

ВІДГУК

офіційного опонента

доктора технічних наук, професора Адаменка Ярослава Олеговича на дисертаційну роботу Сметаніна Кирила Володимировича «Удосконалення системи екологічного моніторингу навколишнього середовища із застосуванням дистанційно-пілотованих літальних апаратів», подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека

Актуальність теми досліджень. Антропогенний вплив на навколишнє середовище, а також природні зміни чинників довкілля потребують постійного спостереження та контролю. У зв'язку з цим, виникає необхідність достовірного виконання завдань екологічного прогнозування та екологічної безпеки на основі застосування екологічного моніторингу.

Одним з перспективних методів проведення екологічного моніторингу є дистанційне зондування Землі. Метод не новий та базується на основі комплексного використання космічних, повітряних та рухомих наземних комплексів систем спостереження. В останні часи в багатьох наукових та прикладних дослідженнях у якості повітряних комплексів розглядаються безпілотні літальні апарати, дистанційно пілотовані літальні апарати (ДПЛА).

Використання таких повітряних комплексів розширюють можливості екологічного моніторингу, контролю параметрів навколишнього середовища, а також оцінювання стану зон екологічного ризику.

Інтенсивне використання дистанційних засобів в екологічному моніторингу на сучасному етапі є пріоритетним для більшості провідних країн світу. Це пов'язано з тим, що здатність дистанційних засобів відкриває нові можливості для визначення стану навколишнього природного середовища без прямого контакту.

Ефективне керування бортовим обладнанням ДПЛА, при їх застосуванні в польоті, дозволяє розширити коло визначених екологічних завдань завдяки спостереженню та підвищити якість їх розв'язання при менших витратах. Особливість системи керування ДПЛА полягає в тому, що у зв'язку зі змінами польотних завдань потрібно корегувати алгоритми керування у реальному часі польоту ДПЛА. Оскільки існуючі підходи до оптимального керування передбачають обчислювальні процедури, які у реальному часі не можуть бути реалізовані на ДПЛА, то проблематика розробки та впровадження систем оптимального керування ДПЛА є актуальною.

В дисертаційній роботі Сметаніна Кирила Володимировича вирішується актуальне науково-технічне завдання щодо удосконалення системи екологічного моніторингу з використанням ДПЛА за рахунок розробки нових моделей та методів застосування ДПЛА з багатофункціональним бортовим обладнанням на основі структурно-параметричної оптимізації її роботи.

Враховуючі вищесказане, тема дисертаційних досліджень без сумніву, є важливою та актуальною.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертація виконана у межах тематики науково-дослідних робіт Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України: «Геоєкологічний моніторинг

водних об'єктів України: комплексна оцінка та прогнозування стану» (номер державної реєстрації №0116U000795) та «Розробка та обґрунтування регіональних критеріїв припустимих змін екологічного стану поверхневих вод, геологічного середовища, приземного шару атмосфери» (номер державної реєстрації №0117U000004) та пов'язана з основними положеннями пов'язаний зі «Стратегії національної екологічної політики України на період до 2020 року».

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації. Основне наукове завдання, яке вирішуються у дисертації – удосконалення алгоритмів, технічних систем, методів управління бортовим комплексом та устаткування бортового обладнання дистанційно пілотованого літального апарата для вирішення завдань екологічного моніторингу.

Обґрунтованість та достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечувалась використанням сучасних методів досліджень, таких як методи системного, структурного та параметричного аналізу, теорія і методи оптимізації, теорія управління та методи статистичної обробки результатів, методи геоінформаційних систем, дистанційного зондування Землі. Імітаційне моделювання виконувалось на основі використання спеціального програмного комплексу MatLab 8.1.

Достовірність отриманих результатів також підтверджується повною відповідністю наведених наукових результатів сучасним теоретичним уявленням ДЗЗ та екологічного моніторингу.

У процесі детального аналізу дисертаційної роботи та автореферату не виявлено положень, тверджень та висновків, що викликають сумніви.

Оцінка результатів роботи щодо значущості для науки та практики. Отримані здобувачем результати є важливими для науки, оскільки вони розширюють загальні науково-методичні основи управління екологічною безпекою на основі екологічного моніторингу дистанційно пілотованими літальними апаратами на заданій території. Запропонований в роботі методичний підхід до вирішення завдань екологічного моніторингу є універсальним для різних видів спостережень за станом довкілля та різних типів ДПЛА і його можна рекомендувати до використання в різноманітних екологічних зонах України.

