

УДК 629.3.51, 629.3.53

РОЗРОБКА СПОСОБУ ТА БОРТОВИХ ЗАСОБІВ ЗАПОБІГАННЯ ЗІТКНЕННЮ АВТОМОБІЛІВ ПРИ ВИКОНАННІ МАНЕВРУ ОБГОНУ

**М.А. Подригало, професор, д.т.н., Д.В. Абрамов, доцент, к.т.н.,
В.О. Тесля, аспірант, ХНАДУ**

***Анотація.** Запропоновано спосіб підвищення безпеки виконання маневру обгону шляхом застосування бортової системи запобігання зіткненню, що має підвищену достовірність оцінювання безпеки виконання обгону транспортних засобів, які рухаються в попутному напрямку. Запропонована система враховує основні фактори, що впливають на процес виконання маневру обгону.*

***Ключові слова:** обгін, безпека, система запобігання зіткненню, автомобіль, час обгону, габарити, швидкість, прискорення.*

РАЗРАБОТКА СПОСОБА И БОРТОВЫХ СРЕДСТВ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ СТОЛКНОВЕНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ МАНЕВРА ОБГОН

**М.А. Подригало, профессор, д.т.н., Д.В. Абрамов, доцент, к.т.н.,
В.А. Тесля, аспирант, ХНАДУ**

***Аннотация.** Предложен способ повышения безопасности выполнения маневра обгон путем применения бортовой системы предотвращения столкновения, который имеет повышенную достоверность оценки безопасности выполнения обгона транспортных средств, движущихся в попутном направлении. Предложенная система учитывает основные факторы, влияющие на процесс выполнения маневра обгон.*

***Ключевые слова:** обгон, безопасность, система предотвращения столкновения, автомобиль, время обгона, габариты, скорость, ускорение.*

THE DEVELOPMENT OF METHOD AND ON-BOARD DEVICES FOR COLLISION AVOIDANCE WHEN OVERTAKING

**M. Podryhalo, Professor, Doctor of Technical Science, D. Abramov, Associate Professor,
Candidate of Technical Science, V. Teslya, postgraduate, KhNAHU**

***Abstract.** A method for improving the safety of overtaking maneuver by using the on-board collision avoidance system, which has an increased assessment reliability of safety of vehicles overtaking that move in the same direction is offered. The proposed system takes into account the main factors that affect the overtaking maneuver.*

***Key words:** overtaking, safety, collision avoidance system, vehicle, size, speed, acceleration.*

Вступ

Обгін є одним з найбільш складних і небезпечних маневрів, виконуваних водіями під час руху в транспортному потоці.

Безпека обгону забезпечується тільки в тому випадку, якщо смуга дороги, на яку повинен

вїхати автотранспортний засіб (АТЗ), що здійснює обгін, на всій ділянці, необхідній для завершення обгону, є вільною, а її ширина дозволяє рухатися з високою швидкістю.

Обгін складається з трьох етапів [2] (рис. 1): відхилення АТЗ, що здійснює обгін, у бік позаду перешкоди на деякій відстані

