

ОПИС ЗАВЕРШЕНОЇ РОЗРОБКИ (ініціативна)

Найменування розробки:

Розвиток методів управління мультисенсорними наносупутниковими платформами із врахуванням енергетичних та телекомунікаційних обмежень

Развитие методов управления мультисенсорными наноспутниковыми платформами с учётом энергетических и телекоммуникационных ограничений

Development of control methods for multisensor nanosatellite platforms taking into account energy and telecommunication constraints

1. **Номер державної реєстрації: 0116U002941.**
2. **Науковий керівник:** д.т.н., професор Лисенко О.І.; д.т.н.; D.Sc., professor Lysenko O.I..
3. **Суть розробки, основні результати.**

Метою роботи є розвиток методів управління мультисенсорними наносупутниковими платформами із врахуванням енергетичних та телекомунікаційних обмежень

В роботі отримані наступні результати:

1. **Розвинуто** методи застосування технології МІМО у наносупутникових сенсорних мережах та методи інтелектуального управління наносупутниковими платформами.
2. **Розроблено** алгоритми застосування технології МІМО у наносупутникових сенсорних мережах та методи інтелектуального управління наносупутниковими платформами; визначення координат сенсорів та побудови системи захисту інформації
3. **Побудовано** математичні моделі застосування технології МІМО у наносупутникових сенсорних мережах та методи інтелектуального управління наносупутниковими платформами; визначення координат сенсорів та побудови системи захисту інформації

Целью работы является развитие методов управления мультисенсорными наноспутниковыми платформами с учетом энергетических и телекоммуникационных ограничений.

В работе получены следующие результаты:

1. **Развито** методы применения технологии МІМО в наноспутниковых сенсорных сетях и методы интеллектуального управления наноспутниковыми платформами.
2. **Разработано** алгоритмы применения технологии МІМО в наноспутниковых сенсорных сетях и методы интеллектуального управления наноспутниковыми платформами, определения координат сенсоров и построения системы защиты информации.
3. **Построено** математические модели применения технологии МІМО в наноспутниковых сенсорных сетях и методы интеллектуального управления наноспутниковыми платформами, определения координат сенсоров и построения системы защиты информации.

The purpose of the work is to develop control methods for multisensor nano-satellite platforms taking into account energy and telecommunication constraints.

The work obtained the following results:

1. Methods of application of MIMO technology in nanosatellite sensor networks and methods of intelligent control of nanosatellite platforms have been developed.

2. Algorithms for applying the MIMO technology in nanosatellite sensor networks and methods for intelligent control of nanosatellite platforms, determining the coordinates of sensors and building an information security system have been developed.
3. Mathematical models of the application of the MIMO technology in nanosatellite sensor networks and methods of intelligent control of nanosatellite platforms, determining the coordinates of sensors and building an information security system have been built.
4. **Наявність охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності (заявка на патент, патент, свідоцтво на авторське право):**

Патент України на винахід № 112657 від 10.10.2016 р.: “Система стабілізації безпілотного літального апарата на траєкторіях баражування”. Лисенко О. І., Валуйський С. В., Кірчу П. І., Новіков В. І., Романченко І. С., Данилюк С. Л., Семенченко А. І., Тачиніна О. М., Шмаров В. М., Чумаченко С. М.
5. **Порівняння зі світовими аналогами.**

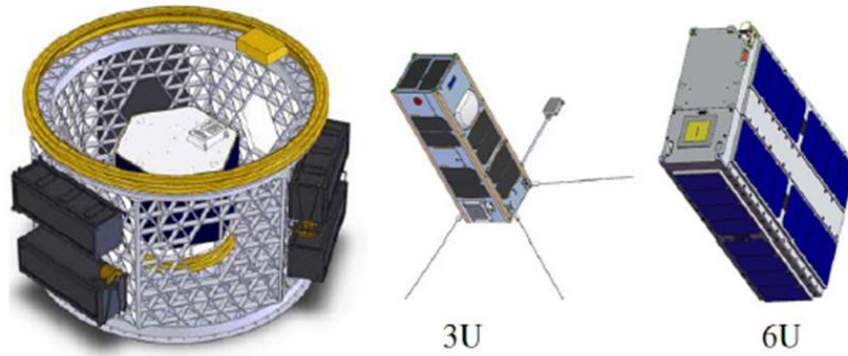
Рівень розробки відповідає світовому рівню та вимогам, що висуваються до мобільних сенсорних мереж. Перевагою розвинутих методів, розроблених алгоритмів та побудованих математичних моделей є їх спрямованість на використання у інженерингових методах конструювання програмного забезпечення для мультисенсорних наносупутникових платформ.
6. **Економічна привабливість для просування на ринок**

