

## **Розробка системи контролю та управління роботизованими мобільними засобами для комплексного моніторингу стану середовища та наземних об'єктів**

## **Разработка системы контроля и управления роботизированными мобильными средствами для комплексного мониторинга состояния среды и наземных объектов**

## **Development of a system for monitoring and control of mobile robotic tools for complex environmental monitoring and ground objects**

1. **Номер державної реєстрації\_0113U003351,**
2. **Науковий керівник (вчений ступінь, звання) - д.т.н., проф. Стенін О. А., Стенин А. А., Stenin Alexandr A.**
3. **Суть розробки, основні результати**

**(укр.)**

Розроблено нову архітектуру та базові компоненти системи контролю та управління БПЛА з роботизованим пристроєм та Платформою Тактичної Підтримки (ПТП) для загоризонтного керування як безпілотником, так і роботом, структуру апаратно-програмного комплексу Наземного Центру Управління (НЦУ), схеми інтеграції основних підсистем і засобів – серверів реєстрації, аналізу та обробки даних результатів моніторингу наземних об'єктів, сервера доступу до ресурсів відповідних сховищ даних та баз даних, компонентів системи управління цими ресурсами та потоками даних і відео.

Розроблено нову технологію обробки результатів наземного моніторингу та робіт з бортовим роботом, що формують потоки телеметрії, оперативного управління БПЛА та ПТП, потоки даних з відеокамер, дані дистанційного керування роботом на БПЛА, прискорюють аналіз і обробку даних у ІТ-середовищі системи з використанням метамоделей опису та обробки повідомлень, а також на основі відповідних сервісів і ресурсів НЦУ. Створені нові прикладні бібліотеки та додатки, що їх застосовують, структура оперативної БД системи, структура сховища даних, правила інтеграції інформації та налаштування системи на базі розроблених шаблонів управління та метамоделей сервісів. При виконанні проекту проведено аналіз і моделювання типових схем управління БПЛА, динаміки перехідних процесів гвинтомоторної групи, розробленого бортового роботизованого пристрою та технологічних особливостей реалізації задач аналізу каналів передачі потоків даних з бортових систем безпілотника та ПТП, розроблено вимоги до ОС і прикладних програмних компонентів для створення сервісів аналізу і обробки цих потоків, а також підсистему віртуального зберігання реальних і змодельованих даних та відео на базі мережевого сховища QNAP – TS638.

**(рос.)**

Разработана новая архитектура и базовые компоненты системы контроля и управления БПЛА с роботизированным устройством и Платформой Тактической Поддержки (ПТП) для загоризонтного управления как беспилотником, так и роботом, структуру аппаратно-програмного комплекса Наземного Центра Управления (НЦУ), схемы интеграции основных подсистем и средств - серверов регистрации, анализа и обработки данных результатов мониторинга наземных объектов, сервера доступа к ресурсам соответствующих хранилищ данных и баз данных, компонентов системы управления этими ресурсами и потоками данных и видео.

Разработана новая технология обработки результатов наземного мониторинга и работ с бортовым роботом, которые формируют потоки телеметрии, оперативного управления БПЛА и ПТП, потоки данных с видеокамер, данные дистанционного управления роботом на БПЛА, ускоряют анализ и обработку данных в ИТ- среде системы с использованием метамоделей описания и сообщений, а также на основе соответствующих сервисов и ресурсов НЦУ. Созданы новые прикладные библиотеки и приложения, структура оперативной БД системы, структура хранилища данных, правила

интеграции информации и настройка системы на базе разработанных шаблонов управления и метамоделей сервисов. При выполнении проекта проведен анализ и моделирование типичных схем управления БПЛА, динамики переходных процессов винтомоторной группы, разработанного бортового роботизированного устройства и технологических особенностей реализации задач анализа каналов передачи потоков данных с бортовых систем беспилотника и ПТП, разработаны требования к ОС и прикладных программных компонентов для создания сервисов анализа и обработки этих потоков, а также подсистему виртуального хранения реальных и смоделированных данных и видео на базе сетевого хранилища QNAP - TS638.

(англ.)

A new architecture and basic components of the UAV control system with robotic devices and Tactical Support Platform(TSP) for horizon control so a drone and robot were develop, the structure of hardware and software complex Ground Control Centre (GCC), circuit integration of major subsystems and equipment – registration server, data analysis and data processing ground facilities monitoring results, the server for access to the resources of the relevant data warehouses and databases, components of these management systems and data streams and video.

