

# Облікова картка ДіР



## I. Загальні відомості

**Державний обліковий номер:** 0217U004924

**Державний реєстраційний номер:** 0116U007862

**Особливі позначки:** відкрита

**Дата реєстрації:** 28-11-2017

## II. Етап виконання ДіР

**Номер етапу:** 1

**Назва етапу:** Розробка алгоритмів адаптивного супроводження безпілотних літальних апаратів за даними сенсорної мережі з використанням методів пасивної локації

**Початок етапу:** 12.2016

**Закінчення етапу:** 10.2017

**Вид звітнього документа:** Остаточний звіт

## III. Відомості про виконавця ДіР

**Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи):** Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

**Код за ЄДРПОУ:** 02070921

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Розмір організації:**

**Телефон:** (044) 454-92-93

## IV. Відомості про співвиконавців ДіР

## **V. Відомості про замовника ДіР**

**Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи):** Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського" Інститут енергозбереження та енергоменеджменту

**Код за ЄДРПОУ:** 247571500

**Місцезнаходження:** вул. Борщагівська 115, м. Київ, Київська обл., 03056, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Розмір організації:**

**Телефон:** 0442049690

## **VI. Джерела, напрями та обсяги фінансування ДіР**

**Підстава для проведення ДіР:** 43 - власна ініціатива (якщо робота виконується з власної ініціативи за кошти виконавця НДР або безкоштовно)

**Напрямок фінансування:**

**Джерела фінансування**

**7706 - безплатно (договір про науково-технічне співробітництво, тощо)**

## **VII. Відомості про ДіР**

### **Назва роботи українською:**

Розробка алгоритмів адаптивного супроводження безпілотних літальних апаратів за даними сенсорної мережі з використанням методів пасивної локації

### **Назва роботи англійською:**

Development of algorithms of adaptive maintenance of the unmanned aerial vehicles according to the sensor network using the methods of passive location

### **Реферат українською:**

На сьогоднішній день все більшу увагу привертають до себе бездротові сенсорні мережі, одним з основних застосувань сенсорних мереж є створення різних систем моніторингу та відстеження рухомих джерел радіовипромінювання (ДРВ), як всередині приміщення, так і зовні. Одним із прикладів таких ДРВ можуть виступати безпілотні літальні апарати (БПЛА), які породжують новий клас загроз: падіння, вторгнення в приватне життя, фотозйомка засекречених об'єктів, контрабанда, можливість терактів, зіткнення з повітряними транспортними засобами. Це призводить до необхідності розробки систем, які вирішують завдання виявлення, визначення місця розташування і параметрів руху БПЛА. В яких важливе значення має розробка методів адаптивної фільтрації параметрів руху БПЛА на основі TDOA- і RSS- вимірювань сенсорної мережі і при їх комплексному використанні для підвищення точності визначення їх місцезнаходження і параметрів руху. Результатом роботи є синтезовані на основі математичного апарату змішаних марківських процесів в дискретному часі оптимальні та квазіоптимальні алгоритми адаптивної фільтрації параметрів руху маневрового БПЛА на основі TDOA- і RSS- вимірювань, які дозволяють зменшити СКВ помилки визначення місця розташування в горизонтальній площині в порівнянні з рекурентними алгоритмами визначення місцеположення в 2 - 4 рази, а застосування комплексної обробки TDOA- і RSS-вимірювань сенсорної мережі, дозволяє зменшити СКВ цієї помилки додатково в 2 - 7 рази. СКО помилки оцінки висоти адаптивним алгоритмом на основі TDOA- і RSS-вимірювань є близьким до значень, отриманих адаптивним алгоритмом на основі TDOA-вимірювань. Також адаптивні фільтри на основі TDOA- і RSS-вимірювань дозволяє розпізнати зависання і майже рівномірний рух БПЛА з ймовірністю близькою до одиниці. Адаптивний фільтр на основі комплексної обробки TDOA- і RSS-вимірювань дозволяє підвищити ймовірність розпізнавання короточасних маневрів БПЛА в 2-3 рази. Отримані в роботі нові теоретичні положення доцільно використовувати в проектних і науково-дослідних організаціях, що займаються розробкою сучасних систем цифрової обробки радіолокаційної інформації.

### **Реферат англійською:**

Today, more and more attention is attracted to wireless sensor networks, one of the main applications of sensor networks is the creation of various monitoring systems and monitoring of moving radio sources (RS), both indoors and outdoors. One example of such RS can be unmanned aerial vehicles (UAV) that generate a new class of threats: application in the terrorist purposes, photographing of the secret objects, invasion on the forbidden territory, etc. This leads to the need to develop security systems that solve the problem of detection, positioning and motion parameters of the UAV. In which it is important to develop methods for adaptive filtering of parameters of the UAV movement based on TDOA- and RSS-measurements of the sensor network and in their complex use. The result of the work is synthesized on the basis of a mathematical apparatus of the mixed Markov processes in discrete time optimum and quasioptimum adaptive algorithms for filtration of parameters of the UAV movement based on TDOA- and RSS-measurements that allow to reduce the RMS errors in positioning in the horizontal plane in comparison with the recurrent algorithms of determining the location 2 to 4 times, and the use of complex processing of TDOA- and RSS-measurements of the sensor network, in addition 2 to 7 times. RMS errors height estimation by the adaptive algorithm based on TDOA- and RSS-measurements is close to the values obtained by

the adaptive algorithm based on TDOA-measurements. Also adaptive filters based on TDOA- and RSS-measurements allow to recognize the hovering and almost uniform motion of the UAV with a probability close to unity. Adaptive filter based on complex processing of TDOA- and RSS-measurements makes it possible to increase the probability of recognition of short-term UAV maneuvers by 2-3 times. The new theoretical positions obtained in the work are expedient for use in design and research organizations engaged in the development of modern systems for digital processing of radar information.