Економічна доцільність даної науково-технічної розробки полягає у тому, що використання розроблених методів та алгоритмів дозволяє підвищити економічну ефективність мультисенсорних наносупутникових платформ.
7. **Потенційні користувачі**

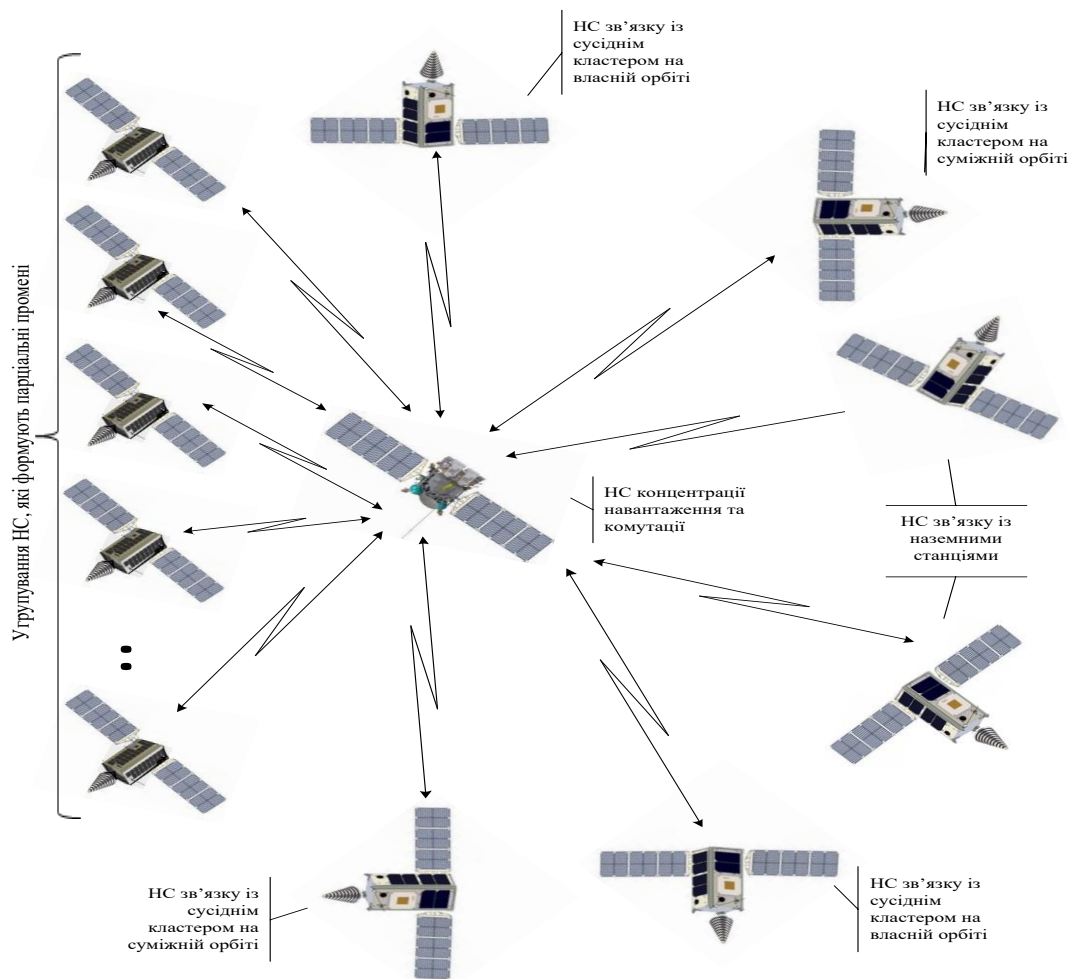
Міністерство освіти та науки України, Міністерство оборони, Державна служба з надзвичайних ситуацій, вітчизняні та закордонні організації та підприємства інформаційно-телекомунікаційної галузі.
8. **Стан готовності розробки**