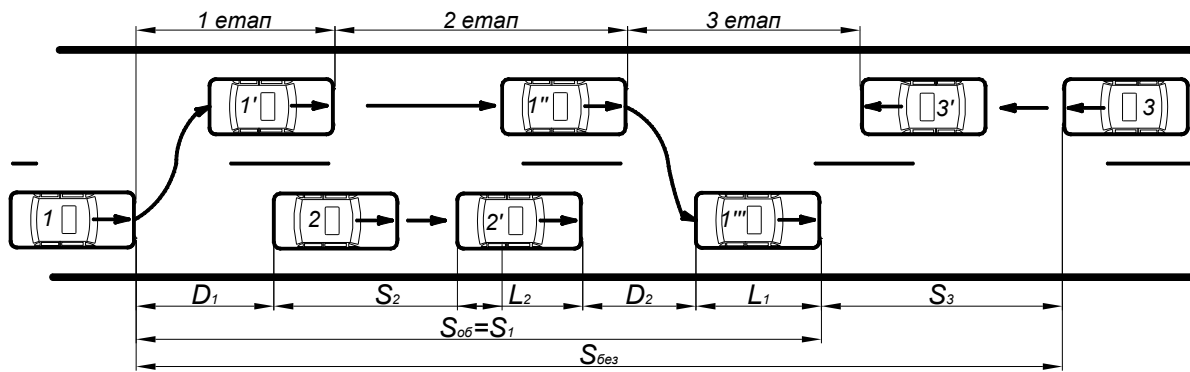


Рис. 1. Схема виконання маневру обгону: 1 – автомобіль, що здійснює обгін; 2 – транспортний засіб, що рухається у попутному напрямку; 3 – транспортний засіб, що рухається у зустрічному напрямку. D_1 і D_2 – безпечна дистанція між АТЗ, що обганяє, і тим, якого обганяють, на початку і в кінці маневру обгону; S_1 ($S_{об}$) – шлях обгону АТЗ, що здійснює обгін; S_2 – шлях, пройдений АТЗ, який обганяють; S_3 – шлях, пройдений АТЗ, який рухається назустріч, за час обгону; L_1 – габаритна довжина АТЗ, що здійснює обгін; L_2 – габаритна довжина АТЗ, який обганяють

(безпечна дистанція D_1); рух поруч з перешкодою на певній відстані від неї (безпечний інтервал $d_{об}$); повернення на свою смугу руху перед перешкодою на деякій відстані (безпечна дистанція D_2).

Аналіз публікацій

Для підвищення безпеки виконання маневру обгону застосовуються бортові системи запобігання зіткненню при обгоні. Відомі системи запобігання зіткненню АТЗ при обгоні, розроблені такими авторами, як М.Р. Сінкович, Б.П. Турченєв, С.М. Мужичек, В.В. Єфанов, В.І. Вінокуров, В.Н. Зиков, А.І. Пабат, В.П. Кирєєв, О.В. Яловий [1, 3–5]. Система, що враховує найбільшу кількість факторів, розроблена В.В. Кузьмінім, І.А. Кочетовим, С.В. Песяніним, А.Б. Єремнім [6], базується на реєстрації оптичного випромінювання від транспортних засобів (ТЗ), що знаходяться на попутній та зустрічній полосах руху, перетворенні його в електричні сигнали, визначенні відстані до ТЗ, що знаходяться на попутній та зустрічній смугах руху, визначенні швидкості зближення з ними, геометричних розмірів ТЗ, що рухається в попутному напрямку. Враховується прискорення автомобіля, яке може бути досягнуто при даному завантаженні та технічному стані, та повздожній уклін дороги, виходячи з чого визначається можливість безпечного обгону ТЗ, що рухається попереду, до початку його проведення з урахуванням шляху, що проходить цей ТЗ за час обгону.

Разом з тим існуючі системи запобігання зіткненню при обгоні не враховують значення поточної потужності двигуна автомобіля та максимальної можливої потужності двигуна при поточному технічному стані та показниках якості палива, інтенсивності наростання прискорення ТЗ, що здійснює обгін, можливості переключення передач під час виконання обгону, можливості обгону одразу двох і більше транспортних засобів. Також у них відсутні інформування водія про заборону виконання маневру обгону на ділянках шляху, де обгін заборонений, інформування водія про можливість безпечно здійснення маневру перестроювання на свою полосу руху наприкінці обгону, примусове гальмування у разі виникнення безпосередньої небезпеки зіткнення при обгоні, можливість застосування системи запобігання зіткненню на автомобілі, що рухається назустріч ТЗ, який здійснює обгін.

Рішення про здійснення обгону необхідно приймати до його початку без повного виходу на зустрічну смугу та набору швидкості з урахуванням наявності ділянок шляху, де обгін заборонено, з урахуванням відстані до зустрічного автомобіля та його швидкості, а також швидкості, габаритів та кількості ТЗ, що рухаються в попутному напрямку, ухилу дороги, запасу потужності двигуна автомобіля, що здійснює обгін, його завантаження, технічного стану та якості пального, можливості переключення передач під час обгону, з урахуванням можливої зміни

швидкості ТЗ, що рухаються у попутному та зустрічному напрямках. Рішення про здійснення обгону приймається за результатами порівняння прогнозованого часу на обгін з часом зіткнення із зустрічним ТЗ.

Мета і постановка задачі

Метою роботи є підвищення безпеки водія та пасажирів шляхом впровадження системи запобігання зіткненню автомобілів при виконанні маневру обгону.

Для досягнення поставленої мети в роботі вирішено такі задачі:

- збільшення достовірності оцінювання безпеки обгону АТЗ;
- розробка схеми роботи системи запобігання зіткненню автомобілів при виконанні маневру обгону;
- вдосконалення системи інформування водія про безпечність або неможливість виконання обгону до та під час його здійснення;
- розробка схеми роботи системи запобігання зіткненню на автомобілі, що рухається

назустріч транспортному засобу, який здійснює обгін;

- розробка схеми пристрою для запобігання зіткненню автомобілів при обгоні.

