

Голові спеціалізованої вченої
ради К 26.894.01 при
Національному центрі
управління та випробування
космічних засобів

вул. Московська, 8, Київ, 01010

ВІДГУК

офіційного опонента – доктора технічних наук, професора Барабаша Олега Володимировича, на дисертацію Мамчура Юлія Валерійовича «Зворотні задачі динаміки в тренажерному комплексі дистанційно пілотованого літального апарату екологічного спостереження», подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.07.14 «Авіаційно-космічні тренажери».

Актуальність теми дисертації.

В умовах зростаючого антропогенного впливу на навколишнє природне середовище виникає гостра потреба ведення ефективного моніторингу використання територій. Традиційні засоби моніторингу, що були відпрацьовані роками, на сучасному етапі глобальної інформатизації мають ряд суттєвих недоліків. До них можна віднести: безпосередню участь людини в спостереженні, що вносить суб'єктивізм; фізичні обмеження людини та відсутність можливості проводити спостереження у важкодоступних й небезпечних районах; високу вартість використання пілотованих літальних апаратів.

Одним з перспективних методів отримання аерофотознімків при екологічному моніторингу, є метод дистанційного картографування з використанням безпілотних літальних апаратів (БПЛА).

Безпілотні технології існують давно. Спочатку вони були складними і дорогими комплексами, що мали тільки військове застосування. Але протягом останнього десятиліття в цій області відбувся справжній прорив. Мініатюризація обчислювальної техніки, радіоелектронних систем та розвиток супутникової навігації дозволили створювати міні-БПЛА і мікро-БПЛА, у яких масо-габаритні характеристики, а головне, вартість на порядки

менше колишніх. На сьогоднішній день, за доступністю безпілотні технології наближаються до рівня побутових технологій. Зараз прогрес у розвитку цивільних безпілотних систем має найвищий темп. Сформувалася нова індустрія послуг.

Даний вид повітряного моніторингу прекрасно підходить для аналізу земельних і лісових ресурсів та надає фахівцям унікальну можливість відстежувати зміни екологічного стану територій.

Використання малогабаритних безпілотних літальних апаратів має багато переваг і перевершує традиційні методи зйомки з літака у зв'язку із можливістю швидкого розгортання апаратури й оперативної підготовки до запуску БПЛА. Відсутність необхідності в спеціальних злітно-посадкових майданчиках. Більш того, можливість літати на висотах 150-200 м дозволяє перебувати під хмарами практично в будь-який час, за будь-яких погодних умов. Крім цього, висока розрізнявальна здатність сучасних мініатюрних фотокамер дозволяє побачити найдрібніші деталі рельєфу та об'єкти навіть сантиметрового розміру. В ряді випадків провести зйомку деяких об'єктів взагалі можна тільки з використанням БПЛА. Застосування іншої техніки може бути взагалі неможливим, або нерентабельним.

Таким чином, незважаючи на свій малий розмір, БПЛА може бути більш продуктивним, ніж звичайний пілотований літак. Але крім позитивних сторін є багато факторів, які стримують розвиток вітчизняного ринку даної галузі. До таких факторів можна віднести:

- відсутність тренажерних комплексів для підготовки операторів екологічного моніторингу;
- відсутність методик підготовки операторів тренажерних комплексів;
- обмеженість науково-методичного апарату щодо побудови авіаційних тренажерів операторів безпілотних літальних апаратів екологічного моніторингу.

Тому наукове завдання, яке спрямоване на удосконалення інформаційного та програмного забезпечення спеціального тренажерного комплексу дистанційно пілотованих літальних апаратів екологічного моніторингу, є актуальним.

Наукова новизна основних положень, висновків і рекомендацій, отриманих у дисертації.

Основними науковими результатами роботи є:

1. Вперше розроблено методи створення спеціалізованих підсистем управління тренажерних комплексів дистанційно пілотованих літальних апаратів екологічного моніторингу, які враховують критерії ефективності

навчання та дозволяє підвищити ефективність підготовки операторів дистанційно-пілотованих літальних апаратів екологічного спостереження.

