

ВІДГУК

Кисельова Володимира Борисовича

офіційного опонента, доктора технічних наук, професора,
директора Навчально-наукового інституту муніципального управління
та міського господарства

Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського

на дисертаційну роботу

Клочана Арсена Євгенійовича

на тему «Поляриметричний метод позиціонування та моніторингу
на автомобільному транспорті»,

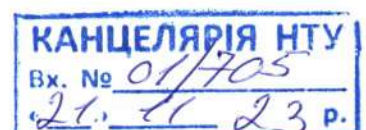
поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії у галузі знань
27 «Транспорт» за спеціальністю 275 «Транспортні технології (за видами)»

Дисертаційна робота виконана у Національному транспортному університеті Міністерства освіти і науки України. Дисертація викладена українською мовою на 160 сторінках основного тексту та складається з анотації, переліку умовних позначень, вступу, чотирьох розділів, висновку, списку використаних джерел із 112 найменувань та трьох додатків.

Актуальність теми дисертаційної роботи

Автоматизація процесів попередження та запобігання виникнення дорожньо-транспортних пригод є одним з головних аспектів розвитку автотранспортної галузі в напрямку підвищення безпеки дорожнього руху. Незважаючи на підвищення надійності автомобілів, удосконалення дорожньо-транспортної мережі, автоматизації процесу керування автомобілем, впровадження на автомобілях систем підтримки прийняття рішення та проведення інших заходів – аварійність на автомобільному транспорті є найвищою, порівняно з іншими видами транспорту.

Одним з напрямків підвищення безпеки дорожнього руху є визначення взаємного позиційного та орієнтаційного положення автотранспортних засобів, а також моніторинг відносних параметрів їх руху. Оскільки, існуючі підходи, методи та засоби позиціонування та моніторингу не забезпечують одночасне визначення відносного позиційного та орієнтаційного положення автотранспортних засобів і відносних параметрів їх руху, то розробка та застосування поляриметричного методу позиціонування, який дозволяє визначити, не лише, відносне позиційне, але й



взаємне орієнтаційне положення автотранспортних засобів є актуальною науковою задачею.

Загалом, актуальність дослідження шляхів підвищення безпеки дорожнього руху на автомобільному транспорт та розгляду питання дослідження місця позиціонування та моніторингу у підвищенні безпеки дорожнього руху обґрунтовується необхідністю вирішення проблеми визначення відносного просторового положення учасників дорожнього руху та відносних параметрів їх руху з метою попередження виникнення ситуації просторово-часового перетину траєкторій їх руху та надання відповідних рекомендацій щодо уникнення таких ситуацій.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційна робота виконана відповідно до «Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року», яка була схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України № 430-р від 30 травня 2018 року, планами науково-дослідних робіт НТУ в рамках наукової теми кафедри «Інформаційно-аналітична діяльність та фізико-математичні методи інформаційної безпеки на транспорті» (№ держреєстрації 0122U114614), «Методи та інформаційні технології оптимізації процесів транспортно-логістичного управління доставкою вантажів в інтелектуальних транспортних системах» (№ держреєстрації 0122U000966), проекту Національного фонду досліджень України за напрямом «Наука для відбудови України в воєнний та повоєнний період» на тему «Розробка моделі навантаження за фактичними параметрами великовагового рухомого складу для визначення вантажно-пропускної здатності автодорожніх мостів при їх відновленні та експлуатації у воєнний і повоєнний стан» (Реєстраційний номер заявки 2022.01/0142).

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертаційній роботі

Проведений аналіз інформаційних джерел та наукових робіт, наукові положення, практичні рекомендації та висновки є обґрунтованими і достовірними. Адекватність запропонованих поляриметричних моделей визначення лінійних, кутових та лінійно-кутових параметрів відносного положення автотранспортних засобів на вулично-дорожній мережі підтверджується збіжністю теоретичних положень та результатів математичного моделювання процесу розповсюдження лінійно поляризованого променя після його падіння на діелектричну пластину. Обґрунтованість та достовірність наукових результатів також

підтверджується використанням відомих методів математичного моделювання, оптимізації, теорії ймовірності та математичної статистики.

Сформульовані в дисертаційній роботі висновки є повними, а рекомендації щодо використання результатів дисертації у достатній мірі висвітлюють теоретичний та практичний характер роботи.

Результати математичного моделювання та теоретичних досліджень в достатній мірі відображені в опублікованих автором наукових працях у національних та міжнародних наукових фахових виданнях.

Усі висновки та практичні рекомендації в достатній мірі обґрунтовані теоретичними та практичними дослідженнями, які були проведені на високому методичному та науковому рівнях.

