

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу
Інкарбаєвої Ольги Сергіївни
на тему «Оптимізація методу оброблення сигналів у радіотехнічних системах
картографування місцевості з борта вертольоту»,
представлену на здобуття ступеня доктора філософії
в галузі знань 17 Електроніка та телекомунікації, спеціальність
за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка

Актуальність теми дисертації.

Вертольоти є незамінними засобами у багатьох сферах діяльності і виконують широкий спектр як цивільних так і військових завдань. Вони знаходять широке застосування в ході відсічі широкомасштабної агресії рф. Одним з найважчих та небезпечних етапів їх експлуатації є посадка на непідготовлені поверхні. Посадка вертольота пов'язана з підвищеним ризиком, особливо в умовах обмеженої видимості. Статистика авіаційних пригод свідчить, що значна частка аварій відбувається саме під час посадки. Це вказує на важливість розробки та впровадження надійних систем безпечної посадки. Існуючі бортові навігаційні системи та досвід пілота забезпечують певний рівень безпеки під час приземлення. Проте вони мають обмежену ефективність під час їх використання у складних погодних умовах. Тому тематика, що пов'язана з вирішенням проблеми точного вимірювання висоти поверхні та визначення безпечних ділянок для приземлення, у сучасності є актуальною.

У дисертаційному дослідженні Інкарбаєвої О.С. запропоновано вирішити проблему безпечної посадки вертольотів шляхом використання двоантенної амплітудної сумарно-різницевої радіолокаційної станції (РЛС) з наскрізною обробкою сигналів. Водночас існуючі системи попередньої побудови рельєфу є добре дослідженими для більш громіздких літальних апаратів, але ефективно реалізувати їх на борту вертольоту не можливо внаслідок геометричних обмежень та ускладнених технічних рішень оброблення прийнятої інформації. Тому задача синтезування методу та алгоритму некогерентного оброблення сигналів у бортових двоантенних РЛС задля підвищення точності, що вирішується у дисертаційній роботі, є актуальною та має наукову новизну.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

При виконанні дослідження здобувач використав підхід, заснований на статистичній теорії синтезу оптимальних методів оброблення сигналів у радіолокаційних системах. Достовірність отриманих результатів підтверджена шляхом комп'ютерного імітаційного моделювання.

Також достовірність низки отриманих результатів була підтверджена в межах науково-дослідних робіт «Вітчизняний радіолокаційний комплекс малих висот і швидкостей польоту для вертольотів АТ "Мотор Січ"» (№ДР 0122U200469, 2022-2023рр.) та «Розроблення поляризаційно-двоканального радару для безпеки польотів вертольотів на малих висотах» (№ДР 0123U104309, 2023-2024 рр.), виконавцем яких був здобувач.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

- отримала подальший розвиток теорія статистичної оптимізації радіотехнічних систем дистанційного зондування та радіолокації за рахунок вирішення варіаційної задачі оптимізації в рамках критерію максимуму функції правдоподібності методу оцінювання висоти рельєфу поверхні, як функції просторових координат;

- вперше синтезовано та досліджено метод оптимального оброблення сигналів у двоантенній сумарно-різницевій радіотехнічній системі оцінювання висоти рельєфу поверхні, який за рахунок використання двох каналів дозволяє підвищити показники точності вимірювань;

- удосконалено принципи побудови радіотехнічних вимірювальних систем, запропоновано нову структуру бортового вертольотного радару, яка відповідає новому синтезованому оптимальному методу оцінювання рельєфу місцевості дозволяє вимірювати рельєф з більш високими показниками точності;

- отримали подальшого розвитку імітаційні моделі апробації алгоритмів оцінювання параметрів поверхні за результатами прийому та оброблення розсіяних поверхнею сигналів, що на відміну від існуючих враховують наявність двох каналів прийому, форми діаграм спрямованості антен у кожному каналі, електрофізичні властивості та геометричні характеристики поверхні, статистичні характеристики шумів приймачів, форми зондуючих сигналів та частоту дискретизації прийнятих сигналів.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання синтезування методу високоточного та всепогодного вимірювання висоти рельєфу ділянки місцевості, що обрана для посадки вертольоту, за допомогою бортової двоантенної радіолокаційної системи виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Інкарбаєвої О.С. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка та напрямкам досліджень відповідно до освітньо-наукової програми «Телекомунікації та радіотехніка».

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям 17 Електроніка та телекомунікації.

З огляду на звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що рукопис Інкарбаєвої Ольги Сергіївни є результатом її самостійних досліджень і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідні джерела.

Текст рукопису дисертаційної роботи не містить ознак порушення принципів академічної доброчесності

Мова та стиль викладення результатів

Дисертаційна робота написана українською мовою з дотриманням наукового стилю та коректним використанням загальнонаукових і фахових термінів. Робота має логічну структуру, теоретичні та практичні положення у ній викладені послідовно, є повними та розкривають головні наукові ідеї автора.

Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків та списку використаних джерел. Загальний обсяг дисертації – 190 сторінок.

