



**СПІЛЬНЕ ПІДПРИЄМСТВО «ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ЗВ'ЯЗКУ  
УКРАЇНСЬКОЇ АКАДЕМІЇ НАУК»**

Україна, 03148, м. Київ, Леся Курбаса, 2-Д  
Абонентська поштова скринька № 45  
тел./факс 407-65-47

E-Mail: [iec@naverex.kiev.ua](mailto:iec@naverex.kiev.ua), [director@mitris.com](mailto:director@mitris.com)

Голові спеціалізованої вченої ради  
Д 26.062.03 у Національному авіаційному  
університеті МОН України  
**Харченку Володимирі Петровичу**

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

**ВІДГУК**

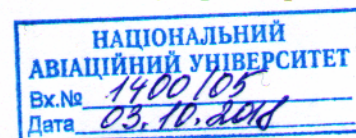
офіційного опонента, директора інституту електроніки та зв'язку Української академії наук, кандидата технічних наук, професора Наритника Геодора Миколайовича на дисертацію Шишкова Федора Олександровича за темою: "Автономна навігація сервісних космічних апаратів за сигналами глобальної навігаційної супутникової системи", подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.13 – навігація та управління рухом

**Актуальність теми дисертації**

Сфера застосування супутникових систем розширюється кожен день. Світ неможливо уявити без сучасних супутників зв'язку, спостереження та навігації. В особливості це стосується глобальної навігаційної супутникової системи (ГНСС). На сьогодні сервіс супутникової навігації є найзручнішим та найбільш перспективним засобом з визначення об'єктами свого просторового положення та складових вектору швидкості і часу. Сфера застосування супутникової навігації охоплює все більше напрямків разом з активним розширенням ринку. ГНСС використовують як для навігації на землі, на воді та повітрі, так і у геодезії та сільському господарстві, для забезпечення навігації дронів.

Однак, окрім стандартного наземного сервісу, існує також космічний сервіс. Радіонавігаційне поле, яке формується супутниковими системами, забезпечує штатне функціонування навігаційних приймачів на відстані до 2000 – 3000 км від поверхні Землі при висоті орбіт навігаційних супутників в межах 19000 – 22000 км. Цього достатньо для навігації низькоорбітальних КА. Радіонавігаційне поле на відстанях 3000 – 36000 км і далі нестійке, оскільки утворюється, в основному, за рахунок випромінювання антенних систем супутників поза Землею.

Одним з методів вирішення проблеми утилізації космічного мусору є створення сервісного космічного апарата (СКА), що здатний «захопити» об'єкт утилізації та перенести у задалегідь визначене місце у широкому діапазоні висот орбіт. При цьому СКА має знати власне положення у космічному просторі. Одним





із засобів визначення власного місцеположення є автономна навігація за рахунок ГНСС.

У дисертації вирішено актуальну науково-практичну задачу оцінювання характеристик автономної навігації у навколосемному космічному просторі по сигналам ГНСС для сервісних космічних апаратів, що має важливе значення при проведенні операцій орбітального сервісного обслуговування та утилізації космічного сміття.

Наукова задача, що вирішена у дисертації, узгоджується з постановою «Про затвердження переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 2020 року» Кабінету Міністрів України № 942 від 7 вересня 2011 р. (Із змінами) згідно до Закону України «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки» і відноситься до питання створення «Технології та засоби математичного моделювання, оптимізації та системного аналізу розв'язання надскладних завдань державного значення».

Про актуальність теми дисертації свідчать десятки публікацій міжнародних дослідників.

### **Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації**

Ступінь обґрунтованості наукових положень підтверджується відомими теоретичними положеннями статистичного аналізу та синтезу, коректним використанням методів статистичної радіотехніки, математичної статистики, матричного обчислення, методів обчислювальної математики та параметричного моделювання випадкових процесів.

Під час проведення досліджень автор спирається на відомі факти та наукові досягнення в обраній сфері.

**Достовірність результатів підтверджується** узгодженістю результатів теоретичних досліджень та комп'ютерного моделювання, та порівняння отриманих результатів з відомими даними незалежних дослідників та результатами вимірювань.

В ході дисертаційних досліджень автор отримав нові наукові результати, а саме:

1. Вперше розроблено графоаналітичну модель інтегрального оцінювання ефективності навігаційного забезпечення на геостаціонарній орбіті при використанні сигналів ГНСС, що дозволяє відобразити значення точності та доступності для різних типових операцій, для масиву положень сервісних космічних апаратів на орбіті.

2. Вперше розроблено метод моделювання навігаційних характеристик при використанні сигналів ГНСС на геостаціонарній орбіті за допомогою розробленого дисертантом наземного апаратно-програмного комплексу, що дозволяє оцінювати навігаційні характеристики у лабораторних умовах для моделювання супутникової навігації на геостаціонарній орбіті.

3. Удосконалено модель радіонавігаційного поля, зокрема додано можливість використання загоризонтних супутників, для оцінювання навігаційних характеристик точності та доступності у космічній області обслуговування.

