановки.

Система стеження повинна обладнуватися комбінацією датчиків, які у випадку виявлення перешкоди або небезпеки передають сигнал на систему обробки інформації та прийняття рішень. Інформація, що надходить від системи стеження, повинна містити дані щодо ідентифікації об'єкта, його стану, швидкості.

**Ключові слова:** гальмування; автоматичне гальмування; оптичні камери; імпульсні радары; лідари.

**Вступ. Постановка проблеми.** Сучасний етап розвитку автомобілебудування характеризується постійним покращенням екологічних показників, зменшенням витрат палива та підвищенням безпеки транспортних засобів. На сьогодні одним з найважливіших питань є саме безпека транспортних засобів. Постійне збільшення кількості автомобілів, неможливість збільшити пропускну здатність доріг та вулиць міст призводять до необхідності впровадження інтелектуальних систем на транспортних засобах, що покликані підвищити їх безпеку. Прикладом можуть бути системи автоматичного гальмування (Active City Stop, ACS) (рис. 1).



Рис. 1. Система автоматичного гальмування (Active City Stop, ACS)

**Актуальність досліджень.** Встановлення систем автоматичного гальмування на транспортні засоби спрямоване підвищити безпеку руху за рахунок слідкуючої дії за дорожньою обстановкою та діями водія. Результати тестів ACS довели ефективність таких систем; комітет Euro NCAP опублікував звіт щодо розповсюдження систем автоматичного гальмування на усіх сучасних транспортних засобах [1]. На даний момент компанії Volvo та Ford досягли найбільшого успіху у питання застосування ACS. Однак разом з тим системи автоматичного гальмування мають низку недоліків [2]:

- адекватне спрацювання на швидкостях до 30 км/год.;
- перешкода повинні бути нерухомою або рухатися лише в попутному напрямку;

- досить вузький кут огляду;
- перешкода повинна бути оснащена світловідбиваючими елементами.

Незважаючи на недоліки, система автоматичного гальмування допомагає водію при небезпечних ситуаціях та суттєво зменшує імовірність ДТП, однак дана система потребує подальшого вдосконалення.

**Постановка мети досліджень.** У [1] наведено загальну схему роботи системи рекуперативного автоматичного гальмування транспортного засобу з електричним приводом. Аналогічну систему можна застосовувати також на транспортних засобах, що обладнано двигунами внутрішнього згорання. Одними з найбільш відповідальних елементів у цьому випадку є підсистеми стеження та обробки вхідних даних. Вони повинні вчасно виявити небезпеку, її ідентифікувати та передати інформацію для подальшої обробки й прийняття рішень. Отже, **метою** досліджень є визначення оптимальних засобів для стеження за дорожньою обстановкою та ідентифікація перешкод. Вирішення цієї проблеми буде ключовим моментом під час створення алгоритму роботи системи автоматичного гальмування.

**Результати досліджень.** Рухаючись у транспортному потоці, підсистема стеження повинна однозначно визначити наявність перешкоди, а також необхідні дії у випадку її наявності. Визначальними критеріями для системи будуть відстань до об'єкта та його геометричні розміри.

Визначення наявності перешкоди може здійснюватися за допомогою:

- лідарів, принцип дії яких заснований на явищах відбивання та розсіювання світла;
- імпульсних радарів, принцип дії яких заснований на явищах радіолокації;
- оптичні камери, принцип дії яких заснований на явищах електромагнітного випромінювання.

Основними недоліками лідарів є обмеження за дальністю дії та небезпека для органів зору сторонніх спостерігачів.

Основними недоліками імпульсних радарів є неможливість вимірювання малих відстаней та досить вузький кут огляду, а також їх вартість. Основною перевагою є можливість вимірювання дальності декількох об'єктів.

Основними недоліками оптичних камер є їх залежність від погодних умов, неможливість відслідковування об'єктів на великій відстані, труднощі під час визначення швидкості зближення з іншими об'єктами.

Таким чином для усунення недоліків систем автоматичного гальмування необхідним є встановлення кількох різних пристроїв для виявлення перешкод, кожен з яких виконуватиме свої функції. Для визначення можливих та оптимальних комбінацій пристроїв стеження необхідно встановити їх призначення з врахуванням людських чинників, оскільки не можна забувати, що за кермом автомобіля перебуває водій, який може прийняти інше рішення, порівняно з системою автоматичного гальмування.

Згідно з результатами аналізу дорожньо-транспортних пригод, наданих управлінням безпеки дорожнього руху ДПД НПУ, основну частку ДТП складають зіткнення (36,2 %), наїзд на транспортний засіб, що стоїть (15,2 %), наїзд на перешкоду (14,7 %), наїзд на пішохода (12,1 %), наїзд на велосипедиста (7,7 %), що в сумі становить 85,9 % усіх скоєних ДТП. Звичайно, встановлення систем автоматичного гальмування не забезпечить 100 % імовірність уникнення ДТП, однак досить суттєво вплинути на їх кількість та тяжкість.

