

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 656.072

DOI: 10.30977/BUL.2219-5548.2025.108.0.9

ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНА СИСТЕМА
КОНТРОЛЮ РУХУ ТА АВТОМАТИЧНОГО ПОВІДОМЛЕННЯ
ВОДІЇВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Смолін Ю.О.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Анотація. Розглянуто рішення створення технічних систем допомоги водіям та оповіщення водіїв транспортних засобів. Показано, що наявні автоматизовані та автоматичні системи безпеки руху не беруть до уваги рельєфні особливості траси. Метою роботи є розроблення автономної інформаційно-телекомунікаційної системи, що забезпечує можливість гарантованого обгону транспортним засобом попереднього потоку та підвищує безпеку руху за допомогою оповіщення водія про можливість / неможливість здійснення обгінного маневру. Запропонований спосіб забезпечення гарантованого обгону та його технічна реалізація полягає в особливому геометричному розташуванні датчиків. З огляду на розташування датчиків розраховано значення коефіцієнта виїзду або невиїзду транспортного засобу на смугу зустрічного руху. Ідентифіковано кожний транспортний засіб. Наведено структурні схеми підсистеми датчиків та їх розташування. Розроблено алгоритм, за яким забезпечується взаємодія основних вузлів системи. Система має бути практичною та доцільною у використанні її на ділянках з обмеженою видимістю на дорогах з рельєфними особливостями траси.

Ключові слова: транспортний засіб, система оповіщення, дорожньо-транспортна ситуація, обгінний маневр, датчик, система ідентифікації, комп'ютер.

Вступ

Покращення безпеки на дорогах є світовою проблемою, що поступово стає пріоритетом для кожного суспільства. Незважаючи на поліпшення дорожньої безпеки, приблизно 1,25 млн людей гинуть щороку внаслідок аварій на дорогах, відповідно до Загального інформаційного звіту Всесвітньої організації охорони здоров'я ще за 2015 р. [1]. Одним із шляхів розв'язання цієї проблеми є створення різноманітних технічних систем допомоги водіям у складних умовах і сповіщення водіїв транспортних засобів для вчасного та повноцінного оцінювання ситуації на дорогах.

Особливо гостро проблема безпеки руху постала під час виконання водіями транспортних засобів обгонів. Ця дія пов'язана не тільки з оцінюванням швидкостей руху потоків, а й з рельєфними особливостями траси, що перешкоджає коректній роботі систем, установлених на транспортному засобі.

Одним із можливих рішень цієї проблеми може бути система аналізу дорожньої ситуації, яка стаціонарно встановлюється на особливо небезпечній ділянці дорожнього руху з метою реалізації інформаційного забезпечення водія про можливість здійснення об-

гінного маневру. У зв'язку з цим розроблення варіанта організації інформаційно-телекомунікаційної системи автоматичного оповіщення транспортних засобів є актуальним і становить безперечний практичний інтерес.

Аналіз публікацій

Сучасні дороги – це не просто якісне та надійне дорожнє покриття, це складні електронні системи, що не тільки забезпечують своє функціонування, але і є альтернативними та децентралізованими джерелами «зеленої» електричної енергії [1–4]. Ці системи, так звані «Розумні дороги», здатні слідкувати за безпекою дорожнього руху та попереджати учасників (дорожнього руху) щодо ситуації на дорозі. Вони не потребують обслуговування в холодну пору року, бо самі здатні прибирати сніг та обледеніння. І це лише незначна частина функцій, що можуть виконувати «Розумні дороги» [1].

Такі системи є найбільш перспективними у забезпеченні безпеки дорожнього руху. Звичайно, вони не можуть бути одночасно впроваджені для використання по всьому світу. Це зумовлено їх складністю, технологічністю та, особливо, фінансовим аспектом

цього питання. Однак системи «Розумні дороги» суттєво підвищують ефективне управління дорожнім рухом. Це екологічно чисті технології та нові потужні відновлювальні джерела електричної енергії («зелені» джерела енергії). Усе це визначає актуальність розроблення та створення таких доріг та особливого дорожнього покриття для них [1, 5–8]. Сучасний дорожній рух дуже інтенсивний і вимагає від водія транспортного засобу неабиякої уваги. Нині існує безліч пристроїв і систем, спрямованих на забезпечення стійкості керування транспортним засобом і запобігання можливим негативним наслідкам розвитку ситуацій, що динамічно змінюються. До таких пристроїв і систем належать радары, супутникові приймачі, системи моніторингу мертвих і сліпих зон (RVM), системи автоматичного гальмування (ACS), антиблокувальні системи (ABS), системи курсової стійкості (ESP), системи допомоги водієві під час спуску (DAC) [2–12].

Незважаючи на очевидні переваги переліченого обладнання, ці засоби не здатні повноцінно оцінити ситуацію, що склалася і змінюється в режимі реального часу. Необхідні сучасні комплекси взаємопов'язаних автоматизованих і автоматичних систем, що виконують завдання керування дорожнім рухом, моніторингу та керування автотранспорту.

