

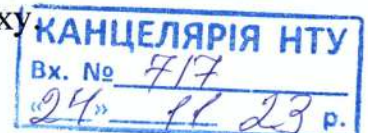
## **ВІДГУК**

**офіційного опонента д.т.н., професора,  
професора кафедри транспортних систем і логістики Харківського  
національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова,  
ДАВІДЧА ЮРІЯ ОЛЕКСАНДРОВИЧА  
на дисертаційну роботу  
КЛОЧАНА АРСЕНА ЄВГЕНІЙОВИЧА  
на тему «Поляриметричний метод позиціонування та моніторингу на  
автомобільному транспорті»,  
поданої на здобуття ступеня доктора філософії у галузі знань 27  
«Транспорт» за спеціальністю 275 «Транспортні технології (за видами)»,  
спеціалізація 275.03 «Транспортні технології на автомобільному  
транспорті»**

### **Актуальність теми дисертаційної роботи**

Робота пов'язана з вирішенням важливого науково-практичного завдання підвищення ефективності позиціонування та моніторингу на автомобільному транспорті з метою підвищення безпеки дорожнього руху, шляхом розробки поляриметричного методу позиціонування та моніторингу автотранспортних засобів, який на відміну від більшості існуючих, дозволяє визначити не лише позиційне, а й орієнтаційне положення.

Відомо, що одними з основних причин виникнення дорожньо-транспортних пригод на автомобільному транспорті є порушення правил маневрування, перевищення безпечної швидкості руху, а також недотримання безпечної дистанції та інтервалів руху автотранспортних засобів. Основними передумовами до виникнення зазначених причин виникнення дорожньо-транспортних пригод є неправильне визначення взаємного просторового положення автотранспортних засобів один відносно одного та відносно елементів дорожньо-транспортної інфраструктури, а також неврахування параметрів їх відносного руху. Також відомо, що основними видами дорожньо-транспортних пригод, які характеризуються найбільшою аварійністю, є попутне та бокове зіткнення. Основною причиною до виникнення зазначених видів дорожньо-транспортних пригод є просторово-часовий перетин траєкторій руху автотранспортних засобів, зумовлений недостатньою точністю визначення взаємного просторового положення автотранспортних засобів та параметрів їх взаємного руху.



В зв'язку з цим одним з сучасних напрямків підвищення безпеки дорожнього руху на автомобільному транспорті є розробка, створення та впровадження автоматизованих систем попередження та уникнення зіткнень. Розробка зазначених систем передбачає розробку нових або вдосконалення існуючих підходів до визначення в режимі реального часу відносного просторового положення автотранспортних засобів та параметрів їх відносного руху, а також моніторинг часу їх руху та відстані до точки потенційного перетину траєкторій їх руху.

Відомо, що існуючі методи та засоби позиціонування та моніторингу на автомобільному транспорті 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.

Дослідження спрямоване на вирішення важливої задачі 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. Таким чином, тема дисертаційного дослідження Ключана Арсена Євгенійовича актуальна і має важливе науково-практичне значення.

### **Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами**

Дисертаційна робота виконана у відповідності до «Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року», яка була схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України № 430-р від 30 травня 2018 року.

Дисертаційна робота виконана згідно плану науково-дослідних робіт НТУ за темами:

- «Інформаційно-аналітична діяльність та фізико-математичні методи інформаційної безпеки на транспорті» (державна реєстрація № 0122U114614);

- «Методи та інформаційні технології оптимізації процесів транспортно-логістичного управління доставкою вантажів в інтелектуальних транспортних системах» (державна реєстрація № 0122U000966).

Дисертаційна робота виконана у відповідності до проєкту 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).

### **Обґрунтованість та достовірність наукових результатів, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертаційній роботі**

Сформульовані в дисертаційній роботі наукові положення, висновки та рекомендації є науково обґрунтованими і підтверджуються отриманими результатами з використанням сучасних методів математичного моделювання, а введені припущення – узгоджуються з результатами математичного моделювання, та з дослідженнями інших авторів.

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

### **Основні положення, які визначають наукову новизну дисертаційної роботи полягають у наступному:**

- запропоновано поляриметричний метод позиціонування на автомобільному транспорті, який на відміну від більшості існуючих дозволяє визначити, не лише, відносно позиційне, але й взаємне орієнтаційне положення автотранспортних засобів;

- удосконалено поляриметричний метод визначення напрямку на джерело лінійно поляризованого випромінювання шляхом використання модулятора в блоці випромінювання, що дозволяє скоротити кількість каналів вимірювання та зменшити відносну похибку вимірювання азимуту на авто транспортних засобах з блоком випромінювання в горизонтальній та вертикальній площинах, спричинену середовищем розповсюдження.

- удосконалено способи оцінки достовірності інформації систем паралельного інформаційного резервування шляхом дослідження чотирьох-параметричного графу станів системи визначення контрольованого параметру, що дозволяє визначити ймовірності коректного визначення наявності та відсутності контрольованої події;

- розвинута 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.

