

Голові спеціалізованої вченої ради  
Д 26.062.03 у Національному  
авіаційному університеті МОН  
України

Харченку В. П.

03058, м. Київ, просп. Космонавта  
Комарова, 1, НАУ.

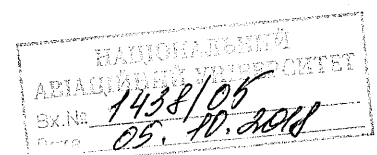
## ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

Доктора технічних наук, професора, директора Навчально-наукового інституту телекомунікацій та інформатизації Державного університету телекомунікацій Козелкова Сергія Вікторовича на дисертаційну роботу Олевінської Тетяни Ігорівни «Підвищення ефективності навігації за сигналами супутникових систем на етапі посадки повітряного судна», представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.13 – Навігація та управління рухом.

### 1. Актуальність теми

Наш час характеризується неперервним зростанням попиту на авіаційні перевезення та авіаційні роботи. Обсяг комерційних перевезень у світі складає близько 4 млрд. пасажирів на рік. Проте в Україні щорічний обсяг авіаперевезень складає лише 10,5 млн. пасажирів. Однією з причин цього можна назвати непридатність більшості аеродромів для посадки літаків у складних метеорологічних умовах та в нічний час через відсутність обладнання для точного заходу на посадку. Висока залежність аеродромів від метеоумов не дозволяє авіакомпаніям планувати регулярні рейси на ці аеродроми через ризик вимушеної зміни маршруту та непередбачених витрат. В свою чергу, це призводить до того, що більшість регіонів України не забезпечена регулярними авіарейсами, що значно ускладнює логістику.

Окремою категорією літальних апаратів, які потребують більш досконалого обладнання аеродромів, є повітряні судна малої та безпілотної



авіації. Наразі такі літальні апарати використовують для зльоту та посадки переважно необладнані регіональні аеродроми та посадкові майданчики. В періоди складних метеоумов це призводить до довгих простоїв справних літаків і неефективного використання повітряного флоту, повітряного простору та людського ресурсу та часто унеможливорює виконання поставленої задачі.

В той же час, розгортання сучасних радіомаячних систем є нерентабельним для регіональних аеродромів та посадкових майданчиків через високу вартість встановлення та щорічного обслуговування обладнання.

Таким чином, дисертаційна робота Олевінської Т. І, присвячена актуальній науково-технічній **задачі** розробки моделі процесу посадки на аеродроми та посадкові майданчики, що не обладнані стаціонарними радіотехнічними засобами, за сигналами глобальної навігаційної супутникової системи.

Робота виконувалась в рамках фундаментальних науково-дослідних робіт у відповідності з планами науково-дослідних робіт Міністерства освіти і науки України за держбюджетними темами.

Вищенаведене свідчить про актуальність теми дисертаційної роботи Олевінської Т. І.

## **2. Наукова новизна**

Основний науковий результат здобувача вченого ступеня кандидата технічних наук Олевінської Т. І. полягає у вирішенні наукової задачі розробки моделі процесу посадки на аеродроми та посадкові майданчики, що не обладнані стаціонарними радіотехнічними засобами, за сигналами глобальної навігаційної супутникової системи, а саме:

1. Вперше для посадки повітряних суден малої авіації розроблено модель розрахунку параметрів наведення (лінійних та кутових відхилень) за сигналами ГНСС із застосуванням в якості опорних поверхонь віртуальних площин, кожна з яких побудована у просторі за координатами

трьох точок на злітно-посадковій смузі (ЗПС) - на відміну від наявних методів GLS (GNSS Landing System), в яких опорними поверхнями виступають перегорнутий конус або гіперболоїд. Запропонована модель дозволяє спростити розрахункові операції та зменшити кількість параметрів, що визначають положення ЗПС, на яку виконується посадка, у просторі.

2. Удосконалено модель контролю цілісності навігаційного поля під час посадки повітряного судна малої авіації на необладнаний аеродром. На відміну від наявних способів контролю цілісності, запропонована модель дозволяє контролювати цілісність навігаційного поля за наявності у полі зору приймача чотирьох навігаційних супутників, що підвищує ефективність навігації за ГНСС за рахунок можливості вибору супутників, що забезпечують необхідні цілісність та точність.

3. Вперше розроблено модель розрахунку приладової швидкості літального апарату на основі даних про шляхову швидкість, отриманих від ГНСС, та прогностичних метеорологічних даних. Запропонована модель може використовуватись у разі відмови системи повітряних сигналів на всіх етапах польоту ЛА, в тому числі на етапі заходу на посадку. На відміну від наявних способів витримування безпечної приладової швидкості за рахунок витримування експериментально визначених значень кута тангажу та тяги у разі відмови системи повітряних сигналів, запропонована модель дозволяє більш точно кількісно визначити приладову швидкість, що забезпечує можливість маневрування для виконання заходу на посадку.