Розробка способу запобігання зіткненню автомобілів

Для збільшення достовірності оцінювання безпеки обгону ТЗ, що рухається в попутному напрямку, пропонується система запобігання зіткнення, принцип роботи якої полягає в наступному: перед виконанням маневру обгону здійснюється визначення геометричних параметрів одного ТЗ або колони із декількох ТЗ, що рухаються в попутному напрямку (рис. 2), визначення відстані до ТЗ, що знаходяться на попутній та зустрічній смугах руху, їх швидкості на основі інформації, отримуваної від відповідних радарів (рис. 3), визначення поточної потужності двигуна автомобіля та його швидкості на підставі інформації з трикоординатних датчиків прискорення, визначення передачі, на якій рухається автомобіль, за інформацією відповідного датчика, визначення

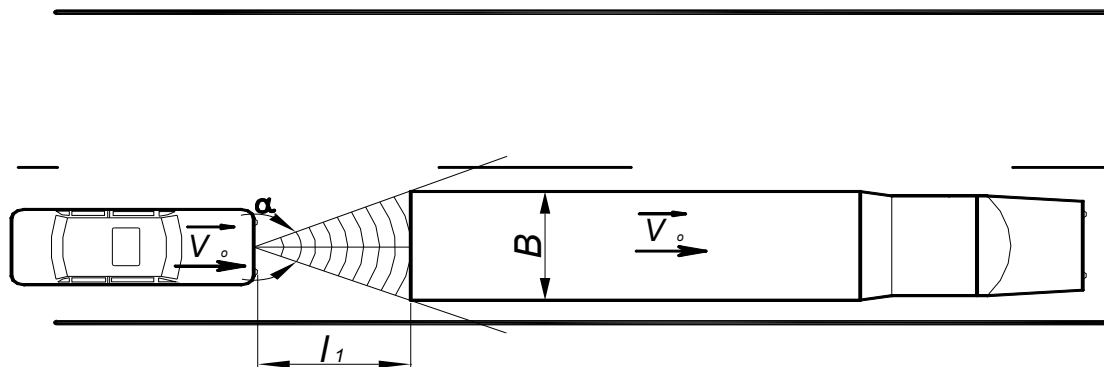


Рис. 2. Схема визначення радаром ширини транспортного засобу, який рухається у попутному напрямку

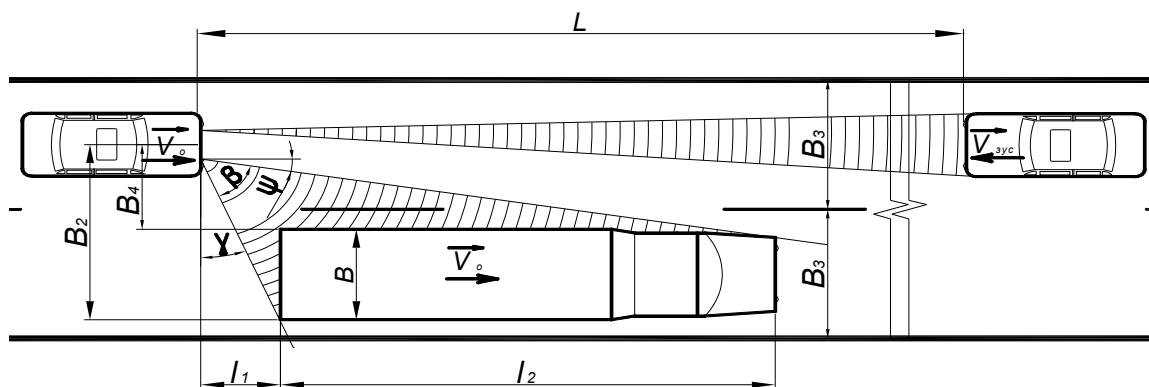


Рис. 3. Схема визначення радаром довжини транспортного засобу, який рухається у попутному напрямку, відстані до зустрічного автомобіля та його швидкості

поздовжнього ухилу дороги за інформацією датчика ухилу (інклінометра), визначення максимально можливої потужності двигуна при даному технічному стані та якості палива, визначення поточного завантаження авто-

мобіля і подальшого врахування цих параметрів при визначенні часу, необхідного на виконання обгону та часу до можливого зіткнення (рис. 4).