Методичний та науковий рівень оформлення і рубрикації дисертації повністю відповідають сучасним вимогам до дисертаційних робіт на здобуття наукового ступеня PhD. Назва дисертації адекватно відображає її зміст.

Наукова новизна дослідження полягає в вирішенні науково-практичного завдання, яке пов'язане з підвищенням ефективності позиціонування та моніторингу на автомобільному транспорті за рахунок визначення відносного позиційного та орієнтаційного положення автотransпортних засобів з використанням розробленого поляриметричного методу позиціонування та моніторингу автотransпортних засобів.

Наукова новизна отриманих результатів, насамперед, полягає в тому, що вперше запропоновано поляриметричний метод позиціонування на автомобільному транспорті, який на відміну від більшості існуючих дозволяє визначити, не лише, відносне позиційне, але й взаємне орієнтаційне положення автотransпортних засобів.

Наукова новизна, також, полягає у вдосконаленні поляриметричного методу визначення напрямку на джерело лінійно-поляризованого випромінювання шляхом використанням модулятора в блоці випромінювання, що дозволило скоротити кількість каналів вимірювання та зменшити похибку вимірювання спричинену впливом середовища розповсюдження, а також в вдосконаленні способу оцінки достовірності інформації систем паралельного інформаційного резервування шляхом дослідження чотирьох-параметричного графу станів системи визначення контрольованого параметру, що дозволило визначити ймовірності коректного визначення наявності та відсутності контрольованої події.

До наукової новизни, також можна віднести те, що в дисертаційній роботі набула подальшого розвитку система критеріїв та показників оцінки

ефективності позиціонування та моніторингу на автомобільному транспорті, шляхом розгляду схеми управління досліджуваним параметром, на основі якої показано, що ефективність позиціонування та моніторингу залежить від ефективності системи управління рухом транспортного засобу.

Практичне значення й впровадження результатів дослідження

Практичне значення роботи полягає в розробці поляриметричного методу визначення позиційних та орієнтаційних параметрів відносного положення автотransпортних засобів, а також у вдосконаленні способів оцінки достовірності інформації систем паралельного інформаційного резервування, що дозволяє визначити ймовірності коректного визначення наявності та відсутності контрольованої події.

Основні науково-практичні результати дисертаційної роботи впроваджено у навчальний процес кафедри інформаційно-аналітичної діяльності та інформаційної безпеки Національного транспортного університету (м. Київ), одержано патент на корисну модель та свідоцтво про реєстрацію авторського права на комп'ютерну програму.

Результати дисертаційної роботи щодо способу визначення відхилення положення транспортного засобу від оптимальної траєкторії руху були впроваджені у науково-дослідну діяльність Науково-методологічного центру процесного аналізу. Результати дисертаційної роботи щодо критеріїв та показників оцінки ефективності моніторингу ДТП з метою прогнозування та попередження їх виникнення були впроваджені у науково-дослідну роботу Центру безпеки дорожнього руху ДП «ДерждорНДІ».

Оцінка змісту дисертації

Структура дисертаційної роботи визначена завданнями дослідження і містить в собі анотацію, вступ, чотири розділи, висновок, список використаних джерел та додатки. Загальний обсяг дисертаційної роботи становить 213 сторінок.

У *вступі* обґрунтовано актуальність обраної теми дисертаційної роботи, показаний її зв'язок з науковими програмами, планами та темами, сформульовані мета та завдання дисертаційного дослідження, визначені об'єкт, предмет, гіпотеза та методи дослідження, викладена наукова новизна та практичне значення отриманих результатів. У *вступі*, також, розкритий особистий внесок автора, публікації та апробація результатів досліджень, структура та загальний обсяг дисертаційної роботи.

Перший розділ присвячено аналізу методів та засобів підвищення безпеки дорожнього руху на автомобільному транспорті.

На основі статистичного аналізу безпеки руху на автомобільному транспорті та на підставі запропонованої схеми дорожньо-транспортної системи визначені основні напрямки підвищення безпеки руху на автомобільному транспорті, основними з яких є підвищення безпеки доріг та дорожньої інфраструктури, підвищення безпеки автотранспортних засобів та зменшення психіко-фізіологічного навантаження на водія. Крім того, на основі статистичного аналізу безпеки руху на автомобільному транспорті показано, що однією з основних передумов до виникнення дорожньо-транспортних пригод є помилки у визначенні відносного просторового положення автотранспортних засобів та параметрів їх відносного руху.

Під час аналізу існуючих систем та підходів щодо позиціонування та моніторингу на автомобільному транспорті розглянуті основні поняття позиціонування та моніторингу, методи визначення відносного положення автотранспортних засобів в просторі, а також типи інформаційних систем моніторингу. За результатами проведеного аналізу показано, що більшість існуючих систем позиціонування та моніторингу не забезпечують одночасне визначення відносного позиційного та орієнтаційного положення автотранспортних засобів в просторі та відносних параметрів їх руху.