### **3. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій, їх достовірність.**

Обґрунтованість та достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій дисертаційної роботи підтверджується і забезпечується

коректним застосуванням відомих сучасних методів і засобів наукових досліджень, а саме методів комп'ютерного моделювання, методів аналізу та узагальнення результатів досліджень, методів математичної статистики, матричного аналізу, лінійної алгебри, аналітичної геометрії.

Міра обґрунтованості висновків та рекомендацій, що базуються на отриманих результатах аналітичних та комп'ютерних досліджень, достатня для практичного застосування на етапах проектування систем навігації.

Достовірність отриманих наукових результатів, а також рекомендацій по їх подальшому використанню підтверджується результатами комп'ютерного моделювання та експериментальних випробувань, участю у виконанні держбюджетних науково-дослідних робіт з тематики дисертаційного дослідження, а також актами впровадження отриманих результатів.

#### **4. Практичне значення дисертаційної роботи**

Основні результати роботи становлять науково-методологічну основу для створення новітніх систем інструментальної посадки за сигналами глобальної навігаційної супутникової системи. Вважаю, що це буде особливо важливо при виконанні польотів на регіональні аеродроми та посадкові майданчики, як постійні, так і тимчасові. Практична цінність розроблених в дисертаційній роботі моделей полягає в наступному:

- суттєво скоротити кількість нелітних за метеоумовами днів для ПС малої авіації;

- забезпечити курсантам льотних навчальних закладів можливість відпрацьовувати захід на посадку та посадку за приладами, орієнтуючись на директорні планки, на аеродромах, які наразі не обладнані засобами горизонтального та вертикального наведення;

- виконувати автоматичне вирівнювання ЛА, в тому числі безпілотних, на кінцевому етапі посадки;

- зменшити мінімально необхідну для визначення місцеположення з цілісністю кількість навігаційних супутників до 4-х, а отже, знизити частоту відмов ГНСС через недостатню кількість видимих супутників;

- забезпечити розрахунок приладової швидкості ЛА у випадку відмови СВС та зменшити таким чином ризик авіакатастрофи при обмерзанні та інших дефектах приймача повітряного тиску (ПШТ).

Основні результати дисертаційної роботи упроваджено в науково-дослідну роботу Національного авіаційного університету, що підтверджено відповідним актом впровадження.

Результати дисертаційної роботи мають значну перспективність при розробці високоточних пілотажно-навігаційних комплексів для літальних апаратів, а також наземних сегментів систем інструментального заходу на посадку.

#### **5. Оцінка змісту роботи, викладу, відповідність оформлення дисертації вимогам, затвердженим МОН України, публікації та апробації**

Дисертаційна робота складається зі вступу, 5 розділів, висновків до них та до дисертації в цілому, списку використаних джерел з 97 найменувань та 6 додатків, містить 159 сторінок загального обсягу, з яких 135 сторінок – основна частина, 83 рисунки та 12 таблиць. Оформлення дисертації виконано відповідно до чинних документів. В цілому дисертаційна робота має логічну структуру, її мова відповідає рівню науково-технічних видань, термінологія в цілому використовується правильно, стиль викладання зручний для розуміння та аналізу.

У *вступі* до дисертації подано обґрунтування актуальності теми дослідження, її зв'язок з науковими темами, визначено об'єкт та предмет досліджень, а також мету та завдання дисертаційної роботи, наведено наукову новизну та практичне значення результатів дисертаційного дослідження, публікації із зазначенням особистого внеску здобувача, вказано структуру та обсяг дисертації.

У *першому розділі* наведено визначення ролі повітряних суден малої авіації та регіональних аеродромів в структурі авіаперевезень та авіаційних робіт, виконано аналіз впливу різних метеорологічних чинників на виконання польоту та чинні способи знизити залежність від погодних умов. Сформульовано наукову задачу, яка полягає в розробці моделі процесу

посадки на аеродроми та посадкові майданчики, що не обладнані стаціонарними радіотехнічними засобами, за сигналами глобальної навігаційної супутникової системи. Висвітлено задачі, які полягають у вирішенню в ході роботи над дисертацією.

*Другий розділ* присвячено розробці комплексної моделі посадки повітряного судна, що складається з моделі наведення повітряного судна на глісаду, моделі автономного контролю цілісності навігаційного поля та моделі автономного обчислення приладової швидкості за відсутності даних від системи повітряних сигналів. Наведені математичні розрахунки та схеми моделей.

У *третьому розділі* проведено ряд напівнатурних випробувань, у тому числі випробування розробленої моделі наведення повітряного судна на глісаду, в ході якого було встановлено значну різницю між відхиленнями від лінії глісади та від площин, що її утворюють; моделювання компенсування розрахованих відхилень та випробування моделі контролю цілісності навігаційного поля, в ході якого встановлено відсоток комбінацій з 4-х супутників зі сприятливим геометричним фактором.

У *четвертому розділі* наведено опис проведених натурних експериментів, у тому числі експериментальне дослідження моделі наведення повітряного судна, яке передбачало розрахунок відхилень і показало незначні розбіжності з результатом розрахунків параметрів наведення чинними способами при значному спрощенні формування опорних поверхонь; експериментальне дослідження моделі розрахунку приладової швидкості, яке показало припустиму похибку розрахунку, та експериментальне дослідження можливості застосування технології підвищення точності визначення координат.