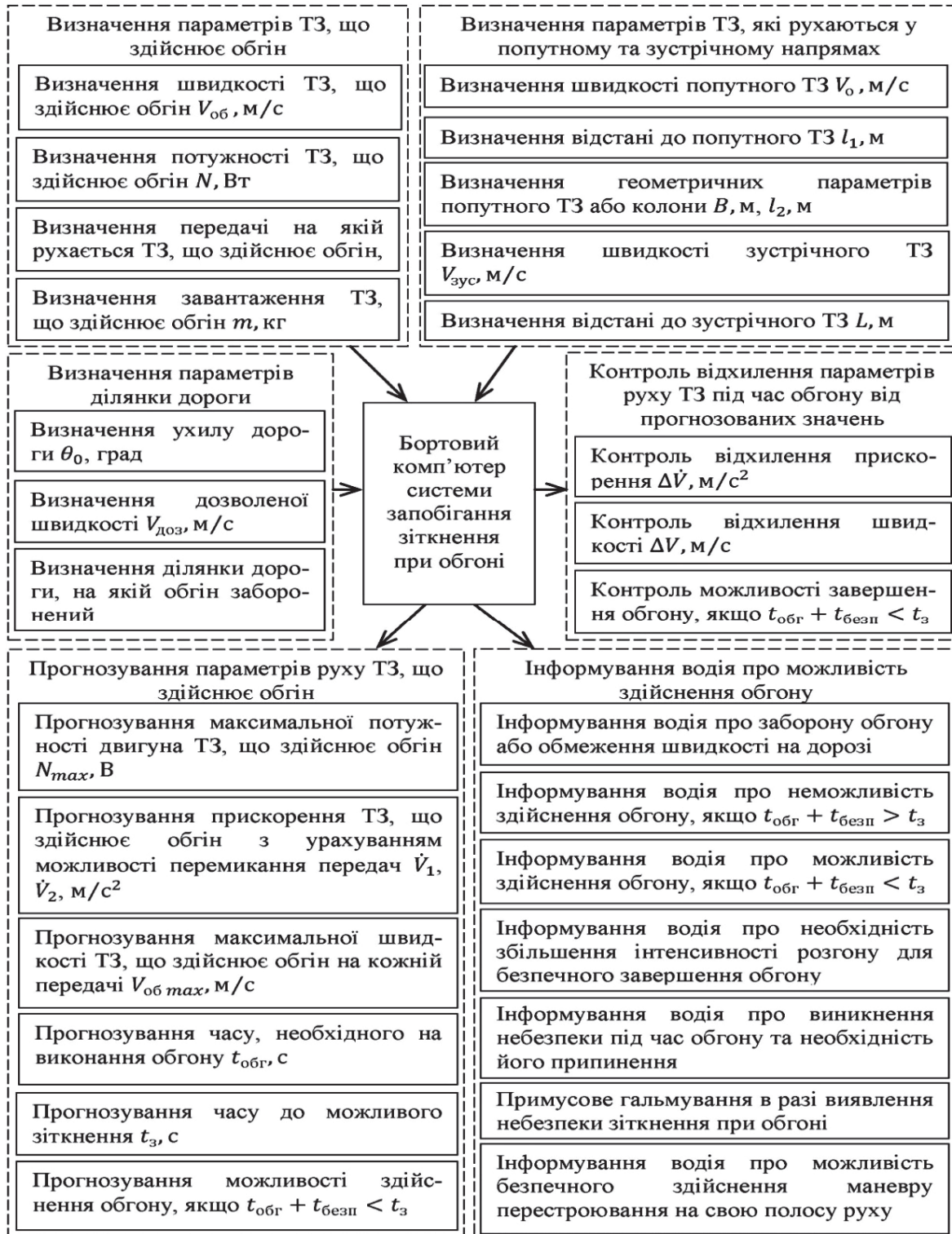


Рис. 4. Структурна схема роботи системи запобігання зіткненню автомобілів при виконанні маневру обгону

Рішення на здійснення обгону ґрунтується на порівнянні цих двох часових параметрів, про результат якого сповіщається водій звуковим та (або) світловим сигналами з урахуванням інформації від додаткової камери, яка дає змогу розпізнавати дорожні знаки, що обмежують швидкість руху або позначають ділянки дороги, на яких обгін заборонений.