### **Значення отриманих результатів для теорії та практики**

В представленій дисертаційній роботі отримані наступні теоретичні та практичні результати:

- визначені основні причини та передумови виникнення дорожньо-транспортних пригод;
- обґрунтовано можливість застосування поляриметричних методів вимірювання для позиціонування автотransпортних засобів;
- розроблено поляриметричний спосіб визначення напрямку на джерело лінійно-поляризованого випромінювання і систему, що його реалізує;
- розроблено поляриметричну модель визначення лінійних параметрів відносного положення автотransпортних засобів на вулично-дорожній мережі;
- розроблено поляриметричну модель визначення кутових параметрів відносного положення автотransпортних засобів на вулично-дорожній мережі;
- розроблено поляриметричну модель визначення лінійно-кутових параметрів відносного положення автотransпортних засобів на вулично-дорожній мережі;
- визначено поняття ефективності позиціонування та моніторингу на автомобільному транспорті, а також якісні та кількісні критерії та показники для її оцінки;
- вдосконалено способи оцінки достовірності інформації в системах паралельного інформаційного резервування;
- запропоновано інтелектуальну систему управління автотransпортним засобом щодо попередження виникнення дорожньо-транспортної пригоди.

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.

Представлені 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.

Представлені 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».

### **Повнота викладу наукових положень та отриманих результатів в опублікованих працях**

Матеріали роботи, що подані до захисту, отримано здобувачем самостійно. Основні результати за темою дисертаційної роботи опубліковано у 23 наукових працях, з них: 1 розділ монографії, 5 статей, 15 робіт апробаційного характеру, 1 патент на корисну модель, 1 свідоцтво про реєстрацію авторського права на комп'ютерну програму. П'ять публікацій результатів досліджень виконано одноосібно, з них 1 стаття в науковому фаховому виданні України та чотири роботи апробаційного характеру.

### **Структура та обсяг дисертації**

Робота складається з вступу, чотирьох розділів, висновку, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертації становить 213 сторінок і включає: 160 сторінок основного тексту, 56 рисунків, список використаних джерел на 16 сторінках, який містить 112 найменувань та трьох додатків на 10 сторінках.

У **вступі** обґрунтовано актуальність роботи, показаний зв'язок роботи з науковими програмами, планами та темами, сформульовано мету, задачі, об'єкт, предмет та гіпотезу дослідження, викладено методи дослідження, наукову новизну та практичне значення, а також приведена інформація про публікації та апробацію основних результатів наукового дослідження.

В **першому розділі** проведено аналіз методів та засобів підвищення безпеки дорожнього руху. На основі статистичного аналізу безпеки дорожнього руху на автомобільному транспорті за останні роки показано, що автомобільний транспорт характеризується найвищим рівнем аварійності

серед всіх видів транспорту. При цьому, основними видами дорожньо-транспортних пригод є попутне та бокове зіткнення, а основними причинами дорожньо-транспортних пригод – недотримання безпечної дистанції та інтервалів руху, порушення правил маневрування та перевищення безпечної швидкості руху. Також на підставі запропонованої схеми дорожньо-транспортної системи визначені напрямки підвищення безпеки дорожнього руху на автомобільному транспорті, основним з яких є розробка та застосування автоматизованої системи попередження про можливість зіткнення та автоматичної системи уникнення зіткнень. Окрім того, в першому розділі на основі аналізу існуючих систем та підходів щодо позиціонування та моніторингу на автомобільному транспорті показано, що переважна 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** представлено фізичні основи застосування поляриметричного методу вимірювання для позиціонування автотранспортних засобів. Зокрема, визначені параметри роботи поляриметричного каналу вимірювання просторового кута падіння лінійно поляризованого випромінювання на діелектричну плоскопаралельну ізотропну пластину та його азимуту площини поляризації. Окрім цього, запропоновано поляриметричний метод напрямку на джерело лінійно поляризованого випромінювання, систему вимірювання, що його реалізує та алгоритм проведення вимірювань. Також, в другому розділі, у результаті дослідження впливу повітряного середовища розповсюдження на характеристики лінійно поляризованого променя було 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.

У **третьому розділі** запропоновано поляриметричні моделі визначення параметрів відносного положення автотранспортних засобів на вулично-дорожній мережі. Зокрема запропоновано поляриметричну модель визначення лінійних, кутових та лінійно-кутових параметрів відносного положення автотранспортних засобів на вулично-дорожній мережі. Для кожної з запропонованих поляриметричних моделей запропоновано пристрій

вимірювання, побудована блок-схема каналу вимірювання та визначені формули перерахунку вимірних параметрів падаючого випромінювання в лінійно-кутові параметри відносного положення автотранспортних засобів. При цьому, було показано, що запропоновані моделі дозволяють визначати відносно позиційне та орієнтаційне положення автотранспортних засобів, що в свою чергу, визначає їх відносно просторове положення.