Загальні питання безпеки дорожнього руху та його організації та регулювання у створенні таких систем, а також передумови формування необхідності забезпечення інформаційної та кібербезпеки транспортних потоків в умовах інформатизації та автоматизації транспортних процесів з огляду на нашу специфіку достатньо напрацьовані [13, 14]. В Україні також набувають розвитку інтелектуальні транспортні системи, як у методологічному, так і у технічному напрямках. У сучасних програмах таких систем реалізується функція з передачі інформації та моніторингу з ряду технічних параметрів транспортних засобів як щодо їх бортових датчиків, так і бортових комп'ютерів – контролерів електронних систем керування робочими процесами вузлів, агрегатів і систем автомобіля. Вони розглядають і динамічні системи, що описують зміни руху транспортного засобу [15–18].

Сфери поширення інтелектуальних інформаційно-телекомунікаційних систем у світовій практиці варіюється від вирішення проблем загального транспорту, істотного під-

вищення безпеки дорожнього руху, ліквідації заторів у транспортних мережах, підвищення продуктивності транспортної системи до екологічних і енергетичних проблем. У цьому разі основними технічними складниками є засоби телематики, спрямовані на отримання й передачу інформації з метою розв'язання завдань, пов'язаних з організацією дистанційного керування дорожнім рухом, моніторингу та керування роботою всіх видів автотранспорту й діагностуванням технічного стану транспортних засобів [19–29].

Мета й постановка завдання

Метою цієї статті є розроблення автономної інформаційно-телекомунікаційної системи, що забезпечує можливість гарантованого обгону транспортним засобом попереднього потоку та підвищує безпеку руху за допомогою оповіщення водія про можливість / неможливість здійснення обгінного маневру.

Для досягнення окресленої мети потрібно виконати такі завдання:

- 1) розробити підсистему датчиків, що забезпечують
 - виявлення транспортного засобу на дорожньому полотні;
 - визначення його швидкості;
 - визначення розташування виявленого транспортного засобу щодо загальної ширини дорожнього полотна;
- 2) обрати спосіб світлового оповіщення водія транспортного засобу;
- 3) розробити алгоритм, за яким забезпечується інформаційна взаємодія основних вузлів системи та оброблення результатів цієї взаємодії.

Виклад основного матеріалу

Особливістю запропонованої системи є автономність її функціонування від транспортного засобу. Ця автономність досягається відсутністю необхідності встановлення додаткових механізмів, пристроїв, елементів, що працюють за принципом зчитування (чипів) безпосередньо на транспортному засобі.

Ця система реалізує функцію оповіщення водіїв за допомогою світлової індикації, встановленої на всій особливо небезпечній ділянці з дозволенним обгоном. Світлова індикація є засобом попередження водіїв про можливість безпечного обгону або застереження від здійснення цього маневру.

Структурна схема підсистеми датчиків, тобто тієї частини інформаційно-телекомунікаційної системи, що забезпечує отримання

інформації про можливість гарантованого обгону транспортним засобом попереднього потоку, подана на рис. 1 та містить такі основні вузли: 1 – датчик генерування інфрачервоного випромінювання, потік якого спрямований перпендикулярно до напрямку дорожнього руху; 2 – датчик прийому інфрачервоного випромінювання від датчика 1; 3 – датчик генерування інфрачервоного випромінювання, потік якого спрямований під певним кутом напрямку дорожнього руху; 4 – датчик прийому та інфрачервоного випромінювання від датчика 3; 5 – шини передачі даних (шина 1ш і шина 2ш); 6 – бездротові пристрої (Т1, Т2, Т3, Т4), за допомогою яких організується бездротова резервна лінія, що допомагає здійснювати обмін даними між шинами; 7 – комп'ютер, що дає змогу приймати та обробляти інформацію з датчиків всіх типів, відповідно до певного програмного алгоритму, на основі якого здійснюється керування роботою світлової індикації.

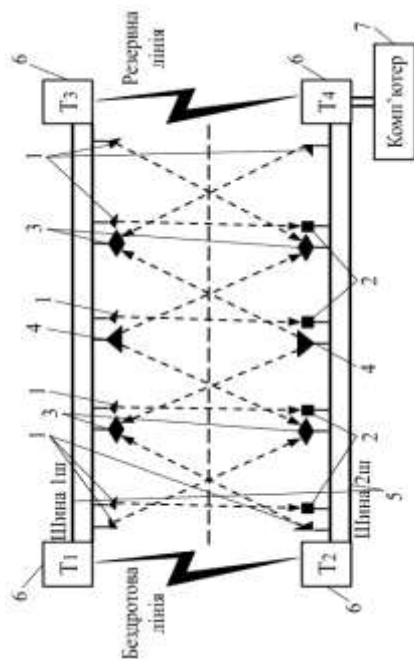


Рис. 1. Структурна схема підсистеми датчиків

Ця частина системи працює в такий спосіб. На узбіччях дороги, перпендикулярно до напрямку руху, встановлюються два типи датчиків для виявлення транспортного засобу на дорожньому полотні, а також визначення його швидкості: пристрій генерування (датчик 1) і пристрій прийому інфрачервоного випромінювання (датчик 2). Визначення розташування транспортного засобу щодо загальної ширини дорожнього полотна досягається способом установлення датчиків 3 і 4 обабіч дороги спеціальним геометричним розташуванням.

