

**Локальна позиційна навігаційна система підвищеної надійності.**

**Локальная позиционная навигационная система повышенной надежности.**

**High reliability local positioning navigation system.**

1. **Номер державної реєстрації - 0118U003636**
2. **Науковий керівник – д.т.н., проф. Якименко Ю.І., Якименко Ю.И., Yakimenko Y.I.**
3. **Суть розробки, основні результати.**

**(укр.)** Визначено алгоритмічні і технологічні підходи з технологічно-конструктивної та алгоритмічно-програмної інтеграції/комплексування навігаційно - вимірювальних модулів та сенсорів. Проведено патентний та інформаційний пошук відомих технічних та технологічних рішень. Розроблено фізико-математичну модель вирішення навігаційної задачі при використанні встановленої структури локальної навігаційної позиційної системи. Розраховано оптимальні конструктивні параметри та експлуатаційні режими роботи платформи повітряного базування для локальної навігаційної системи. Розроблено навігаційний алгоритм роботи та відпрацювання окремих алгоритмічних операцій. Підібрано технологічне обладнання для підсистем, сенсорів. Розроблено та відпрацьовано технологічний процес комплексування компонентів локальної навігаційної системи. Обрано технологічні підходи з реалізації методів радіонавігації. Розроблено та підібрано обладнання для вирішення навігаційної задачі при використанні радіотехнічних засобів.

Визначено обладнання, реалізовано методи та підходи оснащення літаючої платформи локальної позиційної навігаційної системи допоміжними високоефективними джерелами альтернативного енергопостачання, що підвищить надійність та термін польотної експлуатації розроблюваної системи. Розроблено алгоритми узгодженої роботи повітряних сегментів ЛПНС. Розроблено конструкцію платформи повітряного базування для ЛПНС. Реалізовано заходи для підвищення ефективності роботи розроблюваної системи. Розроблено методи інтеграції ЛПНС з супутниковою системою моніторингу та геоінформаційними системами для визначення оптимальних за метеоданими ділянок поверхні можливого розміщення реперних точок та виявлення наземних навігаційних орієнтирів. Розроблено радіотехнічне забезпечення передачі та обробки даних споживачам навігаційної інформації. Виготовлено експериментальний зразок базового модуля ЛПНС наземного (повітряного) базування.

**(рос.)** Определены алгоритмический и технологический подходы к технологически-конструктивной и алгоритмико-программной интеграции комплекса навигационно-визуальных модулей и датчиков. Выполнено патентно-информационное исследование по ряду технических и технологических решений. Разработана физико-математическая модель решения навигационных задач со структурой локальной навигационной позиционной системы. Разработаны оптимальные конструктивные параметры и режимы работы роботизированных платформ для локальной навигационной системы. Разработан алгоритм навигации и реализация дополнительных алгоритмических операций. Разработано технологическое оборудование для систем, датчиков. Реализован технологический процесс комплексирования компонентов локальной навигационной системы. Получены технологические подходы к реализации методов в радионавигации. Он был выбран для решения навигационных задач с использованием выбранного радиооборудования. Выбрано оборудование для оснащения воздушных (летающих) платформам локальных навигационных систем позиционирования дополнительными высокоэффективными источниками энергии, чтобы повысить надежность и время эксплуатации. Разработан алгоритм управления объединения сегментов ЛПНС. Разработана конструкция платформы

ЛПНС. Разработаны методы интеграции ЛПНС с системой спутникового мониторинга и геоинформационными системами для определения оптимальных метеорологических условий и обнаружения наземных ориентиров для навигации. Разработаны радиотехническое обеспечение для передачи и обработки данных для потребителей навигационной информации. Изготовлен опытный образец базового блока ЛПНС наземного (воздушного) базирования.