У **вступі** обґрунтовано актуальність обраної теми, виконано загальне порівняння існуючих систем картографування місцевості визначено їх недоліки. На основі аналізу сформована мета дослідження й окремі завдання, виконання яких дозволить її досягти. Також у розділі наведені пункти наукової новизни проведеного дослідження, зазначені науково-дослідні роботи, в межах яких воно виконувалося, та вказано особистий внесок здобувача.

У **першому** розділі проаналізовані особливості приземлення вертольотів та причини їх аварій. Водночас показані сучасні технологічні рішення попереднього картографування місцевості у вертольотних системах для безпечного приземлення. Наведені основні принципи функціонування існуючих амплітудних моноімпульсних та фазових інтерферометричних систем, вказано їх основні переваги та недоліки. У кінці розділу сформульовано задачі наукового дослідження.

У **другому** розділі розглянуто математичний апарат статистичного синтезу математичних моделей оптимальних алгоритмів оброблення сигналів у моноімпульсних сумарно-різницевого системах.

У **третьому** розділі методом максимуму функціоналу правдоподібності синтезовано математичну модель оптимального алгоритму оброблення сигналів в двоантенній амплітудній сумарно-різницевій радіолокаційній системі вимірювання висоти поверхні з борта вертольоту. Запропоновано геометрію задачі зондування поверхні бортовою двоантенною радіолокаційною системою. Виконано опис основних операцій оброблення прийнятих радіосистемою сигналів. Запропоновано структурну схему радарної системи, яка здатна оцінювати положення стробуючого імпульсу у часі, дальності до кожної точки зондованої поверхні та кутове відхилення від рівносигнальної зони, та виконано повний опис принципів її роботи.

Четвертий розділ присвячений імітаційному моделюванню розробленої математичної моделі оптимального алгоритму вимірювання висоти рельєфу у двоантенній вертольотній радіолокаційній системі з залученням двох моделей без та з урахуванням реальних діаграм спрямованості та ефективної площі розсіювання. Виконано оцінювання висоти рельєфу поверхні за існуючим однопроменевим та запропонованим оптимальним методами. Сформовано залежності середньоквадратичної похибки вимірювання висоти рельєфу від висоти рельєфу та від співвідношення сигнал-завада у приймачі, на основі яких виконано порівняння існуючої та пропонованої систем. Доведено, що запропонована здобувачем бортова вертолїтна система має підвищену точність у порівнянні з існуючими.

У **висновках** узагальнено результати, отримані автором у проведеному дисертаційному дослідженні. Також стислі висновки наведено після кожного розділу.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи

Наукові результати дисертації висвітлені здобувачем: у 1 статті у науковому фаховому виданні України категорії «Б»; у 2 статтях у науковому періодичному виданні України категорії «А», що індексується н.м.б.д. Scopus, що віднесені до третього квартиля (Q3) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank, у 1 патенті на винахід, що пройшов кваліфікаційну експертизу та безпосередньо стосується наукових результатів дисертації. Водночас результати дисертації були апробовані на 3 міжнародних англомовних фахових конференціях, матеріали яких індексуються н.м.б.д.

Scopus або Web of Science. Здобувач доповідав на «IEEE 16th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering» (2022 рік, Львів-Славське, Україна); «IEEE International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics» (2023 рік, Київ, Україна); «Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering» (2023 рік, Харків, Україна).

Таким чином, наукові результати, описані в дисертаційній роботі, повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. При аналізі існуючих методів та технічних рішень оцінки рельєфу місцевості не наведено технічних характеристик, зокрема, точності існуючих бортових систем картографування поверхні.

2. У роботі не досліджено залежності точності вимірювання висоти поверхні від ширини діаграми спрямованості та розміру антени, що є важливим при проектуванні бортових РЛС.

3. З опису алгоритму оброблення сигналів та структури РЛС не зрозуміло, які вимоги висуваються до обчислювальної потужності бортового процесору. Крім того, не зрозуміла можливість реалізації запропонованого алгоритму у реальному часі.

4. У роботі не обґрунтовано вибір діапазону робочих частот бортової РЛС.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Інкарбаєвої Ольги Сергіївни на тему «Оптимізація методу оброблення сигналів у радіотехнічних системах картографування місцевості з борта вертольоту» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань 17 Електроніка та телекомунікації. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п.6 – 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Здобувач Інкарбаєва Ольга Сергіївна заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 17 Електроніка та телекомунікації за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка.

Офіційний опонент:

Начальник кафедри радіоелектронних систем пунктів управління Повітряних Сил Харківського національного університету Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба,

доктор технічних наук, професор

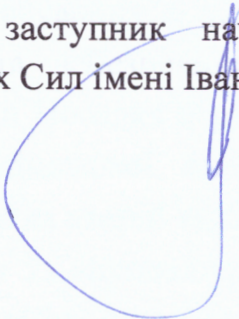


Володимир ВАСИЛИШИН

Підпис доктора технічних наук, професора Васишина В.І. засвідчую:



Начальник штабу – заступник начальника Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба



Дмитро ГУР'ЄВ

_____ 2024 року