2. Вперше розроблено модель контуру керування спеціалізованого тренажерного комплексу дистанційно-пілотованих літальних апаратів екологічного моніторингу, яка заснована на використанні зворотних задач динаміки та дозволяє описати процеси траєкторного управління та стабілізації літального апарату.

3. Удосконалено методику проведення екологічного моніторингу об'єктів критичної інфраструктури із застосуванням спеціалізованого тренажеру дистанційно пілотованих літальних апаратів екологічного моніторингу, яка на відміну від відомих враховує технологію інтелектуального розвантаження оператора тренажера та надає можливість проведення екологічного спостереження декількох об'єктів в одному польоті за рахунок застосування алгоритмів системи директорного керування на тренажері.

4. Набуло подальшого розвитку застосування методів імітаційного моделювання та оцінювання ефективності підготовки операторів дистанційно пілотованих літальних апаратів екологічного спостереження, що дозволяє покращити якість підготовки оператора та його дій у нештатних ситуаціях на тренажерному комплексі екологічного моніторингу.

В цілому наукові результати в сукупності дозволяють розкрити особливості та закономірності синтезу спеціалізованих підсистем управління навчанням оператора тренажерного комплексу дистанційно пілотованого літального апарату екологічного моніторингу за рахунок вирішення зворотних задач динаміки.

Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що в роботі запропоновано методи, моделі, алгоритми, що дозволяють синтезувати апаратне та програмне забезпечення спеціалізованих тренажерів БПЛА екологічного моніторингу. Це надає можливість підвищити ефективність навчання операторів за рахунок навчання різним навичкам оператора управління БПЛА, з урахуванням особливостей об'єкта моніторингу та індивідуальних особливостей пілотів в нештатних (аварійних) ситуаціях.

Запропонований науково-методичний апарат дозволяє знизити обчислювальну складність та покращує можливості спеціалізованого тренажерного комплексу в порівнянні з існуючими тренажерами БПЛА.

Результати дисертаційних досліджень впроваджені у Національному центрі управління та випробувань космічних засобів (акт від 04.12.2018 р.),

Льотній академії Національного авіаційного університету, м. Кропивницький (акт від 22.01.2019 р.), Науково-виробничій впроваджувальній фірмі «Геотехнологія», м. Київ (акт від 20.12.2018 р.), а також у Державній екологічній академії післядипломної освіти та управління Мінприроди України, м. Київ (акт від 26.12.2018 р.).

Обґрунтованість і достовірність одержаних у роботі наукових результатів, висновків і рекомендацій підтверджується результатами експериментів для оцінки впливу розроблених методів на оперативність та обґрунтованість управлінських рішень в різних умовах.

Оцінка ефективності запропонованих моделей та методів засновується на моделюванні. Використання даних методів дослідження до рішення поставленого наукового завдання дозволило отримати нові наукові результати. Додатково про достовірність отриманих автором результатів свідчать позитивні оцінки їх впровадження.

Повнота викладу основних результатів дисертації в публікаціях.

Результати дисертаційної роботи опубліковані в 15 наукових роботах, серед яких 8 наукових статей у фахових виданнях. Також додатково результати дисертаційних досліджень оприлюднено в 7 матеріалах наукових, науково-технічних, науково-практичних конференцій.

Оцінка змісту дисертації, відповідність встановленим вимогам до оформлення.

Дисертація Мамчура Ю.В. являє собою завершену кваліфікаційну наукову працю, яка містить сукупність результатів та наукових положень, поданих автором для публічного захисту, має достатній ступінь глибини досліджень, структурованості, має логічну внутрішню цілісність та свідчить про наявний особистий внесок автора у науку.

Дисертація та автореферат написані грамотною науково-технічною мовою з використанням загальноприйнятих наукових термінів, визначень та понять, достатньо ясно та зрозуміло. Матеріали дослідження викладені логічно та послідовно. Стиль їх викладення не суперечить методології наукових досліджень. Висновки достатньо конкретні та відображають основні результати дослідження.

Автореферат відображає зміст, основні положення та наукову новизну результатів дисертації та не містить відомостей, що відсутні в дисертації.