Датчики 3 і 4 геометрично розташовані так, що два сусідні датчики 3 є основою уявного рівнобедреного трикутника, а датчик 4 – його вершиною.

Реалізація способу забезпечення можливості гарантованого обгону транспортним засобом попереднього потоку полягає у виконанні певного алгоритму, що дає змогу виконати такі завдання:

- визначити швидкості транспортних засобів, що в'їжджають до зони небезпечної ділянки дорожнього руху з дозволеним обгоном;
- відстежувати транспортні засоби на всьому аналізованому відрізку колії унаслідок присвоєння ідентифікаційних номерів кожному транспортному засобу, що в'їжджає на небезпечну ділянку дороги;
- визначати місце розташування та напрямки руху транспортних засобів на дорожньому полотні;
- керувати пристроями світлового оповіщення, які забороняють здійснення обгінного маневру.

На рис. 2 зображено схему, що пояснює спосіб визначення параметрів руху та розташування транспортних засобів щодо одного напрямку руху. Одночасно для протилежної смуги руху існує аналогічний набір датчиків, розташованих за такою самою схемою.

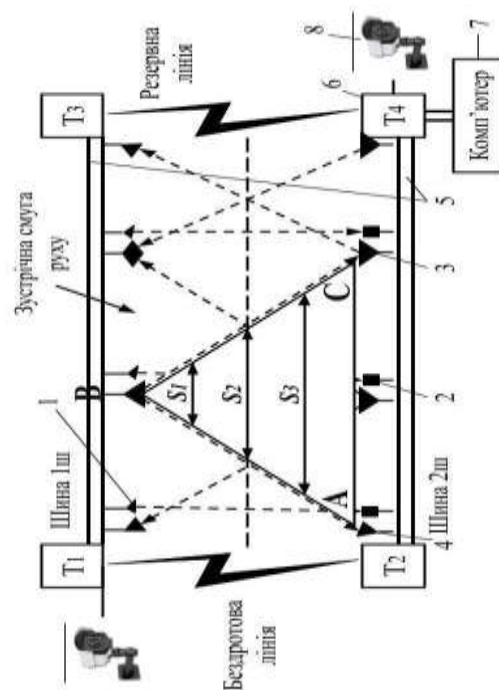


Рис. 2. Схема способу визначення швидкості та розташування транспортного засобу

Основний задум функціонування системи автоматичного оповіщення водіїв транспорт-

них засобів на особливо небезпечних ділянках доріг передбачає виконання технологічних операцій.

По-перше, визначаються швидкості транспортних засобів за допомогою оброблення даних, отриманих від датчиків 1 і 2. Для визначення швидкості руху транспортного засобу достатньо двох пар таких пристроїв, встановлених на певній, заздалегідь відомій відстані один від одного.

На підставі послідовного переривання двох променів кожної з таких пар комп'ютер розраховує інтервал часу між перериваннями, що в сукупності з відомою відстанню між парами датчиків 1 і 2 дає змогу розрахувати швидкість руху транспортного засобу й визначити напрямок руху.

Під час в'їзду транспортного засобу на контрольовану ділянку дорожнього руху та перетину ним променя, що формується датчиком 1, інформація про перетин передається по шині передачі даних (шина 1ш та шина 2ш) на комп'ютер, де присвоюється ідентифікаційний номер кожному транспортному засобу, що зберігається за ним на всій контрольованій ділянці дорожнього полотна. У процесі зупинки транспортного засобу інформація про його місце розташування зберігається в комп'ютері.

Після того, як транспортний засіб залишає контрольовану ділянку дороги, її номер вилучається з комп'ютера.

По-друге, визначається розташування транспортного засобу щодо загальної ширини дорожнього полотна. Це досягається способом оброблення даних із датчиків 1, 2, 3, 4, які встановлені обабіч дороги з особливим геометричним розташуванням і які створюють уявний рівнобедрений трикутник ABC (див. рис. 2).

У цьому трикутнику виділяють три геометричні параметри: S_1 – відстань між сторонами трикутника ABC, яку транспортний засіб безпосередньо проїжджає по зустрічній смузі руху; S_2 – відстань між сторонами уявного рівнобедреного трикутника, де ці сторони перетинає лінія розмітки; S_3 – гранична відстань між сторонами рівнобедреного трикутника, за умови зменшення якого транспортний засіб наближається до розділової лінії розмітки.