(eng) Algorithmic and technological approaches to the technological-constructive and algorithmic-software integration of the complex of navigation-visual modules and sensors are determined. A patent information study was carried out on a number of technical and technological solutions. A physical and mathematical model for solving navigation problems with the structure of a local navigation positional system has been developed. Optimal design parameters and operating modes of robotic platforms for a local navigation system have been developed. A navigation algorithm and implementation of additional algorithmic operations have been developed. Technological equipment for systems and sensors has been developed. The technological process of integrating the components of the local navigation system has been implemented. Technological approaches to the implementation of methods in radio navigation have been obtained. It was chosen to solve navigation problems using the selected radio equipment. Equipment has been selected for equipping air (flying) platforms of local navigation positioning systems with additional highly efficient energy sources to increase reliability and operating time. A control algorithm for combining LPNS segments has been developed. The design of the LPNS platform has been developed. Methods have been developed for integrating LPNS with a satellite monitoring system and geoinformation systems to determine the optimal meteorological conditions and detect landmarks for navigation. Radio-technical support for data transmission and processing for navigation information consumers has been developed. A prototype of a ground (air) based LPNS base unit was manufactured.

#### **4. Наявність охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності.**

Патент України 136582, МПК(2019.01) G01R 27/04, G01R 27/26. Мікросмужкова комірка для визначення діелектричної проникності та фактору втрат матеріалів на надвисоких частотах / Д. Д. Татарчук, Ю. В. Діденко, Ю. М. Поплавко ; заявник і власник Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». – № u 201902285 ; заявл. 06.03.2019 ; опубл. 27.08.2019, Бюл. № 16.

<https://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=261401>

Патент України 126094, МПК (2016.01) C04B 35/453. Спосіб отримання однофазних мультифероїтів на основі фериту вісмуту / О. В. Пащенко, Д. Д. Татарчук, М. О. Леденьов, Ю. В. Діденко, В. К. Прокопенко, Ю. М. Поплавко ; заявник і власник Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Донецький фізико-технічний інститут ім. О. О. Галкіна НАН України. – № u 2017 11898 ; заявл. 05.12.2017 ; опубл. 11.06.2018, Бюл. № 11.

<https://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=248039>

#### **5. Порівняння зі світовими аналогами.**

Науково технічний рівень виконаної роботи та отримані результати **відповідають світовому рівню**, а запропоновані підходи до побудови локальної позиційної системи не мають аналогів у світовій практиці інженерії безпілотних літальних апаратів та інженерії локальних позиційних навігаційних систем. Нова концепція реалізації локальної позиційної навігаційної системи з елементами повітряного базування при використанні групи безпілотних літальних апаратів забезпечує більш високі показники достовірності, надійності та автономності навігаційної інформації.

В науково-дослідній роботі авторами розв'язані вказані задачі шляхом проведення наукових досліджень, моделювання, розробки ескізної документації, виготовленням та

випробуванням експериментальних зразків модулів локальної позиційної навігаційної системи.

#### **6. Економічна привабливість для просування на ринок.**

Розробка виконана з урахуванням необхідності здешевлення у виробництві робототехнічного комплексу павітряного базування завдяки зниженню ресурсо- та матеріалоемності. Використання даної розробки дозволить реалізувати системи для забезпечення локальної навігації.

#### **7. Потенційні користувачі.**

Результати роботи можуть бути реалізовані серед потенційних замовників даної науково-технічної продукції, для вирішення задач моніторингу, систем передачі даних (в тому числі навігаційних). Розроблені при виконанні роботи нові технології та методики можуть бути впроваджені як окремі технологічні операції та ноу-хау у виробництво на підприємствах мікроелектронного та навігаційного профілю (ДП “НДІ Мікроприладів“, АТ “ЛУЧ“, НПО “Сатурн“, АТ “Квазар“, ВО “Радіовимірювач”) в сучасних високотехнологічних розробках нових навігаційних приладів, ефективних радіотехнічних та електронних перетворювачів застосувань в системах передачі даних.

#### **8. Стан готовності розробки.**

Розроблений, виготовлений та випробуваний макет базового модуля локальної позиційної навігаційної системи підвищеної надійності повітряного базування.

