

УДК 629.33.067

С. А. ОСТАШЕВСЬКИЙ, канд. техн. наук, доцент, «Національна академія державної прикордонної служби України» ім. Б.Хмельницького;

Р. М. ШВЕЦЬ, ад'юнкт «Національна академія державної прикордонної служби України» ім. Б.Хмельницького;

АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ РІЗНОТИПНИХ ДАТЧИКІВ ТА СИСТЕМ В АВТОМОБІЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБАХ

Викладений перспективний підхід до збільшення інформованості водія про оперативну обстановку на дорозі, зниженню ймовірності дорожньо-транспортних пригод, а також покращення управління автомобілем при русі в щільному транспортному потоці, колоні. У зв'язку з цим, особливої значущості набуває вимога до високої рухомості автомобільних базових шасі озброєння і військової техніки. Проведено порівняння між собою різнотипних неконтактних датчиків швидкості і дальності до потенційно-небезпечних об'єктів, що використовуються при виробництві системи попередження зіткнень автомобілів.

Ключові слова: системи попередження зіткнень автомобілів, транспортні засоби

Вступ. Сучасні форми та способи ведення оперативно-службових дій органів охорони державного кордону, особливо під час ускладнення обстановки на кордоні та в особливий період передбачають необхідність оперативного здійснення маневру силами та засобами. При цьому, одночасно можливим є пересування на великих швидкостях та в обмежений час рухомих груп (колон) на достатньо широкому та глибокому просторі, часто в умовах обмеженої видимості. Разом з тим, досвід показує, що реальні маршеві швидкості не завжди задовольняють вимогам, що висуваються і в багатьох випадках виявляються значно нижчі, ніж ті, що рекомендовані керівними документами. В колонах часто відбуваються попутні зіткнення та наїзди на нерухомі перешкоди.

Розтягнутість колон затрудняє управління колонами, знижує пропускну здатність доріг, призводить до збільшення дорожньо-транспортних пригод (ДТП).

Актуальність теми та направленість дослідження викликані необхідністю підвищення рухомості та безпеки руху колони, в тому числі в умовах обмеженої видимості. Відомо також те, що швидкості колон завжди менше швидкості одиночних машин, а швидкість добре керованих колон вище швидкості некерованих.

Виявлено, що збільшення рухомості машин і мобільності, задача скритного пересування прикордонників в умовах обмеженої видимості знаходяться в протиріччі з організацією управління колоною машин та забезпеченням безпеки дорожнього руху.

Існуючі можливості техніки та досвід розробки деяких засобів радіоелектроніки принципово дозволяє ставити питання про створення системи попередження зіткнень автомобілів (СПЗА), заснованої на застосуванні радіолокаційних датчиків дистанції та дійсної швидкості руху.

Однак, розроблені СПЗА не забезпечують управління дистанцією між автомобілями та передачу сигналів небезпеки зіткнення у колоні, а через низьку адаптаційну здатність до умов руху та експлуатації рухомих колон мають ряд недоліків, зокрема, високу ймовірність хибних спрацьовувань та малої ефективності роботи, що не дозволяє рекомендувати їх для застосування на транспортних засобах та спеціальної техніки. Це висуває задачі по їх адаптації до умов експлуатації та розробки закону управління дистанцією між машинами із наступною алгоритмізацією та застосуванням в роботі СПЗА.

Існуючі методи визначення величини безпечної дистанції до потенційно небезпечних об'єктів та способи передачі інформації водіям про небезпеку зіткнення не в повній мірі відповідають умовам руху колони. Тому основним змістом роботи є розробка комплексної методики формування закону управління дистанцією між машинами в колоні з використанням системи попередження зіткнень направленої на підвищення рухомості та безпеки руху колони.

Аналіз публікацій. Проведений аналіз публікацій, присвячених автомобільним системам попередження зіткнень автомобілів, показав, що усі вони носять чисто рекламний характер, спрямований на задоволення споживацьких інтересів як автовиробників, так і окремих фізичних осіб. Матеріали, які публікуються, розкривають можливості застосування вказаних систем і лише деякі їх технічні характеристики[3,7].