Результати дисертаційних досліджень автора мають практичну значимість, а саме:



– показана принципова можливість автономної навігації у космічному просторі за сигналами ГНСС, що дозволяє використання супутникових приймачів для сервісних космічних апаратів на геостаціонарній орбіті. При цьому теоретично можливо забезпечити повну доступність навігації з точністю до 100 м при використанні двох сузір'їв ГНСС;

– досліджено точність та доступність автономної навігації для масиву позицій на геостаціонарній орбіті за рахунок однієї або спільного використання декількох ГНСС по сигналам, що проходять крізь основні та бокові пелюстки діаграми спрямованості;

– досліджено вплив геометричного розташування навігаційних супутників на фактори погіршення точності та навігаційні характеристики при використанні ГНСС у локальній точці на геостаціонарній орбіті.

Результати досліджень показали, що забезпечення прийнятних характеристик точності та доступності автономної супутникової навігації можливе лише при використанні сигналів, що проходять крізь основний та бокові пелюстки діаграми спрямованості антен навігаційних супутників.

### **Використання отриманих наукових та практичних результатів**

Наукові та практичні результати, які отримав здобувач, можуть використовуватися при дизайні та розробці засобів забезпечення навігації сервісних космічних апаратів, а також при обґрунтуванні технічних вимог до перспективних систем управління та навігації космічного апарату.

Результати дисертаційних досліджень впроваджені у конструкторському бюро акціонерного товариства «НБК «КУРС».

### **Повнота викладу основних результатів дисертації в опублікованих працях.**

За матеріалами дисертації опубліковано 20 наукових праць, серед яких 6 статей (4 статті у фахових виданнях, що входять до переліку видань, визначених МОН України для публікацій результатів досліджень із технічних наук, 1 стаття входить до бази даних Scopus та 1 стаття у міжнародному фаховому журналі ) та 14 тез доповідей у збірниках матеріалів науково-технічних конференцій.

### **Зміст та оформлення дисертації та автореферату**

Зміст і оформлення автореферату та дисертації відповідають встановленим вимогам МОН України. Дисертаційна робота написана у чіткій методичній послідовності, логічна та має закінчений вигляд. Основні наукові положення дисертації та її зміст повноцінно відображено у авторефераті.

Обсяг дисертації задовольняє вимогам п. 11, а обсяг автореферату задовольняє вимогам п. 13 «Порядку присудження наукових ступенів» (Постанова КМУ від 24 липня 2013 р. № 567 (зі змінами).

### **Відповідність паспорту спеціальності.**

Назва роботи відповідає самій роботі, яка відповідає паспорту спеціальності 05.22.13 – навігація та управління рухом.

### **Недоліки та зауваження.**

1. У вступі (стор. 16) визначено: «Об'єктом дослідження є процес забезпечення навігації космічних апаратів у навколоземному просторі, предметом



дослідження є процес забезпечення автономної навігації сервісних космічних апаратів по сигналам глобальної навігаційної супутникової системи у космічній області обслуговування». Але у підрозділі «Постановка задачі дослідження» (стор.36) вказано, що: «Об'єктом виступає глобальна навігаційна супутникова система, а предметом є процес забезпечення автономної навігації сервісних космічних апаратів у космічній області обслуговування», що є певною розбіжністю.

2. У дисертації не досліджено питання – чи покращиться точність вимірювань при використанні доповнень ГНСС, наприклад при використанні супутникових систем доповнення (SBAS).

3. Хоча у дисертації заявлена велика кількість сузір'їв ГНСС (GPS, GALILEO, BeiDou, ГЛОНАСС, QZSS), але в роботі в основному використовуються лише GPS та ГЛОНАСС. У розділі 4 спільне використання сузір'їв наведено на стор. 120–122, при цьому представлено результати комп'ютерного моделювання лише основних пелюсток діаграми спрямованості навігаційних супутників. Для повноти викладення матеріалу доцільно було б дослідити також спільне використання сузір'їв ГНСС і для бокових пелюсток.

4. В дисертації та авторефераті присутні стилістичні та граматичні помилки. Наприклад:

– на стор. 13 «висотою 750-1000» замість “–”, аналогічна проблема на стор.14 та інших;

– після формули (2.23) на стор. 45 немає розділового знаку, опис елементів після формули “Де...” починається з великої літери та абзацу;

– на стор.147 та загалом по розділу 5 GPS та ГЛОНАСС записані як системи, хоча у інших розділах та у висновку до розділу 5 використовується термін сузір'я.

Зазначені недоліки не є визначальними для позитивної оцінки роботи та не ставлять під сумнів основні результати.

### Висновки та загальна оцінка роботи

Дисертаційна робота Шишкова Федора Олександровича є завершеною кваліфікаційною науковою працею, що містить нові обґрунтовані наукові результати, які в сукупності є розв'язанням актуальної науково-практичної задачі. Дисертація відповідає встановленим вимогам п.п.9, 11, 12-14 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567 (зі змінами), а її автор, Шишков Федір Олександрович, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.13 – навігація та управління рухом.

Директор

Інституту електроніки та зв'язку Української  
академії наук, к.т.н.,  
академік Української академії наук

02.10.2018р.



Наритник Т. М.