Під час виконання обгону за допомогою трикоординатних датчиків прискорення контролюється відхилення реальної швидкості та прискорення автомобіля, що здійснює обгін, від попередньо прогнозованих значень з урахуванням можливості переключення на понижену передачу (рис. 4).

При виявленні відставання від прогнозованого графіка обгону водію звуковим та (або) світловим сигналами рекомендується збільшити інтенсивність розгону, у тому числі за рахунок переключення на більш низьку пе-

редачу. При виявленні небезпеки зіткнення в процесі обгону здійснюється інформування водія світловим та (або) звуковим сигналами про небезпеку, а в окремих випадках застосовується примусове гальмування. Наприкінці обгону на підставі інформації від радарів та з урахуванням безпечної відстані до ТЗ, що рухається в попутному напрямку, здійснюється інформування водія звуковим та (або) світловим сигналами про можливість безпечного здійснення маневру перестроювання на свою смугу руху (рис. 4).

Під час руху ТЗ назустріч автомобілю, що здійснює обгін (рис. 5), визначається відстань до ТЗ, що рухаються у зустрічному напрямку, їх швидкості, прискорення та геометричні параметри ТЗ або колони із декількох ТЗ. На основі інформації, отриманої від відповідних радарів, визначається поточна швидкість автомобіля, що рухається назустріч автомобілю, який здійснює обгін,



Рис. 5. Структурна схема роботи системи запобігання зіткненню автомобілів при русі ТЗ назустріч автомобілю, що здійснює обгін

на підставі інформації з трикоординатних датчиків прискорення. З урахуванням зазначених вище факторів визначається, чи встигне зустрічний автомобіль завершити обгін до зіткнення з ТЗ, який рухається йому назустріч. При виявленні небезпеки зіткнення здійснюється інформування водія світловим та (або) звуковим сигналами про небезпеку, а в окремих випадках застосовується примусове гальмування.

Розробка пристрою системи запобігання зіткненню автомобілів при обгоні

Для реалізації запропонованого способу розроблені структурні схеми пристрою для запобігання зіткненню автомобілів при обгоні та його обчислювача.

Пристрій (рис. 6) для запобігання зіткненням автомобіля містить два радары 1 і 2, що встановлюються попереду ТЗ, по боках, додаткову відеокамеру розпізнавання дорожніх знаків 3, два трикоординатних датчики прискорення 4 і 5, датчик позовжнього ухилу дороги 6, датчик визначення передачі 7, обчислювач 8, світлові та звукові сигналізатори заборони здійснення обгону 9, можливості здійснення обгону 10, необхідності збільшення інтенсивності розгону при обгоні 11, можливості безпечного здійснення маневру перестроювання на свою смугу 12, блок керування гальмуванням 13.

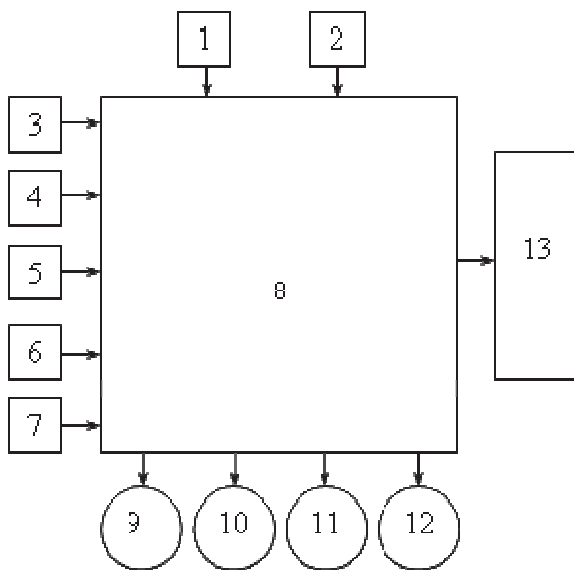


Рис. 6. Структурна схема пристрою для запобігання зіткненню автомобілів при обгоні

Обчислювач (рис. 7) містить блок визначення швидкості зближення з ТЗ 14, блок розпізнавання дорожніх знаків 15, блок визначення геометричних параметрів ТЗ 16, блок визначення потужності двигуна 17, блок визначення завантаження ТЗ, визначення максимальної потужності двигуна при поточному технічному стані ТЗ та якості палива, визначення можливого прискорення та швидкості з урахуванням перемикання передач 18, блок контролю відхилення поточного прискорення та швидкості ТЗ від прогнозованих значень 19 і блок логіки 20. Блок логіки є обчислювальним пристроєм, що реалізує алгоритм розв'язання задачі безпечного обгону ТЗ та безпечного наближення до зустрічного ТЗ, який здійснює обгін.