У четвертому розділі наведено прикладні аспекти реалізації результатів наукових досліджень. Зокрема запропонований поляриметричний метод позиціонування та моніторингу автотранспортних засобів, який дозволяє сформувати точку потенційного просторово-часового перетину траєкторій руху автотранспортних засобів. В роботі, також, запропоновані орієнтаційні сигнали доуправління для уникнення та попередження виникнення дорожньо-транспортної пригоди. Окрім того, в четвертому розділі визначене поняття ефективності позиціонування та моніторингу на автомобільному транспорті, а також критерії та показники для її оцінки. При цьому, в якості основних критеріїв оцінки ефективності позиціонування та моніторингу на автомобільному транспорті запропоновано точність витримування параметрів відносного положення автотранспортних засобів в допустимих межах, достовірність інформації про відносно положення автотранспортних засобів, своєчасність формування попереджувальних сигналів та сигналів доуправління. Для кожного з запропонованих критеріїв визначені відповідні показники ефективності. Також в четвертому розділі запропоноване застосування системи паралельного інформаційного резервування для забезпечення підвищення достовірності інформації в системах позиціонування та моніторингу на автомобільному транспорті, також досліджені її характеристики, з метою підвищення ймовірності коректного визначення наявності та відсутності контрольованої події. Загальним результатом наукових досліджень є розробка інтелектуальної системи управління автотранспортним засобом щодо попередження виникнення дорожньо-транспортної пригоди, загальна блок схема якої приведена в четвертому розділі.

**Висновки** результатів дисертаційного дослідження сформульовані послідовно. Висновки відповідають структурі дослідження, містять основні його результати та відображають реалізацію мети і завдання дослідження.

**Відповідність дисертації встановленим вимогам**

Дисертаційна робота виконана в науковому стилі, має логічну структуру та в повній мірі відповідає вимогам до дисертаційних робіт на здобуття наукового ступеня PhD, встановлених Міністерством освіти і науки України. Основні результати дисертаційної роботи чітко сформульовано та представлено у графічному матеріалі та висновках. Дисертаційна робота Клочана Арсена Євгенійовича є завершеною науковою роботою і повно відображає основні наукові здобутки, пропозиції та рекомендації автора.

### **Дискусійні положення та зауваження до дисертаційної роботи**

Оцінюючи позитивно зміст представленої до захисту дисертаційної роботи Клочана А. Є., обґрунтованість висновків та рекомендацій є потреба звернути увагу на дискусійні, на мій погляд, наукові положення дисертаційної роботи, які можуть стати предметом дискусії під час захисту, а саме:

1. В повному обсязі не обґрунтована можливість застосування запропонованої в роботі інтелектуальної системи управління автотранспортними засобами для попередження виникнення дорожньо-транспортних пригод для потоків з високою інтенсивністю, зокрема в умовах заторів.

2. Підрозділ 2.2. містить велику кількість формул, процес отримання яких не завжди пояснений, зокрема формули 2.5, 2.8, 2.9 та інші.

3. Відсутній аналіз переваг, недоліків та сфери застосування кутомірної та кутомірно-далекомірної поляриметричної моделі визначення лінійних параметрів відносного положення автотранспортних засобів на вулично-дорожній мережі.

4. Запропонована та вдосконалені поляриметричні моделі визначення лінійно-кутових параметрів відносного положення автотранспортних засобів враховують три відносні кутові та лінійні степені руху, хоча для автотранспортних засобів притаманні лише три відносних степені руху: два лінійних та один кутовий.

5. Відсутні розрахунки мінімальної та максимальної дальності дії запропонованої інтелектуальної системи управління автотранспортним засобом в аспекті визначення відносного просторового положення автотранспортних засобів.

6. Не представлена шкала для якісної оцінки значення запропонованих показників ефективності позиціонування та моніторингу на автомобільному транспорті.



7. Мають місце незначні технічні, орфографічні, стилістичні помилки та недоліки в оформленні. Зокрема в четвертому розділі двічі використовується номер формули 4.2, тощо.

Наведені зауваження по роботі, в цілому, носять рекомендаційний характер, не знижують загального позитивного враження від дисертаційної роботи та не ставлять під сумнів вихідні наукові результати дослідження, які мають апробацію та провадження.

### **Висновки**

1. На підставі викладеного вважаю, що дисертаційна робота Ключана Арсена Євгенійовича на тема «Поляриметричний метод позиціонування та моніторингу на автомобільному транспорті» є самостійно виконаною, завершеною науково працею, в якій отримані нові науково обґрунтовані результати, що в сукупності вирішують конкретне 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.

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

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

4. 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», а її автор, Ключан Арсен Євгенійович, заслуговує присвоєння наукового ступеня доктора

філософії у галузі знань 27 «Транспорт» за спеціальністю 275 «Транспортні технології (за видами)».

**Офіційний опонент**

професор кафедри транспортних систем і логістики Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова, доктор технічних наук, професор



**Юрій ДАВІДЧ**

20. Давидчук  
наг. 