Наукове значення роботи, на думку опонента, визначають дослідження щодо алгоритму аналітичної моделі оцінювання якості виконання екологічних завдань моніторингу засобами ДПЛА, особливістю якої є пошук структури за оптимальними параметрами бортового обладнання літального апарата з урахуванням особливостей визначення характеру антропогенного впливу на стан довкілля. Особливого значення, на мою думку, мають дослідження, які спрямовані на вдосконалення методики управління рухом ДПЛА, яка враховує особливості роботи бортовим обладнанням при виконанні завдань моніторингу довкілля за заданим маршрутом за рахунок врахування показників ефективності систем спостереження, а також вдосконалена автором методика структурно-параметричної оптимізації бортового навантаження літального апарата з врахуванням характеру антропогенного впливу на території спостереження проведення екологічного моніторингу з використанням ДПЛА.

Практична значимість результатів досліджень полягає в тому, що впровадження запропонованих та вдосконалених методів та методик щодо проведення екологічного моніторингу з використанням ДПЛА дозволить суттєво підвищити достовірність та своєчасність збору даних в системі екологічного моніторингу про характер впливу на стан навколишнього природного середовища.

Наукова новизна роботи. В дисертації отримано нові науково обґрунтовані результати, які дозволяють підвищити достовірність та своєчасність збору даних в системі екологічного моніторингу про характер впливу на стан навколишнього природного середовища. Серед таких опонент хоче відзначити наступні:

1. Вперше розроблена аналітична модель оцінювання якості виконання завдань моніторингу довкілля засобами ДПЛА за допомогою пошуку структури оптимальних параметрів бортового обладнання літального апарата з урахуванням особливостей визначення характеру антропогенного впливу на стан довкілля.

2. Запропонований алгоритм керування детермінованою багатовимірною автоматичною системою, яка забезпечує стабілізацію керування ДПЛА та оперативне програмування траєкторії, що здійснюється дистанційно.

3. Отримала подальший розвиток методики структурно-параметричної оптимізації бортового навантаження та управління рухом літального апарата з врахуванням характеру антропогенного впливу на території спостереження проведення екологічного моніторингу з використанням ДПЛА.

Практичне значення отриманих результатів. Застосування запропонованих науково-методичних засад щодо використання ДПЛА в системі екологічного моніторингу можливо для: збору даних про дійсний стан довкілля заданої території; розроблення екологічних карт техногенного впливу на основі застосування бортової апаратури спостереження та здійснення якісного оцінювання параметрів навколишнього середовища при вирішенні завдань екологічного моніторингу засобами ДПЛА.

Результати дисертаційних досліджень використані в практичній діяльності, що підтверджуються отриманими актами про впровадження: у Національному центрі управління та випробувань космічних засобів, у Державній екологічній академії післядипломної освіти та управління, у науково-виробничій впроваджувальній фірмі «Геотехнологія».

Загальна характеристика роботи. Автором у вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, сформульовано мету і задачі досліджень. Наведено об'єкт, предмет і методику досліджень, визначено особистий внесок автора, зв'язок дисертації з науковими програмами та темами, представлено відомості щодо апробації роботи, її структури та обсягу публікацій.

У першому розділі проведений аналіз літературних джерел та нормативної бази України щодо систем екологічного моніторингу та можливості використання дистанційних засобів за допомогою ДПЛА. Доведена неповнота вивчення питання щодо можливості використання дистанційних пілотованих літальних апаратів у вирішенні завдань ДЗЗ та екологічного моніторингу. Автор наголошує що для якісного та своєчасного проведення екологічного моніторингу за допомогою ДПЛА можливо застосувати комбінований підхід, який включає: на першому етапі виділення району спостереження та отримання його характерних особливостей, на

другому – здійснити вибір бортового обладнання ДПЛА, яке дозволить просторово виявити та визначити з більш детальним визначенням розмірів зон ураження з урахуванням висотного профілю атмосферної зони, а на третьому – передача інформації з ДПЛА. Однак такий підхід має ряд зауважень, які пов'язані з можливостями бортового обладнання, що не дозволяє достовірно провести екологічний моніторинг.

У другому розділі запропонована науково-обґрунтована методологія проведення екологічного моніторингу на основі обґрунтування шляхів застосування безпілотних засобів та удосконалення науково-методичного апарату щодо оптимальної параметричної зміни властивостей застосування ДПЛА. Характерною рисою запропонованої методології є нововведені структурні елементи для визначення складу бортового обладнання, визначення кількості ДПЛА та визначення оптимального маршруту руху безпілотного апарата відповідно до виконання поставленого екологічного завдання.