У *другому* розділі викладені фізичні основи застосування поляриметричного методу вимірювання для позиціонування автотранспортних засобів.

На основі результатів дослідження питання розподілу інтенсивності лінійно поляризованого променя після його падіння на ізотропну діелектричну пластину показано, що для переважної кількості кутів падіння вищу інтенсивність має двічізаломлений промінь. А на основі результатів дослідження зв'язку між азимутами площини поляризації падаючого та двічізаломленого променів показано, що азимут площини поляризації двічізаломленого променя залежить від азимуту площини поляризації падаючого променя, його просторового кута падіння та показника заломлення матеріалу діелектричної пластини. При цьому, чутливість вимірювання азимуту площини поляризації двічізаломленого променя зростає зі зростанням кута падіння і азимуту площини поляризації падаючого променя та зі зростанням показника заломлення матеріалу діелектричної пластини.

Для забезпечення визначення відносного положення автотранспортних засобів в просторі з використанням поляриметричних методів вимірювання, запропоновано поляриметричний метод визначення напрямку на джерело лінійно поляризованого випромінювання та алгоритм проведення вимірювань.

В результаті розгляду питання впливу середовища розповсюдження на характеристики лінійно поляризованого променя показано, що для зменшення поглинання та розсіювання випромінювання, а також зміни поляризаційних властивостей випромінювання необхідно проводити підбір довжини хвилі випромінювання з урахуванням фізико-хімічного складу середовища розповсюдження та запропоноване використання Nd:YAG – лазеру з довжиною хвилі 1,064 мкм.

Третій розділ присвячено розробці поляриметричних моделей визначення параметрів відносного положення автотранспортних засобів на вулично-дорожній мережі.

Запропоновані поляриметричні моделі визначення лінійних, кутових, лінійно-кутових параметрів відносного положення. Для кожної з запропонованих поляриметричних моделей запропонований пристрій вимірювання, який її реалізує. Для запропонованих пристроїв вимірювання побудована блок-схема каналу вимірювання та визначені формули перерахунку виміряних параметрів в лінійно-кутові параметри відносного положення автотранспортних засобів. При цьому, було показано, що запропоновані моделі дозволяють визначати відносне положення автотранспортних засобів, як матеріальних точок, та відносне положення їх зв'язаних систем координат, що, в свою чергу, визначає відносне просторове положення автотранспортних засобів.

У *четвертому* розділі представлені прикладні аспекти реалізації результатів наукових досліджень.

Запропоновані методи та засоби підвищення ефективності позиціонування та моніторингу на автомобільному транспорті. Ефективності позиціонування та моніторингу на автомобільному транспорті розглядаються з точки зору ефективності цілеспрямованого процесу функціонування системи позиціонування та моніторингу. Запропоновані наступні основні критерії оцінки ефективності позиціонування та моніторингу на автомобільному транспорті: точність витримування параметрів відносного положення в допустимих межах, достовірність інформації про відносне положення та вихід його параметрів за допустимі межі, своєчасність формування попереджувальних сигналів та сигналів доуправління. Для кожного з запропонованих критеріїв визначені відповідні показники ефективності.

Для підвищення достовірності інформації запропоноване застосування системи паралельного інформаційного резервування та досліджені її характеристики, з метою підвищення ймовірності коректного визначення наявності та відсутності контрольованої події.

Приведена розроблена інтелектуальна система управління автотранспортним засобом щодо попередження виникнення дорожньо-транспортної пригоди, яка є загальним результатом наукових досліджень.

Додатки містять матеріали щодо патенту на корисну модель, свідоцтва про реєстрацію авторського права на комп'ютерну програму, впровадження результатів дисертаційної роботи у навчальний процес та виробництво, а також наведений перелік публікацій здобувача за темою дисертаційної роботи.

Повнота викладу основних результатів в опублікованих працях

Основні результати за темою дисертаційної роботи опубліковано у 23 наукових працях, з них: 1 розділ монографії, 5 статей у наукових фахових виданнях, у тому числі 1 – у науковому виданні, що входить в науково-метричну базу Scopus, 2 – у закордонному науковому періодичному виданні, 15 праць апробаційного характеру, з яких 2 у виданнях, цитованих у науково-метричній базі Scopus, 1 патент на корисну модель, 1 свідоцтво про реєстрацію авторського права на комп'ютерну програму.

Зміст опублікованих праць відповідає вимогам Міністерства освіти і науки України. Основні положення дисертаційної роботи обговорено на міжнародних та національних наукових конференціях, за підсумками якого було опубліковано тези доповідей. Зміст опублікованих праць в повній мірі розкриває суть результатів проведеного дослідження. Якість, кількість і обсяг наукових праць відповідають рівню дисертаційних робіт, а їх зміст та тематична спрямованість відповідають спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами)».