На жаль, ніде не розглядаються принципи побудови, схемні рішення і елементна база, що забезпечує реалізацію автомобільних систем попередження зіткнень автомобілів, а саме що стосується систем попередження зіткнень автомобілів на яких змонтовані рухомі технічні засоби охорони кордону, та їх швидкого маневрування та пересування в складі колони.

Мета дослідження – Розробка методики функціонування радіолокаційної системи попередження зіткнень транспортних засобів в колоні, що включає в себе закон управління дистанцією між машинами у відповідності до режимів руху та гальмівними можливостями транспортних засобів, алгоритм визначення величини безпечної дистанції між транспортними засобами в колоні, а також спосіб індикації про небезпеку зіткнення та передачі сигналів управління по колоні.

Постановка завдання:

1. Надати оцінку пристосованості до використання на рухомих ТЗОК систем забезпечення безпеки руху з різними типами неконтактних датчиків та алгоритмів функціонування. Вибрати елементну базу для СПЗА.

2. Розробити методику функціонування радіолокаційної системи попередження зіткнень транспортних засобів в колоні, що включає в себе закон управління дистанцією між машинами у відповідності до режимів руху та гальмівними можливостями транспортних засобів, алгоритм визначення величини безпечної дистанції між транспортними засобами в колоні, а також спосіб індикації про небезпеку зіткнення та передачі сигналів управління по колоні.

3. Експериментально підтвердити адекватність комплексної методики формування закону управління дистанцією між транспортними засобами в колоні при функціонуванні системи попередження зіткнень транспортних засобів.

4. Синтезувати вимоги та структуру СПЗА, розробити науково обґрунтовані практичні рекомендації по створенню та застосуванню СПЗА.

Матеріал дослідження

Оцінка пристосованості до використання на транспортних засобах систем забезпечення безпеки руху з різними типами неконтактних датчиків. Зростання потенціалу органів охорони державного кордону, збільшення технічних можливостей технічних засобів охорони кордону нерозривно пов'язані з вдосконаленням тактико-технічних показників і підвищенням ефективності використання транспортних засобів. У зв'язку з прийняттям на комплектування новітніх видів технічних засобів охорони кордону, зміною форм і методів їх використання, транспортні засоби стали основним засобом їх рухомості, що забезпечують пересування та застосування в охороні державного кордону, а також маневр силами і засобами. У зв'язку з цим, особливої

значущості набуває вимога до високої рухомості автомобільних базових шасі озброєння і військової техніки.

Конструктивні особливості систем запобігання зіткненням автомобілів. Аналіз існуючих розробок. В даний час, завдяки зусиллям вчених багатьох країн, широкого поширення набули інформаційні системи запобігання зіткненням, в яких водій сам виконує необхідні дії, після здобуття застережливих сигналів.

У основу принципу дії цих систем покладено розпізнавання дорожньої обстановки за допомогою пристроїв технічного зору. В якості таких пристроїв застосовуються різного виду локатори, наприклад: СВЧ-локатори (радар); ультразвукові локатори (сонари); лазерні локатори (лідари); телевізійні інфрачервоні далекоміри (ТВІЧ системи). Порівняємо між собою неконтактні датчики швидкості і дальності до потенційно-небезпечних об'єктів, що використовуються при виробництві СПЗА. Виберемо елементну базу СПЗА стосовно рухомих технічних засобів охорони кордону.

Застосування пристроїв радіолокації технічного зору. Радар, як пристрій технічного зору, використовується в запропонованому японськими інженерами пристрої підтримки дистанції між автомобілями, що рухаються. Цей пристрій забезпечує точний вимір дистанції між двома автомобілями і управління двигуном автомобіля, на якому воно встановлене, для витримки заданої дистанції. З процесу обробки виключені автомобілі, що рухаються по зустрічній смузі або припарковані на узбіччі дороги. Пристрій містить станцію радіолокації, яка вимірює відстань до об'єкту і швидкість зближення з ним.