Розроблені автором моделі та методи мають універсальний характер, результати дисертації можуть бути використані в наукових, навчальних і

проектних закладах, що займаються розробкою, модернізацією та експлуатацією авіаційних тренажерів безпілотних літальних апаратів.

Недоліки та зауваження.

1. В першому розділі крайній підрозділ має назву «Постановка наукового завдання та формалізація завдання дослідження. Проте, в даному підрозділі немає формулювання наукового завдання, відсутні формулювання часткових наукових завдань. В тексті цього підрозділу загальними словами прописані вимоги до тренажерного комплексу екологічного моніторингу. Разом із тим, задекларована в назві підрозділу математична формалізація завдання дослідження також відсутня.

2. В другому розділі дисертації автором запропоновано для розробки імітатора динаміки польоту застосувати метод зворотних (обернених) задач динаміки. При цьому не визначені переваги цього методу у порівнянні з відомими прямими методами: оптимального управління по Р. Белману, принципу максимуму Л.С. Понтрягіна, термінального керування, тощо.

3. В дисертації, в третьому розділі автором запропоновано технологію інтелектуального розвантаження оператора. Проте, тут описується процес геометричної інтерпретації процедури відшукування ефективного альтернативного рішення при введенні плоскої K -мірної полярної системи координат. При цьому, психологічні критерії не розкриті і не обґрунтовані. А сама методика передбачає вирішення завдання за будь-яких цільових функцій.

4. В підрозділі 3.2 дисертації, який називається «Формалізація задачі побудови оператором оптимальних маршрутів руху ДПЛА для проведення екологічного спостереження декількох об'єктів в одному польоті», автором описана багатокритеріальна оптимізаційна задача, що полягає у виборі послідовності об'єктів критичної інфраструктури, що підлягають спостереженню, за певними критеріями: ефективність, достовірність, вартість, тощо. Разом із тим, автор декларує запропоновану ним згортку критеріїв. Проте, така згортка має певну ступінь суб'єктивізму, що обумовлено вибором вагових коефіцієнтів. А обґрунтування вибору такої згортки, або порівняльний аналіз методів вирішення подібних оптимізаційних задач в тексті дисертації відсутній.

5. В розвиток теорії зворотних (обернених) задач динаміки автором запропоновано вираз для керуючої сили (функції керування) $f(x)$ при реалізації визначеної траєкторії руху. При цьому в дисертації не визначено, як буде змінюватися ця функція керування при застосуванні на тренажері

різних типів безпілотних літальних апаратів з різною динамікою: квадрокоптерів, мультикоптерів, звичайних літаків, тощо.

Проте відзначені недоліки та зауваження не є визначальними для наукових результатів, отриманих у дисертації, і не виключають загальну позитивну оцінку. Теоретичний рівень і глибина пророблення часткових завдань досліджень, наукова новизна, достатня обґрунтованість і достовірність основних результатів дозволяють стверджувати про внесок автора в розробку науково-методичного апарату синтезу авіаційних тренажерів безпілотних літальних апаратів екологічного моніторингу.

Висновок.

Дисертаційна робота Мамчура Ю.В. є кваліфікаційною науковою працею, яка містить нові науково обґрунтовані результати проведеного автором дослідження, що в сукупності вирішують актуальне наукове завдання, сутність якого полягає в удосконаленні інформаційного та програмного забезпечення спеціального тренажерного комплексу дистанційно пілотованих літальних апаратів екологічного моніторингу. Дисертаційна робота має зазначену наукову новизну та практичну значимість, відповідає вимогам п.п. 9, 11, 12, 14 «Порядку присудження наукових ступенів», які висуваються до кандидатських дисертацій, а її автор, Мамчур Юлій Валерійович, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.07.14 «Авіаційно-космічні тренажери».

Офіційний опонент

Завідувач кафедри вищої математики

Державного університету телекомунікацій

доктор технічних наук, професор

"4" грудня 2019 року



О.В. Барабаш

Підпис професора Барабаша О.В. засвідчує

Учений секретар вченої ради

Державного університету телекомунікацій



О.В. Попов