

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

кандидата технічних наук, доцента Колотуши Володимира Петровича на дисертаційну роботу Кузьменко Наталії Сергіївни «Багатопараметричне відновлення даних у безпілотній авіаційній системі з багатоальтернативною класифікацією польотних ситуацій», представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.13 – навігація та управління рухом

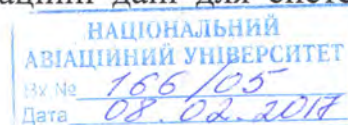
1. Актуальність теми

Сучасна авіаційно-транспортна система (АТС) відноситься до найбільш наукоємних, економічно, суспільно-значущих складних поліергатичних систем, й завдяки своїй високій технологічності знаходиться на вершині науково-технічного прогресу.

Станом на наш час та й найближче майбутнє безпілотні літальні апарати (БПЛА) є одним з напрямків, що стрімко розвиваються, відкриваючи нові горизонти цивільного, військового, комерційного та приватного використання, залучаючи до співпраці багато інших галузей індустрії. Згідно з узагальненими оцінками ряду аналітичних компаній, обсяг світового ринку БПЛА до 2020 року буде складати в межах 10-11 мільярдів долл. США у порівнянні з 7 мільярдами долл. США у 2016 році, що є одним із найбільш значних показників у світовій транспортній сфері. Наведені дані безперечно свідчать про значну зацікавленість до безпілотних літальних апаратів з боку різних груп суспільства.

З боку цивільних користувачів, безпілотні літальні апарати знаходять все більш поширене застосування в таких галузях господарювання як метеорологія, геодезія та картографія, сільське господарство, екологічний та транспортний моніторинг, розвідування корисних копалин, повітряні перевезення, зв'язок, пожежна, поліційна, швидка допомога, фото та відео зйомка й багато, багато іншого, не кажучи вже про специфічне військове застосування.

На ринку БПЛА, за оцінками аналітиків у цієї сфері, найбільш затребуваними апаратами для цивільного застосування в цей час є моторні БПЛА середньої дальності – до 150-250 км, що пов'язане з більш привабливим, у порівнянні з іншими класами, співвідношенням ціни та їх функціональних можливостей. Для забезпечення виконання польотних завдань на таких відстанях бортове обладнання літальних апаратів такого класу повинне включати розвинутий пілотажно-навігаційний комплекс (ПНК), щоб формувати достовірні пілотажно-навігаційні дані для системи



керування. До таких даних пред'являються підвищені вимоги з точності, доступності, цілісності й безперервності для забезпечення безпечного та успішного виконання польоту.

Таким чином дисертаційна робота Кузьменко Н.С. присвячена актуальній науково-прикладній проблематиці - пошуку шляхів відновлення втрачених польотних даних у БПЛА під час його польоту та нівелюванню аномальних значень цих польотних даних, при їх появі.

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 Кузьменко Н.С.

2. Наукова новизна

Основний науковий результат здобувача вченого ступеня кандидата технічних наук Кузьменко Н.С. полягає у вирішенні науково-прикладної задачі стосовно багатопараметричного відновлення втрачених польотних даних під час безпосереднього виконання польотного завдання БПЛА з багатоальтернативною класифікацією польотних ситуацій, а саме:

1. Розроблено метод багатопараметричного відновлення втрачених польотних даних безпілотної авіаційної системи, відмінність якого полягає у використанні наявних параметрів польоту та їх попередніх вимірів для заповнення пропусків та коригування аномальних значень даних з урахуванням похибок вимірювального обладнання.

2. Здійснено подальший розвиток багатоальтернативної класифікації польотних ситуацій для застосування у безпілотних авіаційних системах (БАС), що дозволить оцінити рівень вдалого виконання польотного завдання відповідно до поставлених завдань.

3. Автором модифіковано метод багатоальтернативної класифікації польотних ситуацій в частині багатопараметричності, на основі відхилень від запланованих значень з урахуванням відновлених даних і поширено для застосування у БАС, що дозволить розпізнати наявну польотну ситуацію БПЛА за фіксованою траєкторною інформацією БПЛА.

4. Сформовано математичну залежність для оцінювання граничної величини похибки відновлення даних за багатопараметричним методом, що дає можливість оцінити точність відновлення інформації.

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

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій дисертаційної роботи підтверджується й забезпечується коректним застосуванням відомих сучасних моделей, методів і засобів наукових досліджень, а саме моделей математичного моделювання руху БПЛА, методів регресійного аналізу, методів теорії ймовірності, методів комп'ютерного моделювання.

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

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 відновлення та обробки польотної інформації безпілотних авіаційних систем, програмного забезпечення для аналізу результатів виконання поставленого польотного завдання. Вважаю, це особливо буде важливо при автономному виконанні польотного завдання зі змінним профілем польоту як в плані так й за висотою. Це, виходячи зі змісту роботи, дозволяє:

1. За рахунок використання у процесі відновлення багатьох наявних параметрів безпілотного літального апарату, отримувати більш точні значення польотних даних у місцях їх пропусків у порівнянні з іншими статистичними методами.

2. Комплексне використання критеріїв розпізнавання аномальних значень польотних параметрів у БПЛА дозволило більш достовірно визначати часові відліки їх появи задля подальшого коригування за розробленим методом.