Відповідність дисертації встановленим вимогам

Дисертаційну роботу оформлено відповідно до вимог, встановлених МОН України. Роботу виконано у науковому стилі, її зміст викладено з дотриманням чіткої логічної послідовності. Основні результати дисертаційної роботи чітко сформульовано та представлено у графічному матеріалі та висновках. У роботі достатньо повно викладено основні наукові здобутки, пропозиції та висновки автора.

Дискусійні положення та зауваження

Оцінюючи позитивно дисертаційну роботу Клочана А.Є., яка виконана на достатньо високому науковому рівні, слід висловити деякі зауваження, що здебільшого відносяться до дискусійних питань та побажань:

1. Зі змісту дисертаційної роботи не до кінця зрозуміло на зменшення яких видів ДТП спрямовані наукові дослідження. Потребує уточнення чи забезпечує впровадження запропонованої в роботі інтелектуальної системи управління автотранспортним засобом зменшення таких видів ДТП як наїзд на пішохода, наїзд на перешкоду, тощо.

2. Зі змісту дисертаційної роботи не до кінця зрозуміло, моніторинг яких параметрів або показників відносного положення чи відносних параметрів руху автотранспортних засобів здійснює запропонована інтелектуальна система управління автотранспортним засобом щодо попередження виникнення дорожньо-транспортної пригоди.

3. В дисертації переважна кількість номерів формул позначають групу формул. Доцільно кожній формулі присвоювати власний номер.

4. Приведені в дисертаційній роботі графіки, в переважній більшості, містять велику кількість ліній, що ускладнює їх розуміння. Наприклад графіки приведені на рисунках 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.8, 2.13, 4.6, 4.7, 4.8, тощо.

5. Приведена на рисунку 2.15 блок-схема алгоритму проведення вимірювання побудована без використання стандартизованих блоків та не в повній мірі відображає наведені після неї кроки алгоритму проведення вимірювання.

6. В роботі запропонована вдосконалена поляриметрична модель визначення лінійно-кутових параметрів відносного положення автотранспортних засобів на вулично-дорожній мережі, яка дозволяє скоротити на 20% кількість каналів вимірювання, але яка передбачає збільшення кількості каналів випромінювання. При цьому, в роботі відсутнє обґрунтування необхідності проведення такого вдосконалення.

7. Зі змісту дисертаційної роботи не до кінця зрозуміло кому належить авторство приведеного в роботі чотирьох-параметричного графу станів системи визначення контрольованого параметру.

8. В дисертаційній роботі мають місце незначні технічні, орфографічні, стилістичні помилки та недоліки в оформленні. Зокрема в четвертому розділі приводиться формула 3.13 та двічі використовується номер формули 4.1, тощо.

В цілому, наведені зауваження не знижують загального позитивного враження від дисертаційної роботи.

Загальні висновки

Дисертаційна робота Клочана Арсена Євгенійовича на тему «Поляриметричний метод позиціонування та моніторингу на автомобільному

транспорті» є цілісною, завершеною, самостійно виконаною науковою працею, яка має наукову новизну, практичне значення, вирішує важливе науково-практичне завдання підвищення ефективності позиціонування та моніторингу на автомобільному транспорті з метою підвищення безпеки руху, шляхом розробки поляриметричного методу позиціонування та моніторингу автотранспортних засобів, який на відміну від більшості існуючих дозволяє визначати їх не лише позиційне, але й орієнтаційне положення.

Представлена дисертаційна робота за змістом та якістю теоретичних і прикладних розробок відповідає рівню дисертації на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 275 «Транспортні технології (за видами)».

Зважаючи на актуальність вирішених в дисертаційній роботі завдань, отриманих наукових висновків, теоретично обґрунтованих принципових наукових положень, використаних сучасних методів наукових досліджень, можна стверджувати, що дисертаційна робота відповідає вимогам щодо оформлення дисертаційних робіт згідно Наказу Міністерства освіти і науки України №40 від 12.01.2017 року.

Дисертаційна робота, а також представлені до розгляду публікації, задовольняють вимогам п. 6-9 Постанови Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. №44 «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії».

Вважаю, що здобувач, Клочан Арсен Євгенійович, заслуговує присвоєння ступеня доктора філософії у галузі знань 27 «Транспорт» за спеціальністю 275 «Транспортні технології (за видами)».

Офіційний опонент

Директор навчально-наукового
інституту муніципального управління
та міського господарства Таврійського
національного університету
імені В.І. Вернадського,
доктор технічних наук, професор



Володимир КИСЕЛЬОВ

