

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
за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка

Актуальність теми дисертації.

Вертольоти є незамінними при виконанні багатьох завдань, від рятувальних операцій і медичних евакуацій до військових місій і транспортування вантажів у важкодоступні регіони. Однією з найнебезпечніших етапів пілотування є посадка на непідготовлені поверхні, особливо в умовах обмеженої видимості, що можуть бути наслідком поганих погодних умов, пилових чи димових завіс або інших перешкод. Дослідження показують, що більшість аварій і катастроф відбувається саме під час посадки, що підкреслює необхідність удосконалення технологій безпечного приземлення.

Існуючі бортові системи, такі як GPS, гіроскопи та радіовисотоміри, не можуть забезпечити достатню точність і надійність в умовах низької видимості. Сучасні системи, що базуються на оптичних або терагерцових методах, мають обмеження при використанні в умовах поганої видимості та складних метеорологічних умовах. Інтерферометричні радіотехнічні системи, хоча і забезпечують високу точність, важко ефективно реалізувати на вертольотах через обмеження просторових розмірів та необхідність забезпечення прямолінійної траєкторії руху. Це створює нагальну потребу в розробці нових рішень для попереднього аналізу рельєфу місцевості, підвищити безпеку приземлення вертольотів.

Таким чином, розробка нових методів вимірювання рельєфу поверхні з використанням радіодіапазону, здатних працювати в будь-яких погодних умовах, є актуальним і важливим завданням. Зокрема, використання двоантенних радіолокаційних систем з наскрізною обробкою сигналів може значно підвищити точність вимірювань та забезпечити виявлення безпечних зон для посадки.

Тому, задача дисертаційного дослідження Інкарбаєвої О.С., що присвячена синтезу методу оброблення сигналів у бортових двоантенних радіолокаційних системах задля підвищення точності вимірювань висоти поверхні, є актуальною.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

1. 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;

2. 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;

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

4. 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.

Наукові положення, що висунуті до захисту в дисертації, а також висновки і рекомендації автором достатньо обґрунтовані на підставі використання положень і методів математичної статистики та імітаційного моделювання.

Достовірність одержаних результатів підтверджена коректністю поставленої задачі, застосуванням добре апробованих методів проведення дослідження, математичною суворістю проведених теоретичних досліджень, перевіркою розроблених методів шляхом імітаційного моделювання.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання розробки методу високоточного та всепогодного вимірювання висоти рельєфу ділянки місцевості, що обрана для посадки вертольоту, за допомогою бортової двоантенної

радіолокаційної системи виконано повністю, здобувач в достатній мірі 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.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Інкарбаєвої Ольги Сергіївни є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Текст рукопису дисертаційної роботи не містить ознак порушення принципів академічної доброчесності

Мова та стиль викладення результатів

Дисертаційна робота написана українською мовою. Вона складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатку. Загальний обсяг дисертації 190 сторінок.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дослідження, визначено наукову задачу, мету, об'єкт і предмет досліджень, які відповідають темі дисертації, сформульовано задачі і методи дослідження, наукову новизну й практичне значення отриманих результатів.

У першому розділі розглянуто амплітудні та фазові радіолокаційні системи, принцип їх роботи, переваги та недоліки. Проаналізовано причини авіаційних пригод, що пов'язані з приземленням вертольоту та погодними умовами. Водночас надано аналіз сучасних технологічних рішень вертольотних бортових систем, які допомагають пілоту виконувати посадку в умовах низької видимості. Сформовано перелік завдань, які необхідно вирішити у дослідженні для досягнення дисертаційної мети.

У другому розділі розглянуто математичний апарат статистичного синтезу оптимальних методів оброблення сигналів у сумарно-різницевих системах.

У третьому розділі запропоновано геометрію зондування поверхні бортовою двоантенною радіолокаційною системою та описано моделі зондуючих і прийнятих сигналів. Методом максимальної правдоподібності синтезовано оптимальний алгоритм оцінювання параметрів та отримано систему рівнянь правдоподібності, у результаті вирішення якої було отримані вирази для оцінювання положення стробуючого імпульсу в часі, дальності до кожної точки поверхні та його кутового положення. На основі синтезованої математичної моделі оптимального алгоритму розроблено структурну схему бортової двоантенної системи для побудови рельєфу поверхні, а також визначено особливості її реалізації.

Четвертий розділ присвячений імітаційному моделюванню запропонованого методу вимірювання рельєфу, виконаного на двох моделях: при ідеальних умовах та з урахуванням віддзеркалених сигналів від поверхні. Перше моделювання було проведено в системі автоматичного проектування MatLab, де оцінювання параметрів здійснювалося на лінійній ділянці різницевої діаграми спрямованості за допомогою опорного сигналу. Друге моделювання, виконане мовою програмування Fortran 2023, враховувало електрофізичні властивості та геометричні характеристики поверхні для наближення результатів до реальних умов. Виконано порівняння оптимального та існуючого однопроменевого методів. Водночас показано, що запропонована система має більшу точність вимірювання висоти.

У загальних висновках підсумовано отримані найбільш важливі наукові та практичні результати дисертації.

Список використаних джерел характеризує високий ступінь вивченості здобувачем проблематики систем картографування поверхні, а також вертолітних бортових систем.

Дисертацію написано стилістично грамотно на високому науковому рівні. Вона має внутрішню єдність. Застосована в роботі наукова термінологія є загальновизнаною, стиль викладення теоретичних і практичних досліджень, нових наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечує доступність їх сприйняття та використання.

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 у 3 наукових публікаціях здобувача: 2 статті у періодичних наукових виданнях, що проіндексовані у базі даних Scopus та віднесені до третього квартиля (Q3) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank, 1 стаття у науковому фаховому виданні категорії «Б». Здобувач має 1 патенті на винахід, що пройшов кваліфікаційну експертизу та безпосередньо стосується наукових результатів дисертації.

Також результати дисертації були апробовані на 3 наукових фахових конференціях.

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

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. У дисертаційному дослідженні нерівність поверхні оцінюється за амплітудою відбитих сигналів, проте не досліджено, як від нестаціонарності електрофізичних властивостей, що впливають на ефективну площу розсіювання, рівної поверхні та поверхні з шорсткістю залежить оцінка висоти.

2. Дослідження проведено для діаграм спрямованості гаусівської форми, проте в роботі не показано, як впливатиме наявність побічних пелюсток на точність оцінки висоти рельєфу.

3. У роботі сказано, що точність визначення висоти рельєфу не перевищує роздільну здатність радару, проте не надані кількісні показники, що встановлюють залежність точності оцінювання нерівностей рельєфу поверхні від роздільної здатності радару.

4. У роботі не обґрунтовано вибір типу радару, а також не розглянуто варіант побудови радару з безперервним випромінюванням та частотною модуляцією сигналів.

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:

Завідувач кафедри інформаційно-мережної інженерії
Харківського національного університету радіоелектроніки.

доктор технічних наук, професор



Валерій БЕЗРУК

10.06.2024 р.

ПІДПИС ЗАСВІДЧУЮ:

Начальник відділу кадрів

«13» 06 2024р



Сергій ІПЕЛА