Виконано перевірку ефективності використання розвинутих методів та алгоритмів на комп'ютерних математичних моделях.
9. **Існуючі результати впровадження.**

Результати роботи впроваджено в навчальний процес. Розроблено завдання для практичних занять з дисциплін «Теорія ймовірностей та математична статистика», „Математичні моделі систем масового обслуговування”, „Математичні методи наукових досліджень в телекомунікаціях та радіотехніці”, „Прикладні аспекти системного аналізу в телекомунікаціях та радіотехніці”.
10. **Форма участі інвестора** (яка краща форма участі в реалізації результатів проекту інвестора: частка в проекті%, частка від прибутку%, інше) - відсутні
11. **Обсяг інвестицій** (необхідна для результатів проекту сума інвестицій в доларах США) - відсутні.
12. **Мета інвестицій** (розширення бізнесу, створення нового підприємства, інше) – відсутні.
13. **Назва підрозділу, телефон, e-mail** – кафедра телекомунікацій, ІТС, 096-225-28-20, Lysenko.a.i.1952@gmail.com
14. **Слайди-презентації розробки**



Слайд 1. Конструкція та компоновка наносупутників



Слайд 2. Структура наносупутникової мережі

15. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання (вагомі монографії, підручники, посібники, наукові статті, дисертації, інші публікації):

1. Лысенко А.И., Тачинина Е.Н. Метод динамического программирования для оптимизации произвольной ветвящейся траектории движения составной динамической системы. Проблемы інформатизації та управління: зб. наук. праць. – К.: НАУ, 2017. – Вип. 3(59). – С.38 – 43. [Googl Scholar](#), [PINC](#)

2. **O. Lysenko, O. Tachinina.** Method of path constructing of information robot on the basis of unmanned aerial vehicle. Proceedings of the National Aviation University. –K.: NAU, 2017. –№ 4(73). – pp. 60-68. **Google Scholar, PИЦ World Cat.**

3. O. Lysenko, O. Tachinina, Alekseeva I.V. Algorithm of Optimal Control of UAV Group. Electronics and control systems, №2(56). –K.: NAU, 2018.. – pp. 114-119.**Google Scholar, PИЦ**

4. Лысенко А.И., Тачинина Е.Н. Принцип расширения для составных динамических систем с произвольной схемой ветвления траектории. Проблемы інформатизації та управління: зб. наук. праць. – К.: НАУ, 2017. – Вип. 4(60). – С.51-57. **Googl Scholar, PИЦ**

5. Лысенко А.И., Алексеева И.В., Тачинина Е.Н. Алгоритм интеллектуального подсказчика для оператора, управляющего группой БПЛА. Научный журнал «Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки» Том 28 (67) № 1 2017. - С. **19-22. ISSN 1606-3721**

6. Лысенко А.И., Явися В.С. Способ обеспечения качества канала управления беспилотными летательными аппаратами. Научный журнал «Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки» Том 28 (67) № 1 2017. – С. **23-26. ISSN 1606-3721**

7. Лысенко О.І., Явися В.С. Аналіз методів отримання сигналів управління для систем орієнтації та стабілізації нано супутника. Научный журнал «Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки» Том 28 (67) № 2 2017. – С **31-37. ISSN 1606-3721**

8. О.І. Лысенко, С.М. Чумаченко, О.М. Тесленко
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ РУХУ СКЛАДЕНОЇ СИСТЕМИ БПЛА І МУЛЬТИСЕНСОРІВ ПІД ЧАС МОНІТОРИНГУ ЗОНИ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ
Математичне та імітаційне моделювання систем. МОДС 2018 : тези доповідей Тринадцятої міжнародної науково-практичної конференції (Чернігів, 25 - 29 червня 2018 р.) с. 372-375/ М-во освіти і науки України, Нац. Акад. наук України, Академія технологічних наук України, Інже-нерна академія України та ін. – Чернігів : ЧНТУ, 2018. – 392 с. ISBN 978-617-7571-24-6

9. Явися В.С., Лысенко О.І., Петрова В.М. Оцінка питомого енергоспоживання телекомунікаційними наносупутниками // 8-9 листопада 2018 року, XI Науково-практична конференція «Пріоритетні напрямки розвитку телекомунікаційних систем та мереж спеціального призначення. Застосування підрозділів, комплексів, засобів зв'язку та автоматизації в операції Об'єднаних сил.– 2018. – К.: ВІПІ. С.240.