The new technology was develop for processing of ground-based monitoring results and works with the onboard robot that form the streams of telemetry, operational UAV and TSP control, data streams from cameras, remote control data robot on UAVs, accelerate the analysis and processing of data in the IT environment of the system using the meta description and messages, as well as on the basis of relevant services and resources GCC. Created new library application, the structure of the operational database systems, data storage structure, rules, information integration and configuration of the system based on the developed templates of control and metamodels of service. When the project was developed the analysis and modeling of typical UAV control schemes were made, the dynamics of transients of air-propellers group, developed of airborne robotic devices and technological features of the implementation for analysis of tasks of flow channels data from onboard systems drone and TSP, developed requirements for operating system and for an application software components to create services of analysis and processing of these streams, as well as the virtual storage subsystem of real and simulated data, and video-based network-attached storage QNAP - TS638.

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

(заявка на патент, патент, свідоцтво на авторське право).

Не оформлялися.

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

Рівень розробки: перевищує вітчизняний з напрямку Business Decision-Makers, щодо структуризації управління в розподілених інформаційних системах, оптимізації їх служб і сервісів, інтеграції ІТ-ресурсів, в тому числі узагальнення інформації, її розпізнавання та

класифікацію при мінімізації ризиків несанкціонованого доступу до їх компонентів чи втрати даних, в порівнянні, наприклад, з провідними представниками корпоративного бізнесу Softserve, Microsoft чи Terrasoft.

Технологія відрізняється від відомих методів тим, що дозволяє адаптувати засоби обробки даних та відео бортовими системами БПЛА та засобами обробки наземних центрів управління між собою та динамічно модифікувати їх роботу, створити конкурентоспроможні програмні засоби, які більш гнучкі при інтеграції. Перевагою розробленої технології та засобів над системами, що використовуються сьогодні, є значно нижча собівартість обробки даних в ІТ-системах обробки.

Робота спрямована на створення нових технологій інтеграції значних об'ємів прикладних даних на базі розроблених метамоделей і на практичну реалізацію нових сервісних технологій на основі розробленого апаратно-програмного комплексу з

використанням базового безпілотної з бортовим роботизованим пристроєм для виконання унікальних наземних робіт.

*Авторам розробки не відомі* приклади застосування квадрокоптера з роботизованим пристроєм на борту, який би мав загоризонтне керування через літаючу платформу, що здійснює тактичну підтримку БПЛА з роботом у зоні, яка не досяжна при прямому керуванні ним з наземного центру управління.

**6. Економічна привабливість для просування на ринок** (*вартість реалізації проекту, терміни впровадження та окупності, показники*).

Застосування розроблених технологій та програмних засобів дозволяє значно знизити собівартість та підвищити швидкість та якість обробки отриманих в результаті моніторингу даних та відео за рахунок:

- використання схеми загоризонтного управління квадрокоптера з роботизованим пристроєм на борту через мультикоптер - платформу у місцях, не досяжних для ручного прямого управління з наземного центру;
- використання технології брокерів обробки та управління для зв'язування на рівні метаданих результатів відеомоніторингу з даними пілотування і параметрами бортового роботизованого пристрою, що підвищує на 20 – 30 % продуктивність, гнучкість і оперативність процесів обробки потоків відеоданих наземного моніторингу;
- підвищення у 2-3 рази ефективності та стійкості процесів обробки потоків відео з декількох відеокамер при високих навантаженнях на сервери наземного комплексу;
- зниження (на 20 – 30 %) витрат на впровадження нових сервісів, динамічно модифікувати процеси їх обробки за рахунок широкого використання уніфікованих компонентів з динамічною інтерпретацією метамоделей обробки та управління.