**Індекс УДК:** 621.396.933:527.8, 621.396.96

**Коди тематичних рубрик:** 47.49.29

**Керівники роботи**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:** Жук Сергій Якович

**Науковий ступінь:** д. т. н.

**Вчене звання:** професор

**Ідентифікатор ORCID ID:**

**Додаткова інформація:**

## **VIII. Наукова (науково-технічна) продукція (НТП)**

**Назва НТП українською:** Розробка алгоритмів адаптивного супроводження безпілотних літальних апаратів за даними сенсорної мережі з використанням методів пасивної локації

**Назва НТП англійською:** Development of algorithms of adaptive maintenance of the unmanned aerial vehicles according to the sensor network using the methods of passive location

**НТП, яку передбачалося створити:**

**Причини, через які НТП не було створено:**

**Отримані результати:**

**Галузь застосування:** Радіолокація

**Реєстраційний номер картки технології:**

**Опис НТП:** Для підвищення точності визначення параметрів руху БПЛА розроблено методи адаптивної фільтрації параметрів руху БПЛА на основі TDOA- і RSS- вимірювань сенсорної мережі і при їх комплексному використанні. При цьому траєкторія цілі розділяється на ділянки руху з маневром і без нього. При маневрі цілі, фільтр, що враховує гіпотезу руху цілі без маневру, постійно корегується другим фільтром, що запобігає його значній розбіжності, і дозволяє швидко відновити працездатність після закінчення маневру. Розроблені адаптивні алгоритми дозволяють підвищити точність оцінювання параметрів руху БПЛА на ділянках висіння і руху без маневру. Визначено, що їх можна реалізувати в реальному масштабі часу на сучасних процесорах. Проведено аналіз квазіоптимальних алгоритмів на тестових траєкторіях руху цілі з різними видами маневру шляхом статистичного моделювання на ЕОМ .

**Соціально-економічна спрямованість НТП:**

**Вплив НТП на довкілля:**

**Впровадження НТП:** Не впроваджено

**Практична реалізація НТП**

**Початок етапу:** 2 роки

**Закінчення етапу:**

**Споживачі продукції:** проектні і науково-дослідні організації, що займаються розробкою сучасних систем цифрової обробки радіолокаційної інформації

**Перспективні ринки:** Україна, країни СНД

**Характер співробітництва з інвестором**

**Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.:** 0

**Права, що надаються інвестору після завершення роботи:**

**Наявність бізнес-плану:** Ні

**Техніко-економічне обґрунтування:** Ні

**Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:** 0

**Очікуваний термін окупності (років):** немає

**Додаткова інформація:** не надаються

## IX. Бібліографічний опис

1. Товкач И. О. Адаптивная фильтрация параметров движения БПЛА по данным сенсорной сети на основе измерения мощности принимаемого сигнала / И.О. Товкач, С.Я. Жук // Вестник НТУУ "КПИ". Серия Радиотехника. Радиоаппаратостроение. – 2017. – № 69. – с. 41-48. 2. I.O. Tovkach, S.Ya. Zhuk (2017). Recurrent Algorithm for TDOA Localization in Sensor Networks, J. Aerosp. Technol. Manag., S'o Jos? dos Campos, Vol.9, №4, pp.489-494, Oct.-Dec., 2017. <http://dx.doi.org/10.5028/jatm.v9i4.727> 3. I. Tovkach, S. Zhuk (2017). Filtration of parameters of the UAV movement at complex use of data sensor networks, obtained based on the TDOA and RSS methods, Information and Telecommunication Sciences. 2017, №1, pp.31-36. <https://doi.org/10.20535/2411-2976.12017.31-36> 4. Tovkach I.O., Zhuk S.Ya. Adaptive filtration of parameters of the unmanned aerial vehicle movement on data from its location calculated on the basis the time difference of arrival method, 2017 IEEE First Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON), pp. 160-165 5. Tovkach I.O., Zhuk S.Ya., Tkachuk P.S. Methods of determining the location of the radio sources in sensor networks based on WLAN, The International Emergency Management Society, Special Edition, ISSUE 5 – April 2017, pp. 43-46. 6. Tovkach I.O., Zhuk S.Ya. Adaptive filtration of parameters of movement of the maneuvering UAV according to sensor networks, The International Emergency Management Society, Special Edition, ISSUE 5 – April 2017, pp. 47-50. 7. Товкач И.О. Анализ точностных характеристик алгоритма калмановской фильтрации параметров движения БПЛА по данным сенсорной сети на основе метода RSS /И.О.Товкач, С.Я.Жук // Міжнародна науково-технічна конференція "Радіотехнічні поля, сигнали та системи". Київ, 20 – 26 березня 2017 р.: матеріали конференції – Київ, 2017. – С. 47 – 49. 8. Товкач И.О. Фильтрация параметров движения БПЛА при комплексном использовании данных сенсорной сети, полученных на основе методов TDOA и RSS /И.О.Товкач, С.Я.Жук // XI Міжнародна науково-технічна конференція "Проблеми телекомунікацій" ПТ-2017: Збірник матеріалів конференції. К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – С. 374 – 376.

## X. Заключні відомості

**Керівник юридичної особи**

Антипенко Руслан Володимирович

К. Т. Н.

**Перелік осіб-виконавців**

Неуймін Олександр Станіславович

Товкач Ігор Олегович

**Відповідальний за підготовку  
облікових документів**

**Телефон**

**Реєстратор**

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є  
відповідальним за реєстрацію наукової  
діяльності**