З огляду на геометричне розташування датчиків розраховується значення коефіцієнта виїзду k_1 або невиїзду k_2 транспортного засобу на смугу зустрічного руху відповідно до виразів:

$$k_1 = S_1/S_2;$$

$$k_2 = S_3/S_2,$$

де S_1 , S_2 та S_3 визначаються з умов розташування датчиків на узбіччі дорожнього полотна, що наведені на рис. 2, зважаючи на показники, отримані від двох підсистем датчиків для двох напрямків руху. Тобто S_1 , S_2 та S_3 визначаються з двох різних умовних трикутників.

Система приймає рішення про виїзд транспортного засобу на зустрічну смугу руху, якщо коефіцієнт k_1 в результаті розрахунку виявився меншим за 1, а рішення про перебування на своїй смузі руху приймається в разі, коли значення коефіцієнта k_2 виявляється більшим за 1.

Отже, на підставі відстані між сторонами рівнобедреного трикутника ABC та аналізу отриманих значень коефіцієнтів k_1 і k_2 встановлюється його місце розташування на дорожньому полотні.

З огляду на інформацію, що надійшла в комп'ютер, відбувається ідентифікація кожного транспортного засобу, що в'їжджає на небезпечну ділянку дороги, і аналізується можливість обгону ним потоку, що йде попереду.

Робота світлової індикації реалізується в такий спосіб. На підставі інформації про швидкість транспортного засобу $V_{ТЗ}$, що рухається, про допустиму відстань до зустрічного транспортного засобу L , кількість транспортних засобів у супутньому потоці N , швидкість руху супутнього V_c та зустрічного потоків V_z , про радіус завершення обгону R для визначення датчиками 1 і 2 швидкостей супутнього та зустрічного потоків система аналізує можливість обгону транспортним засобом попереднього потоку.

Тобто цей процес відбувається за алгоритмом (див. рис. 3), що забезпечує інформаційну взаємодію основних вузлів системи та оброблення результатів цієї взаємодії

В основу розрахунків покладено, що швидкість транспортного засобу, який обганяє, має збільшитися порівняно зі швидкістю попереднього потоку на певну величину. Ця обставина дає змогу гарантовано здійснити безпечний обгінний маневр.

Приймається рішення, результатом якого є робота світлової індикації, яка інформує учасників дорожнього руху про можливість / неможливість здійснення запланованого маневру.

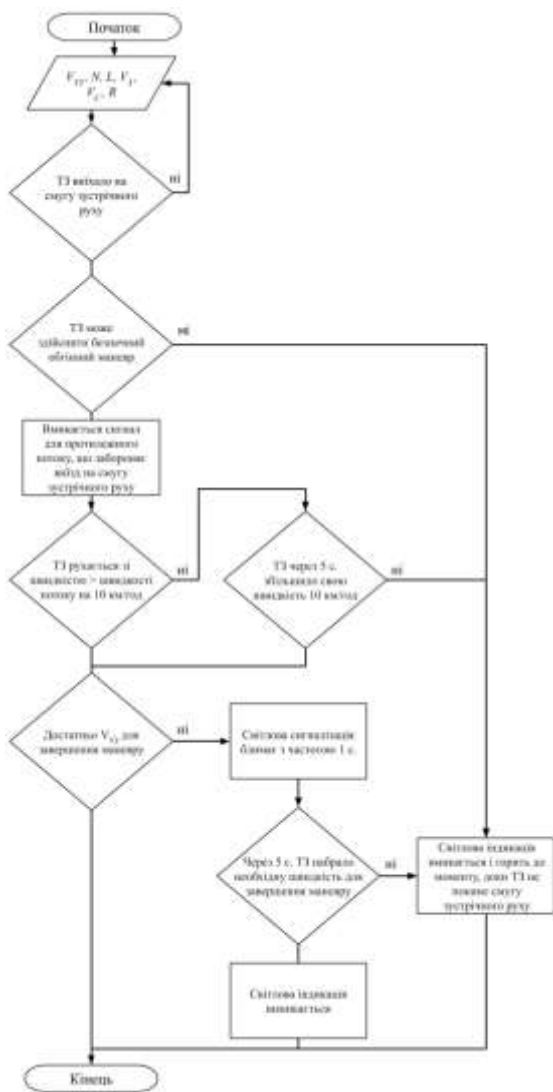


Рис. 3 Алгоритм взаємодії основних вузлів системи

Якщо зустрічні потоки розташовані на критичній відстані один від одного, за якої обгін неможливий, у комп'ютері приймається рішення, результатом якого є така робота світлової індикації: інформаційна світлова індикація, що розташована обабіч дороги й проєктується на дорожню розмітку, спалахує червоним кольором і гасне після розбіжності потоків.