В розділі математично доведено, що при виборі рішення, яке пов'язане з компромісом, який може бути, навіть не будучи оптимальним, в окремих діапазонах умов використання бортового обладнання, щоб задовольнило умови на всьому діапазоні. Найкраще рішення ґрунтується на врахуванні аналізу результатів всієї матриці стратегій щодо виконання завдання екологічного моніторингу з врахуванням додаткової зміни умов використання бортових систем ДПЛА.

Також автор дисертації доводить, що результат функціонування бортових систем ДПЛА є стохастичним і з кількісного боку характеризується законами розподілу параметрів, що визначають цей результат.

Автором в ході дослідження встановлено, що для ефективного вирішення завдання контролю стану навколишнього середовища в системі екологічного моніторингу за допомогою ДПЛА необхідно враховувати особливості компоновки бортового обладнання літального апарата та спеціалізовані пристрої для вивчення стану довкілля територій спостереження.

Третій розділ дисертації присвячений результатом дослідження автора щодо властивостей комплексу управління польотом ДПЛА для проведення екологічного моніторингу.

Узагальнюючи результати теоретичних і практичних досліджень автор роботи приходить до створення єдиної концепції стійкого управління бортовим обладнанням ДПЛА. Комплекси, побудовані в рамках цієї концепції, дозволяють максимально використовувати апіорну і отримувану в процесі польоту інформацію про структуру і параметри об'єкта управління.

У розділі наведені результати моделювання траєкторії польоту за оптимальним маршрутом руху ДПЛА залежно від бортових засобів. За результатом одержаних моделей були отримані залежності впливу бортових систем ДПЛА на ефективність рішення завдань проведення екологічного моніторингу.

У четвертому розділі роботи автором проведено апробацію запропонованої методики спостереження, оцінки та прогнозування стану природних та техногенних екосистем, також у розділі розроблені науково-практичні рекомендації проведення екологічного моніторингу територій з використанням ДПЛА.

Автором розроблений алгоритм проведення екологічного моніторингу за допомогою ДПЛА та приведена його апробація у межах Дністровського каньйону.

Під час проведення дисертаційного дослідження були апробовані науково-методичні підходи, на основі яких удосконалено процедуру проведення екологічного моніторингу з використанням ДПЛА, яка є основою оперативного виявлення забруднювачів в ході проведення спостереження за заданою територією.

Запропоновану технологію синтезу алгоритму керування доцільно застосовувати для забезпечення стабілізації дистанційно пілотованого літального апарата на оперативне програмування траєкторії в детермінованій постановці.

Висновки достатньо детально та логічно відображають хід розв'язання поставлених у роботі завдань, містять основні результати дисертаційного дослідження, які достатньо повно характеризують науково-практичні досягнення дисертанта.

Щодо завершеності дисертації в цілому, то слід зауважити, що це завершена наукова робота, основна частина якої викладена на 134 сторінках друкованого тексту, яка складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку використаних джерел із 117 найменувань. Містить 16 таблиць, 15 рисунків, 3 додатки на 40 сторінках.

Оформлення дисертації за структурою, мовою та стилем викладення відповідає вимогам до оформлення дисертацій, затвердженим МОН України, наказ № 40 від 12 листопада 2017 року. Мова і стиль викладання дисертації і автореферату чітко висвітлюють одержані науково-практичні результати, визначені метою досліджень.

Повнота викладення результатів дисертації в наукових фахових виданнях. Основні положення дисертації опубліковано у 20 наукових роботах, з яких: 9 статей – у наукових фахових виданнях з переліку МОН України з технічних наук, 1 стаття у наукових виданнях, що індексуються міжнародними наукометричними базами даних, 10 тез доповідей у матеріалах міжнародних та всеукраїнських конференцій.

Наведений у публікаціях матеріал повною мірою відображає основні результати та обґрунтовує наукові положення дисертаційної роботи.

Результати досліджень дисертаційної роботи Сметаніна К. В. **пройшли апробацію** на профільних конференціях з екологічної безпеки міжнародного та всеукраїнського рівнів. Варто відзначити достатність і послідовність оприлюднення основних результатів.

Ідентичність змісту автореферату основним положенням дисертації. Зміст автореферату відповідає розділам дисертації та її основним положенням.

Дисертація є одноособово створеною кваліфікаційною науковою працею, яка містить сукупність результатів та наукових положень, поданих автором для публічного захисту, має внутрішню єдність і свідчить про особистий внесок автора в науку.

Тематика досліджень відповідає паспорту спеціальності 21.06.01 – екологічна безпека. Наведені результати визначають технічне спрямування дисертаційної роботи.

Зауваження щодо змісту та оформлення дисертації та автореферату:

Позитивно оцінюючи в цілому виконану роботу, вважаю необхідним зробити ряд зауважень.