10. Явися В.С., Лысенко О.І. Антенні пристрої для наносупутникової системи фіксованого зв'язку // 8-9 листопада 2018 року, XI Науково-практична конференція «Пріоритетні напрямки розвитку телекомунікаційних систем та мереж спеціального призначення. Застосування підрозділів, комплексів, засобів зв'язку та автоматизації в операції Об'єднаних сил.– 2018. – К.: ВІПІ. С. 241.

11. Лысенко О.І., Новіков В.І., Петрова В.М. Метод підвищення ефективності безпроводових сенсорних мереж екологічного моніторингу, побудованих на радіогідроакустичних буях. НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ . Харків. Матеріали науково-практичного семінару «ЗАПОБІГАННЯ НАДЗВИЧАЙНИМ СИТУАЦІЯМ І ЇХ ЛІКВІДАЦІЯ» 21 лютого 2019 р. с. 95-97.

12. Лысенко О.І., Турейчук А.М., Петрова В.М. Контролювання руху об'єктів на небезпечних територіях за допомогою безпроводових сенсорних мереж. НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ . Харків. Матеріали науково-практичного семінару «ЗАПОБІГАННЯ НАДЗВИЧАЙНИМ СИТУАЦІЯМ І ЇХ ЛІКВІДАЦІЯ» 21 лютого 2019 р. с. 97-99

13. Лысенко О.І., Явися В.С., Прищепя Т.О. Спутниковые технологии в беспроводных сенсорных сетях мониторинга чрезвычайных ситуаций. НАЦІОНАЛЬНИЙ

УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ . Харків. Матеріали науково-практичного семінару «ЗАПОБІГАННЯ НАДЗВИЧАЙНИМ СИТУАЦІЯМ І ЇХ ЛІКВІДАЦІЯ» 21 лютого 2019 р. с. 99-102

14 Лисенко О.І., Тачиніна О.М. Алгоритм оптимального керування інформаційним роботом в зоні надзвичайної ситуації. НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ . Харків. Матеріали науково-практичного семінару «ЗАПОБІГАННЯ НАДЗВИЧАЙНИМ СИТУАЦІЯМ І ЇХ ЛІКВІДАЦІЯ» 21 лютого 2019 р. с. 266-268

15. Sparavalo M., Yavisya V., Lysenko A., and Tureichuk A. Approach To Building A National Satellite Communications System / International Conference Radio Electronics & Info Communications (UkrMiCo). – IEEE Xplore Digital Library. – <https://ieeexplore.ieee.org/document/9165399/references#references>. – DOI: 10.1109/UkrMiCo47782.2019.9165399. **SCOPUS**

16. Доповідь (англійською мовою) на міжнародній науковій конференції «Smart Aircraft-2019» (22 - 30 жовтня 2019 р.), Інститут аерокосмічної інженерії Сіанського транспортного університету (Xi'an Jiaotong University, School of aerospace engineering), **м. Сіань, Китайська народна республіка.**

„Концепція Чистий космос: використання повітряного старту для побудови супутникових систем зв'язку” (Concept clear space: air-lunch for satellit communication systems), автори: проф. Лисенко О.І., доценти Явіся В.С. Пономаренко С.О. КПІ ім. Ігоря Сікорського, проф. Азарсков В.М., доцент Тачиніна О.М. НАУ).

17. Ponomarenko S., Lysenko A., Tachinina O. Implementation of the CLEAN SPACE Concept Using Suborbital Spaceflights // Next-Generation Suborbital Researchers Conference, Broomfield, Colorado, USA, March 2-4, 2020.

URL: <https://www.boulder.swri.edu/NSRC2020/Site5/Authors.html>

16. Ключові слова розробки:

синхронізація в наносупутникових мережах, енергозбереження в наносупутникових мережах, маршрутизація в наносупутникових мережах, підвищення пропускнуої здатності в наносупутникових мережах, сенсорні мережі із мобільними сенсорами та телекомунікаційними нано супутниковим платформами