Це рішення дає змогу унеможливити виїзд транспортного засобу на смугу зустрічного руху як з одного, так і з іншого боку, і цим запобігти виникненню ДТП. Такий алгоритм роботи світлової індикації забезпечує вимоги, за якими транспортний засіб не зможе здійснити обгін за жодних заборонених умов.

Під час зупинки транспортного засобу інформація про його місце розташування додається до буфера комп'ютера та зберігається до моменту відновлення руху транспортним за-

собом, після чого його місце розташування оновлюватиметься.

Отже, запропонований варіант інформаційно-телекомунікаційної системи автоматичного оповіщення водіїв транспортних засобів про можливість / неможливість здійснення обгінного маневру може суттєво знизити ризик аварійності на небезпечних ділянках доріг завдяки вчасному інформуванню учасників руху за допомогою світлової сигналізації.

Висновки

Розроблено варіант організації інформаційно-телекомунікаційної системи автоматичного оповіщення транспортних засобів, що забезпечує можливість гарантованого обгону транспортним засобом попереднього потоку та підвищує безпеку руху за допомогою оповіщення водія про можливість / неможливість здійснення обгінного маневру.

Запропоновано особливе геометричне розташування датчиків, установлених обабіч дороги, що дає змогу визначити коефіцієнти виїзду k_1 або невиїзду k_2 транспортного засобу на смугу зустрічного руху.

Розроблено алгоритм, за яким забезпечується інформаційна взаємодія основних вузлів запропонованої системи та оброблення результатів цієї взаємодії.

Запропоновану організацію інформаційно-телекомунікаційної системи автоматичного оповіщення транспортних засобів, схему розташування датчиків і алгоритм взаємодії основних вузлів системи й оброблення результатів цієї взаємодії доцільно використовувати на ділянках з обмеженою видимістю на дорогах з рельєфними особливостями траси.

Література

1. Global status report on road safety: time for action. Geneva, World Health Organization, 2015. 301 p. http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2015/en/.
2. Волков В.П., Грицук І.В., Волкова Т.В., Бережна Н.Г. Забезпечення стійкості транспортного засобу під час гальмування. *Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів*. Харків: Державний біотехнологічний університет, 2021. № 23. С. 132–143.
3. Калита О.В. Аналіз функціонування системи автоматичного екстреного гальмування автомобіля. *Сучасна інженерія агропромислових і харчових виробництв*: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., м. Харків, 25–26 листопада 2021 р. Харків, 2021. С. 179–181.
4. Сахно В.П., Лотиш В.В., Гуменюк О.П. Покращення курсової стійкості руху автомобіля з