- 1) У висновках до розділу 1 автор констатує: «... досвід проведення екологічного моніторингу забруднених територій показав, що на сьогодні ефективними засобами спостереження за довкіллям є ДПЛА...», але у розділі 1 зовсім немає аналізу щодо досвіду таких досліджень.
- 2) На стор. 40 у розділі 1 автор згадує, що «...вперше висока ефективність ДПЛА була відмічена підчас оцінки стану забруднення території у 1982 році...», але не зрозуміло для якої території та як оцінювалося ця «висока ступінь». Прошу пояснити.
- 3) Як правило Розділ 1 у дисертаціях має бути присвячений огляду літературних джерел за темою роботи та базуючись на такому аналізі у висновках до розділу робиться констатація щодо подальшої мети та завданнях дисертаційних досліджень. Автор у Розділі 1 наводить певний аналіз проблеми, хоча закордонному досвіду проведення екологічного моніторингу методами ДЗЗ приділено мало уваги та й висновки було б більш конкретизувати за виникаючими завданнями дисертаційних досліджень.
- 4) У розділі 2 (пп. 2.2, стор. 69) автор робить висновок про розв'язок задачі в умовах наявних багатьох невизначеностей, але для формули (2.16) автор цитує: «... при цих допущеннях ймовірність своєчасного гасіння пожежі визначається за формулою...», при чому тут гасіння пожежі, коли у розділі розглядається питання екологічного моніторингу, а пожежі відносяться до надзвичайних ситуацій.
- 5) У пп. 2.3.2 автор приводе опис шістьох різних алгоритмів пошуку найкоротшого шляху ДПЛА, – для опонента стає не зрозумілим що тут автор вдосконалив.
- 6) На думку опонента у Розділ 3 необхідно було б надати перелік обладнання або датчиків які є характерними для проведення екологічного моніторингу.
- 7) Розділ 4 – необхідне пояснення автора до рис. 4.2 а), б) – які різні ландшафтні структури та типи природокористування тут демонструються?
- 8) Опонент вважає за доцільним у пп.4.2 та 4.3 подати більш конкретизовану інформацію щодо одержаних результатів використання запропонованої системи екологічного моніторингу з використанням ДПЛА. Наприклад, стає не зрозумілим як пов'язані результати хімічного аналізу донних відкладі та акустичних замірів глибин для Дністровського каньйону з запропонованими автором методиками?
- 9) У пп. 4.3 автор пише: «...Особливу увагу приділено математичному моделюванню та побудові 3D моделей досліджуваної території для прогнозування небезпечних процесів...» (стор.109), а за текстом ці моделі не представлені.
- 10) Автором запропоновані досить ґрунтовні та об'ємні «Екологічні завдання та періодичність їх зйомки ДПЛА для контролю стану довкілля» у Додатку 3, але на жаль за текстом немає ані опису цих завдань ані посилання на додаток.
- 11) За всіма розділами є невелика плутаниця з нумерацією рисунків, формул та посилань на них. Також, як правило, після висновку до розділу необхідно подати перелік праць автора, які стосуються розкритих питань та досягнень за розділом дисертації.

Зазначені недоліки та зауваження принципово не впливають на ступінь наукової новизни та практичної значущості отриманих у дисертації результатів. Зроблені автором висновки і положення, що виносяться на захист, добре обґрунтовані на основі представлених даних і відповідають поставленій меті та завданням дослідження.

У цілому робота Сметаніна Кирила Володимировича виконана на рівні вимог до дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата наук у відповідності до пп. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567. Дисертація є завершеною науковою працею, яка спрямована на удосконалення системи екологічного моніторингу з використанням методів ДЗЗ за рахунок розробки нових моделей та методів застосування ДПЛА з багатофункціональним бортовим обладнанням на основі структурно-параметричної оптимізації її роботи, практичне впровадження якої дозволить забезпечити достатній рівень ефективності, достовірності та своєчасності збору даних в системі екологічного моніторингу про характер впливу на стан навколишнього природного середовища.

На основі вищезазначеного можна зробити висновок, що Сметанін К.В. заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека.

Офіційний опонент:
завідувач кафедри екології
Івано-Франківського національного
технічного університету нафти і газу,
доктор технічних наук, професор

Я. О. Адаменко
11.11.2019р

Підпис Адаменка Я. О.
ЗАСВІДЧУЮ:
учений секретар ІФНТУНГ

В. Р. Процюк

Відзнака кафедри мов в Раді 18.11.2019р
Вчений секретар ради Сухасевич М.В