Австралійськими фахівцями запатентований пристрій для автоматичного запобігання зіткненням автомобілів. Воно включає дві антени, розташовані на шасі над переднім бампером на певній відстані один від одного і встановлені під кутом, який автоматично змінюється залежно від швидкості транспортного засобу, СВЧ-генератор і приймач. Одна антена є передавальною і випромінює довільний промінь, що створює вузький пучок електромагнітних хвиль, а друга – приймальна антена приймає промінь, що відбилася від перешкоди. Надвисокочастотний генератор генерує електромагнітні хвилі, що випромінюються передавальною антеною. До приймальної антени підключений приймач, який при здобутті відбитого сигналу виробляє імпульс, що викликає уповільнення швидкості транспортного засобу для запобігання зіткненню.

Фірма Ford (США) запропонувала розробку радарної системи, що виявляє в тумані або в темноті предмети, не помітні для водія. У системі використовується невелика антена, розташована в передній частині автомобіля. Індикатор виконаний у вигляді дисплея, розміщеного у верхній частині вітрового скла. Пристрій дозволяє розрізнити на відстані 450 метрів 2 зустрічних автомобіля, що їдуть на відстані 1 м один від одного. Зображення предметів, що ближче знаходяться, може бути збільшене у відповідному масштабі.

Застосування ультразвукових пристроїв технічного зору. Широке впровадження як пристроїв технічного зору отримали ультразвукові локатори – сонари.

Великі успіхи в розробці ультразвукових локаторів досягнуті в Японії. Пристрій, що патентується там, для підтримки безпечної дистанції між автомобілями складається з ультразвукового локатора, що містить випромінювач; приймача; датчика швидкості, вхідного підсилювача; генератора імпульсів; компаратора. В процесі руху автомобіль безперервно випромінює сигнал, який в разі виявлення перешкоди відбивається від нього і ловиться приймачем. Шляхом порівняння відбитої хвилі і еталонної хвилі для даної швидкості виходить інформація про дистанцію до автомобіля який їде попереду.

В разі порушення безпечної дистанції включаються звуковий і світловий сигнали.

Для підвищення надійності роботи системи попередження зіткнень автомобілів з ультразвуковими локаторами і зменшення числа помилкових спрацьовувань японські фахівці запропонували збільшити число передавальних антен. Запропонований ними пристрій забезпечує виявлення перешкод попереду або позаду автомобіля шляхом посилки ультразвукових хвиль і прийому відбитих хвиль.

Застосування лазерних пристроїв технічного зору. Останнім часом у всьому світі все більше увага приділяється лазерним локаторам як системи технічного зору. Однією з основних переваг лазерних локаторів є їх краща перешкодозахищеність в порівнянні зі СВЧ-локаторами. У багатьох країнах розробляються навіть загальнонаціональні проекти безпеки руху, в основі яких лежать системи попередження зіткнень автомобілів з лазерними локаторами.

Так в Німеччині ведуться роботи над системою Convoy-piloten, що є направляючою системою руху автомобілів (розробляється фірмою VW), що повністю автоматизує процес управління автомобілями при їх русі в колоні на відособленій проїжджій частині. На автомобілях встановлюються лазерні датчики, які вимірюють відстань до попереду рухомого транспортного засобу. Отримана інформація обробляється за допомогою ЕОМ, яка через пристрої, що керують, регулює швидкість руху, допускаючи відхилення від заданого значення дистанції не більше 0,5м. Крім того, автоматично регулюється положення транспортного засобу в поперечному профілі, що дає можливість здійснювати рух автомобіля по вузькій проїжджій частині. Впровадження цієї системи підвищує безпеку руху на дорогах, особливо при здійсненні перевезень вантажів. Вартість системи Convoy-piloten з розрахунку на один транспортний засіб не перевищує 2000 марок. Вченими швейцарської фірми Wild Leits A.g. запатентований лазерний інформаційний далекомір для автомобілів, що працює в діапазоні 5–150м. Точність виміру дистанції на малих відстанях близько 0,1 м, на гранично більшому – 0,8 м. Час виміру вагається від 0,01 до 0,1 секунди залежно від відстані, оскільки потужність відбитого сигналу швидко падає із збільшенням відстані. Японською фірмою Nissan розроблена система попередження зіткнень автомобілів для вантажних автомобілів, в основі якої лежить лазерний локатор, що встановлюється в передній частині автомобіля. В разі виявлення небезпеки система подає звуковий сигнал. Для виявлення перешкод на більшій відстані потрібні лазери більшої потужності, які при великій концентрації променя можуть бути небезпечні для здоров'я людини, що є головною причиною, що заважає їх масовому впровадженню.