У *п'ятому розділі* обґрунтовано потенційну користь від впровадження запропонованих моделей.

Зміст автореферату повною мірою відображає основні положення дисертації та дає повне уявлення про зміст дисертації, наукову новизну та практичну цінність дисертаційного дослідження.

Ознайомлення з дисертацією, авторефератом та переліком статей дозволяє зробити висновок щодо наявності необхідної повноти публікацій наукових результатів у профільних виданнях. Особистий внесок здобувача підтверджується відображенням основних розділів дисертації в 10 друкованих працях, перелік яких складається з 6 статей у збірниках фахових наукових праць, з яких 4 містяться у наукометричних базах даних, та 4 тезах доповідей.

Апробація основних наукових та практичних результатів відбувалась на ряді галузевих Міжнародних науково-практичних конференцій за тематикою дисертаційної роботи.

### **6. Загальні недоліки та зауваження**

Поряд з безумовними перевагами роботи вважаю за необхідне звернути увагу на деякі проблемні питання.

1. На мій погляд невдало обрана редакція теми дисертації.
2. Для демонстрації актуальності теми був би вдалий приклад з сучасними повітряними судами.
3. Оскільки стандартної точності визначення місцезнаходження за сигналами глобальної навігаційної супутникової системи недостатньо для виконання задачі інструментальної посадки, в дисертаційній роботі розглядається можливість підвищення точності за допомогою технології PrecisePointPositioning, яка передбачає використання геостаціонарних супутників. Однак не враховується кут місця геостаціонарних супутників, а отже, і залежність можливості використання зазначеної технології від широти місця та наявності поблизу аеродрому об'єктів, які можуть спричинити великий кут маски.
4. В першому розділі, присвяченому постановці задачі дисертаційного дослідження, відсутнє чітке формулювання критеріїв ефективності навігації та обґрунтування вибору критерію.
5. Аналіз кількості видимих супутників та їх геометричних факторів здійснювався на 24-годинному інтервалі. Було б доцільно провести дослідження на більш значному інтервалі часу для підвищення репрезентативності вибірки.

6. У четвертому розділі проведено експеримент, направлений на дослідження точності автономного розрахунку приладової швидкості на ешелоні 350, та зазначено, що точність буде зростати зі зменшенням висоти польоту. Проте, оскільки дисертація присвячена проблемам навігації на етапі посадки, було б доцільно проводити експеримент на висоті, на якій починається захід на посадку. Це дало би більш вичерпне уявлення про можливість застосування запропонованої моделі для забезпечення безпечної посадки повітряного судна.

7. В розділі 5 наведено графіки імовірності зниження кількості видимих супутників до чотирьох, що призводить до необхідності використовувати наведену в дисертаційному дослідженні модель контролю цілісності навігаційного поля. Проте імовірності розглядались лише для супутникового сузір'я Galileo. З урахуванням того, що сучасні приймачі приймають та одночасно обробляють сигнали кількох підсистем, було б доцільно провести аналіз для комбінацій сузір'їв.

8. Деякі рисунки в дисертаційній роботі містять англійські позначення, окремі графіки не мають підписів до координатних осей, що дещо ускладнює сприйняття.

9. Мають місце окремі стилістичні і редакційні неточності, приміром, речення на стор. 15 починаються з цифр, після формули (2. 21) на стор. 46 відсутня точка, в розділі 5 стор. 126 шрифт деяких формул відрізняється від шрифту розділу 3.

Вказані недоліки не впливають на загальну позитивну оцінку наукових і практичних результатів, наведених у дисертації.

### **Висновок**

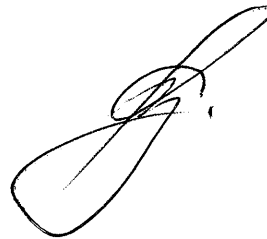
Вивчення дисертаційної роботи, автореферату та опублікованих здобувачем наукових праць дозволяє стверджувати, що дисертаційна робота виконана на актуальну тему, представляє собою логічно завершене наукове дослідження, що містить нові обґрунтовані наукові результати, які в сукупності є розв'язанням наукового завдання - розробки моделі процесу посадки на аеродроми та посадкові майданчики, що не обладнані



стаціонарними радіотехнічними засобами, за сигналами глобальної навігаційної супутникової системи відповідає нормативним вимогам до кандидатських дисертацій, визначених у п. п. 9, 11, 13 «Порядку присудження наукових ступенів» що затверджено постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24. 07.2013 (зі змінами). Вважаю, що автор дисертаційної роботи **ОЛЕВІНСЬКА Тетяна Ігорівна** заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.13 – Навігація та управління рухом.

**Офіційний опонент**

директор Навчально-наукового інституту  
телекомунікацій та інформатизації  
Державного університету телекомунікацій,  
доктор технічних наук, професор,  
Лауреат державної премії України  
Заслужений винахідник України



С.В. Козелков

Підпис професора Козелкова Сергія Вікторовича засвідчую  
Учений секретар Державного університету телекомунікацій



О.В. Попов