3. За величиною відхилення від запланованих значень параметрів безпілотного літального апарату оцінювати клас наявної польотної ситуації для постійного моніторингу дотримання виконання польотного завдання.

4. Розраховувати ймовірності правильного розпізнавання класу польотної ситуації для подальшого оцінювання стану безпеки польотів, а звідси доцільності продовження виконання польотного завдання.

5. Автором розроблено програмно-алгоритмічне забезпечення для дослідження впливу відновлених даних у пропусках інформації безпілотної авіаційної системи на результати класифікації польотних ситуацій.

6. Розроблено прикладне програмне забезпечення для декодування польотних даних БПЛА, виявлення та відновлення втрачених даних у місцях їх пропусків або аномальних значень.

Основні результати дисертаційної роботи упроваджено в Науково-навчальному центрі «Аерокосмічний центр» та в навчальному процесі Навчально-Наукового інституту Аеронавігації Національного Авіаційного Університету, що підтверджено відповідними актами впровадження.

Результати дисертаційної роботи мають значну перспективність при розробці високоточних пілотажно-навігаційних комплексів для автономних БПЛА. Практичне застосування результатів роботи дисертанта вбачається в установах, які займаються розробкою автономних безпілотнох літальних апаратів, в першу чергу в Науково-навчальному центрі «Аерокосмічний центр» Національного авіаційного університету та у навчальному процесі відповідних кафедр вищезгаданого університету.

5. Оцінка змісту роботи, викладу, публікації та апробації

Дисертаційна робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків до них та до дисертації в цілому, списку використаних джерел із 105 найменувань та 3 додатків, містить 152 сторінки загального обсягу, з яких 120 сторінок - основна частина, 64 рисунків та 10 таблиць. Оформлення дисертації виконано відповідно до існуючих документів. В цілому дисертаційна робота має логічну структуру, її мова відповідає рівню науково-технічних видань, термінологія, в цілому, використовується правильно, стиль викладання зручний для аналізу та ясний для розуміння.

Зміст автореферату повною мірою відображає основні положення дисертації та містить у собі визначення участі автора у спільно опублікованих роботах, що доводить самостійність його дослідницької праці.

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 34 друкованих працях і виступах з доповідями, перелік яких складається з 7 статей у збірниках фахових наукових праць, з яких 6 містяться у наукометричних базах даних, 23 тезах доповідей, патенті та 3 свідоцтвах про реєстрацію авторського права на твір.

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

6. Загальні недоліки та зауваження

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

1. В процесі проведення натурних експериментів на полігоні не були вказані метеорологічні умови, які як відомо, за певних обставин, можуть виявляти значний вплив на точність, безперервність та завадостійкість отримання польотних даних та достовірність розрахунків відповідних пілотажно-навігаційних параметрів БПЛА.

Тому, в якості практичного застосування автономного БПЛА, бажано було б знати погодні межі використання такого класу апаратів.

2. В поточний час повітряний простір Європейського регіону є досить цінним та бажаним ресурсом, в якому здійснюється одночасна діяльність багатьох користувачів у певних елементах структури повітряного простору. Автором, на жаль, не показано «механізм» дій автономного БПЛА при втраті цілісності польотних даних, в процесі виконання польотного завдання, при наближенні до меж (в плані та/або за висотою) до повітряного простору де виконуються польоти повітряних суден цивільної авіації (ПС ЦА), особливо це важливо для умов високої щільності повітряного руху в межах диспетчерських зон та термінальних диспетчерських районів, де висоти польоту ПС ЦА практично такі як й у БПЛА. Звідси, на мій погляд, було б також доцільно, привести класифікацію БПЛА не тільки за висотою польоту та рівня автономності виконання польотного завдання, а й за швидкостями польоту, наприклад, у крейсерському режимі, що при появі вищезгаданої ситуації, буде досить критичним параметром.

3. У підрозділі 3.3 не обґрунтовано доцільність вибору багатопараметричної щільності нормального розподілу у якості умовної щільності ймовірності для розпізнавання класів польотних ситуацій.

4. Результати дисертаційної роботи було верифіковано на польотних записах БПЛА типу «Cessna N877S». Проте, було б доцільно провести експериментальні дослідження й на інших типах БПЛА.

5. Деякі рисунки в дисертаційній роботі містять англомовні позначення, що деякою мірою ускладнює сприйняття інформації.

6. В дисертації є поодинокі орфографічні помилки (наприклад, у назві рисунку на стор. 174).

7. Висновки

Дисертаційна робота Кузьменко Н.С. «Багатопараметричне відновлення даних у безпілотній авіаційній системі з багатоальтернативною класифікацією польотних ситуацій» є закінченим науковим дослідженням, яке було здійснено нею особисто і, на мій погляд, має як наукову так й значну прикладну практичну значущість, враховуючи важливість порушених дисертантом питань, що в повній мірі відповідає нормативним вимогам до кандидатських дисертацій, визначених у п. 9, 11, 12, 13 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів від 24 липня 2013р. №567, а автор дисертаційної роботи заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.13 – Навігація та управління рухом.

Начальник відділу підготовки персоналу
ОрПР Навчально-сертифікаційного центру
Державного підприємства обслуговування
повітряного руху України, к.т.н., доцент



В.П. Колотуша