Застосування оптичних пристроїв технічного зору. На відміну від лазерних, оптичні системи попередження зіткнень автомобілів нешкідливі для оточуючого середовища. Зараз у всьому світі ведуться розробки таких систем. Наприклад, американськими фахівцями запатентована швидкодіюча оптична система виміру відстані до об'єкту. Джерелом світла служить світлодіод або напівпровідниковий лазер. Паралельний пучок світла від джерела проходить через опуклу лінзу, фокусується перед плоским дзеркалом і відбивається від нього. Пучок світла, що далі розходить, потрапляє на 6-гранне дзеркало, що обертається, відбивається від нього і проходить через другу опуклу лінзу. На виході з лінзи промені світла знову паралельні. Фокуси обох лінз збігаються. Паралельний пучок світла потрапляє на об'єкт, частково відбиваючись від нього, знов проходить через другу опуклу лінзу і потрапляє на дзеркало, що обертається. Відбиваючись від дзеркала пучок світла падає на плоский фотоелемент, на якому він фокусується у вигляді плями. Якщо об'єкт, від якого відбився пучок світла, розташований близько, то сфокусована пляма світла на

фотоелементі знаходиться на максимальній відстані від дзеркала, що обертається. Якщо він розташований на максимальній відстані, то пляма світла максимально наближена до дзеркала, що обертається. По положенню плями на фотоелементі визначається відстань до об'єкту. Оскільки дзеркало обертається, то відбувається сканування всіх об'єктів в певному секторі.

Ці сигнали надходять в елементи пам'яті ЕОМ, яка, порівнюючи попередні і подальші сигнали, видає інформацію про зміну дистанції між автомобілями.

Застосування телевізійних і інфрачервоних пристроїв технічного зору. Велика увага приділяється також телевізійним системам, що використовують в своїй роботі інфрачервоне випромінювання. Так департамент поліції Далласа (США) провів випробування ІЧ-системи нічного бачення фірми GMS. Ця система за допомогою ІЧ-випромінювання сканує дорогу і її узбіччя і автомобіля який рухається попереду. Датчик системи визначає температурну різницю між різними об'єктами і зображення виводиться на дисплей, встановлений на панелі приладів. Система може використовуватися не лише вночі, але і при поганій видимості вдень і в разі засліплення фарами.

Особливо велику допомогу водієві інфрачервоні системи попередження зіткнень автомобілів надають при русі в тумані. Американськими інженерами розроблений прилад «Visir», що допомагає водіям здійснювати рух під час туману і правильно вибирати швидкісний режим. Прилад складається з джерела інфрачервоного випромінювання і приймача з частотою 2500 Гц. Залежно від густини туману «Visir» дозволяє визначити відстань видимості. На колесі автомобіля встановлюється детектор швидкості, передавальний відомості в мікро ЕОМ, куди надходить інформація з приймача інфрачервоного випромінювання. Отримана інформація порівнюється, і у випадку перевищення водієм безпечної швидкості руху, включається звуковий сигнал.

Застосування систем радіобачення. Однією з шляхів забезпечення безпеки управління рухом автомобільного транспорту в умовах обмеженої оптичної видимості є створення автомобільних радіолокаційних систем (АРЛС) переднього огляду місцевості. Проведені Расторгуєвим В.В. на кафедрі радіоприймальних пристроїв Московського авіаційного інституту теоретичні і перші експериментальні дослідження АРЛС показали, що радіолокаційні зображення (РЛЗ) різних типів дорожніх покриттів, автомобілів, дорожніх знаків, обгороджувальних мостів, формовані на виході АРЛС, є інформативними і стійкими. Вони можуть бути використані для підвищення безпеки дорожнього руху.

Результати досліджень:

– існуючі можливості техніки і наявний досвід розробки деяких засобів радіоелектроніки принципово дозволяють ставити питання про створення системи запобігання зіткненням автомобілів, функціонування якої направлена на забезпечення рухомості і безпеки руху автомобілів в щільному транспортному потоці і колоні;

– розроблені системи попередження зіткнень автомобілів не забезпечують управління дистанцією між транспортними засобами і передачу сигналів небезпеки зіткнення по колоні, що не дозволяє їх рекомендувати для застосування на транспортних засобах які рухаються в колоні.