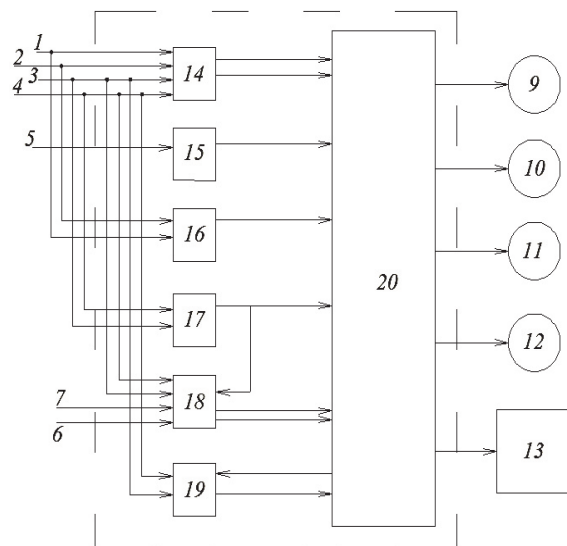


Рис. 7. Структурна схема обчислювача пристрою для запобігання зіткненню автомобілів при обгоні

Висновки

Система запобігання зіткненню автомобілів може бути використана в автомобільному транспорті як один з елементів бортової системи безпеки автомобіля.

Запропонована система запобігання зіткненню автомобілів дозволяє збільшити достовірність оцінювання безпеки обгону ТЗ, що рухається в попутному напрямку, збільшити безпеку під час виконання обгону та під час руху назустріч автомобілю, що здійснює обгін.

Вдосконалена система інформування водія про безпечність або неможливість виконання

обгону до та під час його здійснення збільшує безпеку та комфортність керування автомобілем.

Примусове гальмування автомобіля при виявленні небезпеки зіткнення дозволяє істотно знизити його ймовірність або зменшити його наслідки.

Література

1. Синкович М. Р. Повышение безопасности движения автотранспортных средств при совершении маневра обгон: автореф. дис. на соискание учен. степ. канд. техн. наук: спец. 05.22.10 «Эксплуатация автомобильного транспорта» / М.Р. Синкович. – Иркутск: Забайкальский государственный университет, 2012. – 20 с.
2. Иларионов В.А. Судебная автотехническая экспертиза. Ч. 2 / В.А. Иларионов, Р.Г. Армадеров, В.Г. Выокребцов, Ю.В. Емельянов и др. – М.: Изд-во Всеобщего научно-исследовательского института судебных экспертиз, 1980. – 232 с.
3. Патент 74349 Україна МПК G08G 1/16, G01S 17/93. Спосіб запобігання зіткненням автомобілів / А.І. Пабат, В.П. Кирсєв, О.В. Яловий; заявник і патентовласник Дніпродзержинський державний технічний університет. – № и 2012 04280; заявл. 06.04.12; опубл. 25.10.12.
4. Патент 2050561 Российская Федерация МПК G01S15/08, G01S17/93. Способ предотвращения столкновений автомобиля и устройство для его осуществления / Б.П. Турченев; заявитель и патентообладатель Б.П. Турченев. – №5044239/09; заявл. 26.05.1992; опубл. 20.12.1995
5. Патент 2310922 Российская Федерация МПК G08G1/16, G01S17/93. Способ предотвращения столкновений автомобиля и устройство для его осуществления / С.М. Мужичек, В.В. Ефанов, В.И. Винокуров, В.Н. Зыков; заявитель и патентообладатель общество с ограниченной ответственностью научно-производственная компания «Двина». – №2005131659/11; заявл. 12.10.2005; опубл. 20.04.2007.
6. Патент 2450365 Российская Федерация МПК G08G1/16, B60W30/08. Способ предотвращения столкновения автомобилей и устройство для его осуществления / В.В. Кузьмин, И.А. Кочетов, С.В. Псянин, А.Б. Еремин; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Военная академия ракетных войск стратегического назначения имени Петра Великого» Министерства обороны Российской Федерации. – №2008140643/11; заявл. 13.10.2008; опубл. 20.04.2010.

Рецензент: В.І. Клименко, професор, к.т.н., ХНАДУ.

Стаття надійшла до редакції 13 грудня 2013 р.