Спираючись на наведену статистику, очевидно, що першочерговим завданням є виявлення та ідентифікація перешкоди, яка знаходиться попереду. Окрім того, необхідно чітко ідентифікувати транспортний засіб або іншу перешкоду, що знаходиться попереду, оскільки у випадку рухомого та нерухомого автомобіля дії як водія, так і системи автоматичного гальмування будуть різними. Для спрощення доцільно виділити декілька найбільш характерних для дорожньої обстановки випадків:

- транспортний засіб, що знаходиться попереду, є нерухомим;
- транспортний засіб, що перебуває попереду, рухається в попутному напрямку;
- транспортний засіб, що знаходиться попереду, рухається у зустрічному напрямку;
- пішохід (в даному випадку через низьку швидкість пішохода не має значення напрямок його руху);
- нерухома перешкода;
- інша перешкода.

На сьогоднішній день на світовому ринку пропонується низка систем пошуку та виявлення перешкод [5].

Давачі Omron призначені для автоматичного підтримання безпечної відстані між автомобілями, але також можуть оснащуватися функцією розпізнавання пішоходів.

Лідарні давачі Denso використовують 2D-сканування, діапазон детектування з допустимою помилкою складає в межах 100 м.

Лідарні давачі Siemens VDO дозволяють виявляти транспортні засоби на відстані до 250 м на високих швидкостях, надають інформацію щодо відстані до автомобіля та його відносної швидкості. Окрім того, система може визначати умови видимості (дощ, туман, сніг, смог тощо).

З наведених вище систем найбільш прийнятною можна вважати лідари Siemens VDO, оскільки, окрім своїх прямих функцій, вони мають змогу передавати інформацію щодо дорожніх умов. Сучасні системи автоматичного гальмування мають декілька різних давачів, що забезпечують адекватне сприйняття дорожньої обстановки [5], однак вони є досить дорогими, що негативно впливає на вартість транспортного засобу в цілому.

З метою забезпечення точності отримуваної інформації, а також враховуючи реальні умови експлуатації, лідарні давачі під час виявлення ідентифікації транспортного засобу повинні враховувати:

- наявність номерних знаків, оскільки вони є добре видимими та відбивають світло;
- наявність та функціонування сигналів гальмування та задніх габаритних вогнів;
- наявність та функціонування покажчиків повороту;
- наявність світловідбивних пристроїв.

Зазначені фактори дозволять, застосовуючи методи, що засновані на виявленні ознак, здійснювати ідентифікацію транспортного засобу. Окрім ідентифікації перешкоди, необхідно визначити її стан: рухомий, нерухомий. Це забезпечується визначенням швидкості перешкоди щодо автомобіля:

$$\Delta V = V_A - V_P, \quad (1)$$

де  $\Delta V$  – відносна швидкість, м/с;

$V_A$  – швидкість руху автомобіля, обладнаного системою автоматичного гальмування, м/с;

$V_P$  – швидкість руху перешкоди, м/с.

Якщо  $\Delta V = V_A$ , то дистанція між автомобілем та перешкодою не змінюється. В іншому випадку перешкода є рухомою і необхідно враховувати додаткові дані (наявність та функціонування сигналів гальмування, покажчиків повороту тощо). Швидкість руху перешкоди визначається зміною відстані до неї за визначений проміжок часу.

**Висновки.** Таким чином, підсумовуючи сказане вище, необхідно зазначити, що система стеження повинна бути обладнана комбінацією давачів (наприклад: лідар + оптична камера), які у випадку узгодженості виявленої перешкоди або небезпеки передають сигнал до системи обробки інформації та прийняття рішень. Інформація, що надходить від системи стеження, повинна містити дані щодо ідентифікації об'єкта, його стану, швидкості.

#### Список використаної літератури:

1. Система автоматического экстренного торможения (АЕВ) станет обязательной [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.cardefence.ru/sobytiya/sistema-avtomaticheskogo-jekstrennogo-tormozhenija-aeb-stanet-objazatelnoj> (08.02.2016).
2. Проверяем систему автоматического торможения Ford Focus: в режиме автофокуса [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.zr.ru/content/articles/732079-kak-rabotaet-sistema-avtomaticheskogo-tormozheniya-ford-focus> (01.08.2016).
3. Дембицький В.М. Застосування систем автоматичного гальмування на транспортних засобах з електричним приводом / В.М. Дембицький, О.П. Сітовський // Сучасні технології в машинобудування та транспорті : наук. журнал. – Луцьк : Луцький НТУ, 2016. – № 1 (5). – С. 68–72.
4. Дорожньо-транспортні пригоди в Україні за період з 01.01.2016 по 31.07.2016 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://www.sai.gov.ua/uploads/filemanager/file/dtp\\_07\\_2016.pdf](http://www.sai.gov.ua/uploads/filemanager/file/dtp_07_2016.pdf) (02.08.2016).
5. Сысоева С. Датчики. Актуальные технологий применения датчиков автомобильных систем активной безопасности / С.Сысоева // Компоненты и технологии. – № 4. –

2007 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.kit-e.ru/articles/sensor/2007\\_4\\_19.php](http://www.kit-e.ru/articles/sensor/2007_4_19.php) (10.08.2016).