- використанням системи ESP. *Управління проектами, системний аналіз і логістика. Технічна серія*. Київ, 2018. Вип. 8. С. 171–175.
5. Коростельов М.В., Гнатов А.В. Дослідження активних систем безпеки для автотранспортних засобів. *Автомобільний транспорт*. Харків, 2020. Вип. 46. С. 40–46.
 6. Kumar A., Jaiswal J., Tiwari N. Blind Spot Monitoring System Using Ultrasonic Sensor. *International Conference on Disruptive Technologies (ICDT)*. 11–12 May. 2023. Greater Noida, India. P. 30–35.
 7. Yang Z. Research on Causes of Rear-End Collision and Behavior of Avoiding Collision Based on Deep Data Analysis: Ph.D. Thesis, Northeast Forestry University. Harbin, China, 2021. P. 118–127.
 8. Cicchino J.B., Zuby D.S. Characteristics of rear-end crashes involving passenger vehicles with automatic emergency braking. *Traffic Inj. Prev.* 2019. Vol. 20, No. 1. P. 112–118.
 9. Bae J.J., Lee M.S., Kang N. Partial and Full Braking Algorithm According to Time-to-Collision for Both Safety and Ride Comfort in an Autonomous Vehicle. *Int. J. Automot. Technol.* 2020. Vol. 21, No. 19. P. 351–360.
 10. Cicchino J.B. Effectiveness of Forward Collision Warning and Autonomous Emergency Braking Systems in Reducing Front-to-Rear Crash Rates. *Accid. Anal. Prev.* 2017. Vol. 99, No. 31. P. 142–152.
 11. Zhou W., Wang X. Calibrating and Comparing Autonomous Braking Systems in Motorized-to-Non-Motorized-Vehicle Conflict Scenarios. *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.* 2022. Vol. 42, No. 13. P. 1–16.
 12. He Y., Lu C., Shen J., Yuan C. Design and Analysis of Output Feedback Constraint Control for Antilock Braking System Based on Burckhardt's Model. *Assem. Autom.* 2019. Vol. 39, No. 42. P. 497–513.
 13. Парасюк В.М., Демків Р.Я., Когут В.М. Безпека дорожнього руху: навчальний посібник. Львів: Львівський державний університет внутрішніх справ, 2022. 340 с.
 14. Поліщук В.П., Бакуліч О.О., Дзюба О.П., Єршов В.І. Організація та регулювання дорожнього руху. Київ: Орбіс, 2014. 467 с.
 15. Аулін В.В., Гриньків А.В. Методологічні основи проектування та функціонування інтелектуальних транспортних і виробничих систем: монографія. Кропивницький: Видавець Лисенко В.Ф., 2020. 428 с.
 16. Мигаль В.Д. Інтелектуальні системи в технічній експлуатації автомобілів: монографія. Харків: Майдан, 2018. 262 с.
 17. Підгорний М.В., Бойко В.В. Застосування інформаційної технології в системних дослідженнях процесів управління безпечним рухом автотранспортних засобів. *Новітні шляхи створення, експлуатації, ремонту і сервісу автомобілів*. Миколаїв: МІПРО, 2018. С. 50–54.
 18. Бойко В.В., Підгорний М.В. Інформаційна технологія системних досліджень процесів керування безпечним рухом транспортних засобів. *Системи управління, навігації та зв'язку: збірник наук. праць*. Полтава: ПНТУ, 2023. Т. 1 (71). С. 73–77.
 19. Fanca A., Puscasiu A., Folea S., Vălean H. Trauma accident detecting and reporting system. *In Proceedings of the 2018 IEEE International Conference on Automation, Quality and Testing, Robotics (AQTR)*. 24–26 May 2018. Cluj-Napoca, Romania. 2018. P. 1–5.
 20. Zualkernan I.A., Aloul F., Basheer F., Khera G. Intelligent accident detection classification using mobile phones. *In Proceedings of the 2018 International Conference on Information Networking (ICOIN)*. 10–12 January 2018. Chiang Mai, Thailand. 2018. P. 504–509.
 21. Khan A., Bibi F., Dilshad M., Ahmed S. Accident detection and smart rescue system using Android smartphone with real-time location tracking. *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.* 2018. Vol. 9, No. 29. P. 341–355.
 22. Griffin R.L., Carroll S., Jansen J.O. Automatic collision notification availability and emergency response times following vehicle collision—an analysis of the 2017 crash investigation sampling system. *Traffic Inj. Prev.* 2020. Vol. 21, No. 32. P. 135–139.
 23. Abboud K., Omar H.A., Zhuang W. Interworking of DSRC and cellular network technologies for V2X communications. *IEEE Trans. Veh. Technol.* 2016. Vol. 65, No. 12. P. 9457–9470.
 24. Firooznia A., J. Ploeg J., Wouw N., Zwart. Co-design of controller and communication topology for vehicular platooning. *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.* 2017. Vol. 18, No. 10. P. 2728–2739.
 25. Vinel L., Lyamin L., Lyamin N. Vehicle-to-vehicle communication in C-ACC/platooning scenarios. *IEEE Commun. Mag.* 2015. Vol. 53, No. 8. P. 192–197.
 26. Kuehlmorgen S., Schmager P., Festag A., Fettweis G. Simulationbased evaluation of ETSI ITS-G5 and cellular-VCS in a real-world road traffic scenario. *Proc. IEEE 88th Veh. Technol. Conf. (VTC-Fall)*. 2018. Vol. 29, No. 8. P. 1–6.
 27. Balasubramanian V., Otoum S., Aloqaily M., Y. Jararweh Y. Low-latency vehicular edge: A vehicular infrastructure model for 5G. *Simul. Model. Pract. Theory*, 2020. Vol. 98, No. 7. P. 119–132.
 28. Gilly K., Filiposka S., Alcaraz S. Predictive migration performance in vehicular edge computing environments. *Appl. Sci.* 2021. Vol. 11, No. 3. P. 944.
 29. Samani A., Sabyasachee M., Kakan D. Assessing the effect of long-automated driving operation, repeated take-over requests, and drivers' characteristics on commercial motor vehicle drivers' driving behavior and reaction time in highly automated vehicles. *In Transportation Research Part F: Psychology and Behaviour*. 2022. Vol. 84, No 8. P. 239–261.