**7. Потенційні користувачі** (*галузі, міністерства, відомства, підприємства, організації*).

- Потенційними замовниками та їх зацікавленнями у використанні результатів розробки можуть бути Міністерство аграрної політики та продовольства України, Міністерство екології та природних ресурсів України, Міністерство інфраструктури України, Державна служба України з надзвичайних ситуацій а Державна служба України з питань геодезії, картографії та кадастру;
- ІТ організації та компанії, які створюють системи моніторингу наземних об'єктів із застосуванням БПЛА і технологій віддаленого керування ними через радіолінії, Інтернет та мобільні засоби зв'язку;
- ІТ-фахівці, які працюють в області створення і моделювання розподілених систем обробки інформації корпоративного рівня та їх дослідження;
- Структурні підрозділи НТУУ «КПІ», в тому числі КБ ІС, ФАКС, ФІОТ, ФПМ, при створенні наукоємних комплексів для дистанційного навчання та підготовки магістрів і PhD- фахівців університету;
- Вітчизняними та закордонними компаніями при розробці інтегрованих систем управління в середовищі розподілених систем обробки інформації.

**8. Стан готовності розробки** (*лабораторний або промисловий зразок, технічна документація, бізнес-план, готова до впровадження*).

Розроблено програмні компоненти та шаблони налаштування обладнання для розгортання системи на фізичних серверах, віртуальному середовищі в «хмарних» інфраструктурах корпоративного рівня. Проведено комплексне навантажувальне тестування програмних компонент брокерів різного типу та веб-сервісів.

Проведено моделювання динаміки 3-х ланкового роботизованого пристрою та його виконавчих елементів, а також моделювання процесу управління гвинтомоторним блоком квадрокоптера із застосуванням ПД регулятора з подвійним диференцюванням робочих сигналів керування, що дає можливість значної компенсації паразитних перехресних зв'язків керування.

Можлива розробка дослідно-промислових систем з використанням цих технологій та впровадження у процеси створення нового програмного забезпечення чи інтеграції вже існуючих систем при умові додаткового госпдоговірного фінансування від замовників.

#### 9. Існуючі результати впровадження.

Основні положення роботи впроваджені у навчальний процес при викладанні дисциплін: "Архітектура корпоративних систем" (у розділі «Архітектура додатків» та у лабораторних роботах «Знайомство з технологією структурного аналізу та проектування SADT»); «Корпоративні інформаційні системи і технології» (у розділі «SOA- сервісно-орієнтовані архітектури » та «Технологія Cloud Computing»); «Мікроконтролерне управління робототехнічними комплексами», «Гнучкі комп'ютеризовані системи» та «Проектування ГКС».

Результати роботи використані при підготовці кандидатської дисертації Гуменного Д.О. "Автоматизація процесу керування усталеним рухом антропоморфного крокуючого апарата", яка захищена у червні 2016р.

Розроблені результати моделювання розрахунків динаміки роботизованого пристрою та його компонентів передано для впровадження до Київського спеціального конструкторського Бюро СКБ - Персектива. Заплановано сумісне використання технології і пристроїв з холдингом «Група компаній "РОСТ" (Україна)» та компанією SinceTV (Великобританія).

#### 10. Форма участі інвестора

Краща форма участі в реалізації проекту – частка 70% при створенні дослідного зразка та конструкторської документації бортової роботизованої платформи.

#### 11. Обсяг інвестицій

Бажана сума інвестицій – 7-8 тис. дол. США частками на протязі одного року.

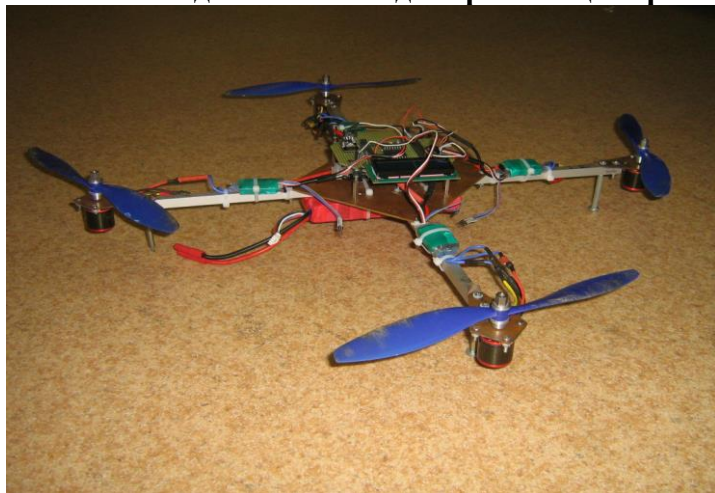
#### 12. Мета інвестицій

Напрацювання дослідного зразка та конструкторської документації бортової роботизованої платформи.