#### **9. Існуючі результати впровадження.**

Науково-технічні результати НДР впроваджені також в навчальному процесі при підготовці бакалаврів, магістрів та докторів філософії спеціальності «Авіа-та ракетобудування» в курсах лекцій та лабораторних занять дисциплін «Системи технічного зору», «Системи керування літальними апаратами», «Сучасні системи автоматичного керування», «Роботизовані і навігаційні системи і комплекси».

Готуються до захисту 1 дисертація доктора наук, 2 дисертації доктора філософії.

**10. Назва підрозділу, телефон, e-mail.** КПІ ім. Ігоря Сікорського, НДІ Електроніки та мікросистемної техніки (044) 236-96-76 bogdan@ee.ntu-kpi.kiev.ua

#### **11. Фото розробки.**

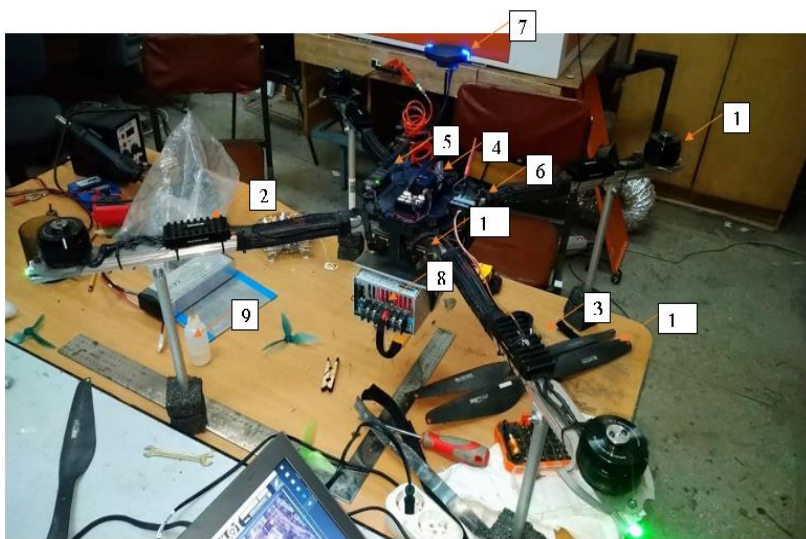


Рис. 1. Платформа ЛПНС



Рис. 2. Антенні пристрої ЛПНС

## 12. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання.

1. Microwave absorbing and shielding properties of inhomogeneous conductors and high-loss dielectrics / >V. Bovtun<, M. Kempa, D. Nuzhnyy, J. Petzelt, O. Borisova, O. Machulianskyi, >Y. Yakymenko< // *Ferroelectrics*. – 2018. – Vol. 532. – P. 57–66.

2. Soft mode driven local ferroelectric transition in lead-based relaxors / D. Nuzhnyy, J. Petzelt, >V. Bovtun<, S. Kamba, J. Hlinka // *Applied Physics Letters*. – 2019. – Vol. 114. – 182901(1) - 182901(5).

3. >V Bovtun<, M Kempa, D Nuzhnyy, J Petzelt, O Borisova, O Machulianskyi, >Y Yakymenko< / Composition dependent microwave properties of dielectric-conductor nanocomposites // *Phase Transitions*. – 2018. – Vol. 91 (9-10), p.1027-1035

4. >V Bovtun<, M Kempa, D Nuzhnyy, J Petzelt, O Borisova, O Machulianskyi, >Y.Yakymenko< / Microwave absorbing and shielding properties of inhomogeneous conductors and high-loss dielectrics // *Ferroelectrics* . – 2018. – Vol. 532 (1), p. 57-66

5. Composition dependent microwave properties of dielectric-conductor nanocomposites / >V. Bovtun<, M. Kempa, D. Nuzhnyy, J. Petzelt, O. Borisova, O. Machulianskyi, >Y. Yakymenko< // *Phase Transitions*. – 2018. – Vol. 91. – P. 5027-1035.

## 13. Ключові слова. Локальна позиційна навігаційна система, безпілотний літальний апарат