References

- Global status report on road safety: time for action. Geneva, World Health Organization, 2015. 301 p. http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2015/en/.
- Volkov V.P., Hrytsuk I.V., Volkova T.V., Berezhna N.H. Zabezpechennia stiikosti transportnoho zasobu pid chas halmuvannia. *Tekhnichniy servis ahropromyslovoho, lisovoho ta transportnoho kompleksiv*. Kharkiv: Derzhavnyi biotekhnologichniy universytet, 2021. № 23. S. 132–143.
- Kalyta O.V. Analiz funktsionuvannia systemy avtomatychnoho ekstrenoho halmuvannia avtomobilia. *Suchasna inzheneriia ahropromyslovykh i kharchovykh vyrobnytstv: materialy Mizhnar. nauk.-prakt. konf., m. Kharkiv, 25–26 lystopada 2021 r.* Kharkiv, 2021. S. 179–181.
- Sakhno V.P., Lotysh V.V., Humeniuk O.P. Pokrashchennia kursovoi stiikosti rukhu avtomobilia z vykorystanniam systemy ESP. *Upravlinnia proektamy, systemnyi analiz i lohistyka. Tekhnichna seria*. Kyiv, 2018. Vyp. 8. S. 171–175.
- Korostelov M.V., Hnatov A.V. Doslidzhennia aktyvnykh system bezpeky dlia avtotransportnykh zasobiv. *Avtomobilnyi transport*. Kharkiv, 2020. Vyp. 46, S. 40–46.
- Kumar A., Jaiswal J., Tiwari N. Blind Spot Monitoring System Using Ultrasonic Sensor. *International Conference on Disruptive Technologies (ICDT)*. 11–12 May. 2023. Greater Noida, India. P. 30–35.
- Yang Z. Research on Causes of Rear-End Collision and Behavior of Avoiding Collision Based on Deep Data Analysis: Ph.D. Thesis, Northeast Forestry University. Harbin, China, 2021. P. 118–127.
- Cicchino J.B., Zuby D.S. Characteristics of rear-end crashes involving passenger vehicles with automatic emergency braking. *Traffic Inj. Prev.* 2019. Vol. 20, No. 1. P. 112–118.
- Bae J.J., Lee M.S., Kang N. Partial and Full Braking Algorithm According to Time-to-Collision for Both Safety and Ride Comfort in an Autonomous Vehicle. *Int. J. Automot. Technol.* 2020. Vol. 21, No. 19. P. 351–360.
- Cicchino J.B. Effectiveness of Forward Collision Warning and Autonomous Emergency Braking Systems in Reducing Front-to-Rear Crash Rates. *Accid. Anal. Prev.* 2017. Vol. 99, No. 31. P. 142–152.
- Zhou W., Wang X. Calibrating and Comparing Autonomous Braking Systems in Motorized-to-Non-Motorized-Vehicle Conflict Scenarios. *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.* 2022. Vol. 42, No. 13. P. 1–16.
- He Y., Lu C., Shen J., Yuan C. Design and Analysis of Output Feedback Constraint Control for Antilock Braking System Based on Burckhardt's Model. *Assem. Autom.* 2019. Vol. 39, No. 42. P. 497–513.
- Parasiuk V.M., Demkiv R.Ya., Kohut V.M. Bezpeka dorozhnoho rukhu: navchalnyi posibnyk. Lviv: Lvivskyi derzhavnyi universytet vnutrishnikh sprav, 2022. 340 s.
- Polishchuk V.P., Bakulich O.O., Dziuba O.P., Yeresov V.I. Orhanizatsiia ta rehuliuвання dorozhnoho rukhu. Kyiv: Orbis, 2014. 467 s.
- Aulin V.V., Hryniv A.V. Metodolohichni osnovy proektuvannia ta funktsionuvannia intelektualnykh transportnykh i vyrobnychykh system: monohrafiia. Kropyvnytskyi: Vydavets Lysenko V.F., 2020. 428 s.
- Myhal V.D. Intelektualni systemy v tekhnichnii eksploatacii avtomobiliv: monohrafiia. Kharkiv: Maidan, 2018. 262 s.
- Pidhomyi M.V., Boiko V.V. Zastosuvannia informatsiinoi tekhnolohii v systemnykh doslidzhenniakh protsesiv upravlinnia bezpechnym rukhom avtotransportnykh zasobiv. *Novitni shliakhy stvorennia, eksploatacii, remontu i servisu avtomobiliv*. Mykolaiv: MIPRO, 2018. S. 50–54.
- Boiko V.V., Pidhomyi M.V. Informatsiina tekhnolohiia systemnykh doslidzhen protsesiv keruvannia bezpechnym rukhom transportnykh zasobiv. *Systemy upravlinnia, navihatsii ta zviazku: zbirnyk nauk. prats.* Poltava: PNTU, 2023. T. 1 (71). S. 73–77.
- Fanca A., Puscasiu A., Folea S., Vălean H. Trauma accident detecting and reporting system. *In Proceedings of the 2018 IEEE International Conference on Automation, Quality and Testing, Robotics (AQTR)*. 24–26 May 2018. Cluj-Napoca, Romania. 2018. P. 1–5.
- Zualkernan I.A., Aloul F., Basheer F., Khera G. Intelligent accident detection classification using mobile phones. *In Proceedings of the 2018 International Conference on Information Networking (ICOIN)*. 10–12 January 2018. Chiang Mai, Thailand. 2018. P. 504–509.
- Khan A., Bibi F., Dilshad M., Ahmed S. Accident detection and smart rescue system using Android smartphone with real-time location tracking. *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.* 2018. Vol. 9, No. 29. P. 341–355.
- Griffin R.L., Carroll S., Jansen J.O. Automatic collision notification availability and emergency response times following vehicle collision—an analysis of the 2017 crash investigation sampling system. *Traffic Inj. Prev.* 2020. Vol. 21, No. 32. P. 135–S139.
- Abboud K., Omar H.A., Zhuang W. Interworking of DSRC and cellular network technologies for V2X communications. *IEEE Trans. Veh. Technol.* 2016. Vol. 65, No. 12. P. 9457–9470.
- Firooznia A., J. Ploeg J., Wouw N., Zwart. Co-design of controller and communication topology for vehicular platooning. *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.* 2017. Vol. 18, No. 10. P. 2728–2739.
- Vinel L., Lyamin L., Lyamin N. Vehicle-to-vehicle communication in C-ACC/platooning scenarios. *IEEE Commun. Mag.* 2015. Vol. 53, No. 8. P. 192–197.
- Kuehlmorgen S., Schmager P., Festag A., Fettweis G. Simulationbased evaluation of ETSI ITS-