Висновки. В результаті проведеного аналізу встановлено що перераховані типи датчиків та систем незабезпечують необхідної надійності роботи, існує висока ймовірність помилкових спрацювань, що негативно впливає на ефективність їх роботи.

Таким чином розглянуті раніше типи датчиків мають ряд недоліків. Найвагомими з них є: шкідливість для оточуючих, низька ефективність в умовах обмеженої

видимості, недостатня адаптивність систем до умов дорожньої обстановки. Подальшим напрямком роботи вбачається розробка адекватної комплексної методики формування закону управління дистанцією між транспортними засобами при функціонуванні системи попередження зіткнень автомобілів в колоні.

Список літератури: 1. Автомобильный радиолокатор: краткий обзор // ТИИЭР. 1979 г., 6, с. 185–209. 2. Байбородин Ю.В. Справочник по лазерной технике. – Киев: Техника, 1988. 3. Информационный интернет-проект «Безопасный автомобиль». 4. Ветлинский В.Н. Автомобильные радиолокационные станции // Зарубежная радиоэлектроника. 1978 г., 10, с. 51-70. 5. Патент 55129-79 (Япония). Измеритель путевой доплеровской скорости. 6. Патент НКИ 180/105 № 3444950/BOSCH. Радиолокационная система для обеспечения безопасности движения. 7. Парнес М. Применение радарных датчиков в автомобиле / М. Парнес // Компоненты и технологии, №1, 2008. – с. 41 – 44. 8. Патент США НКИ 303/21 № 3795426. Применение радиолокаторов систем предупреждения столкновений. 9. Юрчевский А.А. Синтез систем предотвращения столкновений автомобилей (теория, эксперимент, реализация). Дисс. ... докт. техн. наук – М: МАДИ, 1984, – 408 с. 10. Jones T.O., Grimes G.M., Dork R.A., Reguero W.R. Automotive radar problems and promises. – WESCON Technical Papers, 1973, v. 17, p. 1-8. 11. Kaplan G., Sterzer F. Dualmode automobile collision avoidance radar. – IEEE – MTTT – Sent. Microwave Symp., Microwave Serk. Man., Palo Alto, Cal., 1975, New York, № 4, p. 335-337.

Bibliography (transliterated): 1. Avtomobylnyi radyolokator: kratkyi obzor . TYIYЭP. 1979 h., 6, [. 185-209. 2. Baiborodyn Iu.V. Spravochnyk po lazernoi tekhnike. – Kiev: Tekhnika, 1988. 3. Ynformatsyonnyi ynternet-proekt «Bezopasnyi avtomobyl». 4. Vetlynskyi V.N. Avtomobylnye radyolokatsyonnye stantsyy . Zarubezhnaia radyoelektronyka. 1978 h., 10, P. 51-70. 5. Patent 55129-79 (Iaponyia). Yzmerytel putevoi doplerovskoi skorosty. 6. Patent NKY 180/105 No 3444950/BOSCH. Radyolokatsyonnay systema dlia obespechenyia bezopasnosty dvyzhenya. 7. Parnes M. Prymenenye radarnykh datchykov v avtomobyle / Moscow: Parnes. Komponenti y tekhnolohyy, No1, 2008. – P.41 – 44. 8. Patent SShA NKY 303/21 No 3795426. Prymenenye radyolokatorov system preduprezhdenyia stolknoveniy. 9. Yurchevskiy A.A. Syntez system predotvrashchenyia stolknoveniy avtomobylei (teoryia, eksperyment, realyzatsyia). Dyss. ... dokt. tekhn. nauk – Moscow: MADY, 1984, – 408 p. 10. Jones T.O., Grimes G.M., Dork R.A., Reguero W.R. Automotive radar problems and promises. – WESCON Technical Papers, 1973, v. 17, p. 1-8. 11. Kaplan G., Sterzer F. Dualmode automobile collision avoidance radar. – IEEE – MTTT – Sent. Microwave Symp., Microwave Serk. Man., Palo Alto, Cal., 1975, New York, No 4, p. 335-337.

Надійшла (received) 27.02.2015