#### 13. Назва підрозділу, телефон, e-mail.

НТУУ"КПІ", Факультет інформатики та обчислювальної техніки, НДІ системних технологій, р.т. 406-86-13, [y.timoshin@kpi.ua](mailto:y.timoshin@kpi.ua)

#### 14. Фото або декілька слайдів презентації з фото розробки в електронному вигляді



Макетний зразок Платформи  
Тактичної Підтримки  
Характеристики:

- max H>6,0 m
- max P<sub>g</sub> до 4kg
- max V = 80-100km

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

1. Тимошин Ю. А., Гохкаленко С.Д. Целевое применение и основные тенденции совместного внедрения BIG DATA та IoT3A // Междунар. Научн. Жур.

- (INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL), електронний ресурс:  
<http://www.inter-nauka.com/issues/2016/3/945.-2016>. 14стр.
2. Ткач М. Розробка концепції та системи управління багатоцільовим роботоманіпулятором для виконання орбітального сервісу / Гуменний Д., Ткач М., Чкалов О., Тимошин Ю. // 15th UcoSR. – 26.08.2015/ - С.98-104.
  3. Бібліографічний опис: Models for Analysis and Prognostication of the Indicators of the Distributed Computer Systems Characteristics, International Review on Computers and Software, Vol. 10, N. 12, 2015.; Автор: Корнага Я.І. Мова публікації: західноєвропейська, <https://www.researchgate.net/journal/1828-6003-International-Review-on-Computers-and-Software>
  4. Бібліографічний опис: Stochastic RA-Network for the Nodes Functioning Analysis in the Distributed Computer Systems, Computer Network and Information Security, 2016, №6; Автор: Корнага Я.І. Мова публікації: західноєвропейська, веб-адреса: <http://www.mecspress.org/ijcnis/indexing.html>
  5. Тимошин Ю. А., Орленко А.А., Киричек Н.И., Ружевский Н.С. Концепция и особенности распределенной СУБД GLOBALSTORAGE. // Матеріали наукової конференції студентів, магістрантів та аспірантів «Інформатика та обчислювальна техніка» – ІОТ-2016», 25 – 27 квітня 2016 року. – К., 2016.- стор. 106-110
  6. Назва заходу International Scientific and Practical Conference “ WORLD SCIENCE” – 2015; Назва держави – ОАЕ4 Назва Доповіді – Механизмы интеграции средств защиты в среду распределенных компьютерных систем; Авторы – Вишневський В.В., Мухін В.Є., Корнага Я.І., Корнага Н.П.; Місце проведення –Дубаї; Дата проведення: 24.09.2015, веб-адреса: [http://ws-conference.com/view\\_issue.php?issue=12](http://ws-conference.com/view_issue.php?issue=12)
  7. Ткач М. М. Математичне моделювання кінематичних зв'язків антропоморфного крокуючого апарата / Ткач М. М., Гуменний Д. О. // Адаптивні системи автоматичного управління. – 04.09.2015. – С. 84–91. веб-адреса: <http://asac.kpi.ua>
  8. Ткач М. Система управління процесом неперервного сортування малогабаритних об'єктів із застосуванням оптичного тривимірного сканування / Ткач М. М., Гуменний Д. О., Маленко М. В., Юзюк Ю. О., Скиба Р. С. // Адаптивні системи автоматичного управління – 10.06.2015. – С.110–124. веб-адреса: <http://asac.kpi.ua>
  9. Ткач М. Розробка концепції та системи управління багатоцільовим роботоманіпулятором для виконання орбітального сервісу / Гуменний Д., Ткач М., Чкалов О., Тимошин Ю. // 15th UcoSR. – 26.08.2015. – С. 98–104.
  10. Стенін О. А. , Тимошин Ю.А.,Шемсєдинов Т.Г. Динамічне прикладне середовище з інтерпретацією метамоделей для міжкорпоративної обробки бізнес-об'єктів. //Адаптивні системи автоматичного управління - Дніпропетровськ: ДНВП Системні технології, Том 2, №28, 2016.- С.137-151, веб-адреса: <http://asac.kpi.ua>

#### **16. Надати ключові слова до розробки**

*Безпілотник, дрон, БПЛА, робот, роботизований пристрій, загоризонтне управління, обробка даних, відеомоніторинг, моделювання, аналіз результатів*