- G5 and cellular-VCS in a real-world road traffic scenario. *Proc. IEEE 88th Veh. Technol. Conf. (VTC-Fall)*. 2018. Vol. 29, No. 8. P. 1–6.
27. Balasubramanian V., Otoum S., Aloqaily M., Jararweh Y. Low-latency vehicular edge: A vehicular infrastructure model for 5G. *Simul. Model. Pract. Theory*, 2020. Vol. 98, No. 7. P. 119–132.
 28. Gilly K., Filiposka S., Alcaraz S. Predictive migration performance in vehicular edge computing environments. *Appl. Sci.* 2021. Vol. 11, No. 3. P. 944.
 29. Samani A., Sabyasachee M., Kakan D. Assessing the effect of long-automated driving operation, repeated take-over requests, and drivers' characteristics on commercial motor vehicle drivers' driving behavior and reaction time in highly automated vehicles. In *Transportation Research Part F: Psychology and Behaviour*. 2022. Vol. 84, No. 8. P. 239–261.

Смолін Юрій Олександрович, к.т.н., доцент, професор кафедри комп'ютерних та радіоелектронних систем контролю та діагностики, тел. +38(067)458-37-35, uas8735@gmail.com, ORCID: <http://orcid.org/000-0002-6804-9906>
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», 61002, Україна, м. Харків, вул. Кирпичова, 2.

Information and telecommunication system for traffic control and automatic notification of vehicle drivers

Abstract. Problem. The solution of creating a technical system of driver assistance and notification of vehicle drivers is considered. It is shown that existing automated and automatic traffic safety systems do not take into account the relief features of the route, which prevent the correct operation of the systems installed on vehicles. **Goal.** The purpose of this work is to develop an autonomous information and telecommunication system that provides the possibility of guaranteed overtaking by a vehicle of the preceding flow and increases traffic safety by notifying the driver about the possibility/impossibility of performing an overtaking maneuver. **Methodology.** The solution to this problem can be a system of analysis of the road situation, which is permanently installed on a particularly dangerous section of the road in order to provide the driver with information

about the possibility of performing an overtaking maneuver. The proposed method of ensuring the possibility of guaranteed overtaking by a vehicle of the preceding flow and its technical implementation consists in a special geometric arrangement of sensors. Taking into account the geometric arrangement of the sensors, the value of the coefficient of departure or non-departure of the vehicle into the oncoming lane is calculated. Based on these data, each vehicle is identified. **Results.** A variant of the organization of the information and telecommunications system has been developed. Structural diagrams of the sensor subsystem and their location have been presented. A method for determining the coefficients of the vehicle's departure or non-departure into the oncoming lane has been proposed. An algorithm has been developed to ensure information interaction of the main nodes of the system. **Originality.** A distinctive feature of the proposed system is the autonomy of its functioning from the vehicle, achieved by the absence of the need to install additional mechanisms and devices that operate on the principle of reading directly on the vehicle. **Practical value.** The system should be practical and expedient when used in areas with limited visibility on roads with relief features of the route.

Driver of the possibility/impossibility of performing an overtaking maneuver. A distinctive feature of the proposed system is the autonomy of its functioning, that is, without installing additional devices directly on the vehicle. A structural diagram of the sensor subsystem is presented, which provides information on the parameters of movement and the location of vehicles. A method for ensuring the possibility of guaranteed overtaking by a vehicle of the

Key words: vehicle, warning system, traffic situation, overtaking maneuver, sensor, identification system, computer.

Smolin Yuriy O., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Computer and Radioelectronic Control and Diagnostic Systems, tel. +38(067)458-37-35, uas8735@gmail.com, ORCID: <http://orcid.org/000-0002-6804-9906>
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute" 61002, Ukraine, Kharkiv, Kyrpychova St., 2.