6. Система автоматического управления автомобилем [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://systemsauto.ru/another/automatic\\_driving.html](http://systemsauto.ru/another/automatic_driving.html) (03.08.2016).

#### References:

1. Car defence (2012), “Sistema avtomaticheskogo ekstrennogo tormozheniya (AEB) stanet obyazatel'noy”, available at: [www.cardefence.ru/sobytiya/sistema-avtomaticheskogo-jekstrennogo-tormozheniya-aeb-stanet-objazatelnoj](http://www.cardefence.ru/sobytiya/sistema-avtomaticheskogo-jekstrennogo-tormozheniya-aeb-stanet-objazatelnoj) (accessed 08 February 2016).
2. Za rulem (2014), “Proveryayem sistemu avtomaticheskogo tormozheniya Ford Focus: v rezhime avto fokusa”, available at: [www.zr.ru/content/articles/732079-kak-rabotaet-sistema-avtomaticheskogo-tormozheniya-ford-focus](http://www.zr.ru/content/articles/732079-kak-rabotaet-sistema-avtomaticheskogo-tormozheniya-ford-focus) (accessed 01 August 2016).
3. Dembic'kyj, V.M. and Sitovs'kyj, O.P. (2016), “Zastosuvannja system avtomatychnogo gal'muvannja na transportnyh zasobah z elektrychnym pryvodom”, *Suchasni tehnologii v mashinobuduvanni ta transporti. Naukovij zhurnal LNTU*, No. 1 (5), pp. 68–72.
4. Upravlinnja bezpeky dorozhn'ogo ruhu (2016), “Dorozhn'o-transportni prygody v Ukrai'ni za period z 01.01.2016 po 31.07.2016”, available at: [www.sai.gov.ua/uploads/filemanager/file/dtp\\_07\\_2016.pdf](http://www.sai.gov.ua/uploads/filemanager/file/dtp_07_2016.pdf) (accessed 02 August 2016).
5. Sysoyeva, S. (2007), “Datchiki. Aktual'nyye tekhnologiy primeneniya datchikov avtomobil'nykh sistem aktivnoy bezopasnosti”, *Komponenty i tekhnologii*, No. 4, available at: [www.kit-e.ru/articles/sensor/2007\\_4\\_19.php](http://www.kit-e.ru/articles/sensor/2007_4_19.php) (accessed 10 August 2016).
6. “Sistema avtomaticheskogo upravleniya avtomobilem”, available at: [http://systemsauto.ru/another/automatic\\_driving.html](http://systemsauto.ru/another/automatic_driving.html) (accessed 03 August 2016)

ДЕМБИЦЬКИЙ Валерій Миколайович – кандидат технічних наук, завідувач лабораторією Науково-випробувального центру “Міський електричний транспорт” Державного підприємства “Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут міського господарства”, асистент кафедри «Автомобілі та транспортні технології» Луцького національного технічного університету.

Наукові інтереси:

- гальмівні властивості автомобіля;
- випробування автомобілів;
- нетрадиційні силові установки на автомобілях.

E-mail: [dvm2@meta.ua](mailto:dvm2@meta.ua).

Тел.: (066) 303–50–58.

МАЗИЛЮК Павло Вікторович – аспірант кафедри «Автомобілі та транспортні технології» Луцького національного технічного університету.

Наукові інтереси:

- режими руху автомобілів;
- гібридні види транспорту.

E-mail: [mazylyuk@ukr.net](mailto:mazylyuk@ukr.net).

Тел.: (066) 666–38–77.

СИТОВСЬКИЙ Олег Пилипович – кандидат технічних наук, доцент кафедри «Автомобілі та транспортні технології» Луцького національного технічного університету.

Наукові інтереси:

- випробування автомобілів;
- дослідження паливної економічності, тягово-швидкісних, гальмівних властивостей автомобілів;
- гібридні транспортні засоби;
- покращення паливної економічності традиційних та гібридних транспортних засобів.

E-mail: [sitovsky@ukr.net](mailto:sitovsky@ukr.net).

Тел.: (095) 592–52–78.

Стаття надійшла до редакції 30.08.2016