

**МІНІСТЕРСТВО ОБОРОНИ УКРАЇНИ**  
**ВІЙСЬКОВИЙ ІНСТИТУТ**  
**ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ ТА ІНФОРМАТИЗАЦІЇ**



**ХІІІ НАУКОВО-ПРАКТИЧНА**  
**КОНФЕРЕНЦІЯ**

**„Пріоритетні напрямки розвитку телекомунікаційних систем та мереж спеціального призначення. Застосування підрозділів, комплексів, засобів зв’язку, автоматизації та кібербезпеки в операції Об’єднаних сил”**

**3 грудня 2020 року**

**(Доповіді та тези доповідей)**

Київ – 2020

	інформаційних технологій для організації систем спеціалізованих консультацій	
120.	<b>Семенякіна В.С., Єсіна М.В.</b> Дослідження та аналіз кандидату на перспективний постквантовий електронний підпис FALCON	242
121.	<b>Сипливець С.В., Нерознак Є.І.</b> Модель сервера віртуалізації на основі технологій контейнеризації	246
122.	<b>Сінчук В.В., Нестеренко М.М., Успенський О.А.</b> Підсистема взаємодії з користувачем системи обліку матеріальних засобів лабораторії ТЗН ВВНЗ	247
123.	<b>Сінько В.В., Могилевич В.Д.</b> Аналіз факторів, які впливають на надійність програмного забезпечення інформаційних систем спеціального призначення	248
124.	<b>Слюсар В.І.</b> ROS-M та програмна архітектура AGVRA	249
125.	<b>Слюсар В.І.</b> Тензорно-матричні основи теорії штучного інтелекту	251
126.	<b>Слюсар В.І.</b> Стратегія стандартизації у СФЕРІ UGV	253
127.	<b>Сова М.В., Олексенко В.П.</b> Концепція кібербезпеки Збройних Сил США	254
128.	<b>Совік О.В., Сергієнко А.В.</b> Розподіл частотного ресурсу сучасних широкосмугових станцій в тактичній ланці управління Збройних Сил України	255
129.	<b>Солодовник В.І., Чуйко В.В.</b> Способи підвищення енергетичної ефективності засобів військового радіозв'язку з підтримкою технології MIMO	256
130.	<b>Степаненко Є.О., Симоненко О.А.</b> Математична модель прогнозування радіозв'язності вузлів в радіомережах класу MANET	258
131.	<b>Стоцький І.В., Сонько М.М.</b> Підсистема автоматизації роботи куратора навчальної групи ВВНЗ на основі мобільного додатку	259
132.	<b>Сусь Б.А., Грохольський Я.М., Лиманська О.Л.</b> Особливості завадостійкого кодування при переході через ймовірнісну межу $P \geq 10^{-2}$	260
133.	<b>Ткаченко І.М., Величко В.П.</b> Аудит стану кіберзахисту, як складова оцінки кіберзахисту об'єктів критичної інфраструктури з урахуванням індикаторів кіберзагроз	263
134.	<b>Толкунова О.А., Симоненко О.А.</b> Модель передачі інформації в мережах спеціального призначення на основі протоколу QUIC	264
135.	<b>Троцько О.О.</b> Імітаційне моделювання процесу передачі повідомлень у каналах зв'язку з високошвидкісними об'єктами за умов нелінійного доплерівського зсуву частоти	265
136.	<b>Троянський В.О., Застело Г.І.</b> Моделювання процедури оцінювання захищеності інформаційно-телекомунікаційної системи від кібератак	267
137.	<b>Труш О.В., Мягкова Л.А., Труш І.О.</b> Забезпечення цілісності інформації в інформаційно-телекомунікаційних системах спеціального призначення	268
138.	<b>Фесенко О.Д., Беляков Р.О., Радзівілов Г.Д.</b> Методика керування траєкторією БпЛА в автономному режимі польоту на основі нейромережевого алгоритму MELM – MADGWICK	270
139.	<b>Фесенко Д. О., Горбенко І. Д.</b> Використання децентралізованих технологій для засобів автентифікації автомобіля	271
140.	<b>Фесьоха Н.О., Лейник Д.М.</b> Модуль централізованого зберігання та обробки даних інформаційної системи технічного обслуговування абонентів служб технічної підтримки	274
141.	<b>Фесьоха В.В., Фесьоха Н.О., Доброштан О.С.</b> Автентифікація користувача інформаційної системи на основі поведінкової біометрії із використанням нечіткої логіки	275
142.	<b>Фриз С.П., Кальватинський О.В., Авсієвич Р.О.</b> Модель інтегрованої системи моніторингу надводної обстановки в межах виключної (морської) економічної зони України	276
143.	<b>Фтемов Ю.О.</b> Рекомендації зі створення спеціалізованого програмного забезпечення для розрахунку системи інженерних загороджень	277

## **ROS-M ТА ПРОГРАМНА АРХІТЕКТУРА AGVRA.**

Поширення роботизації поля бою робить актуальним завданням стандартизацію наземних безекіпажних комплексів (UGV) як у питаннях їх архітектури, так і програмного забезпечення. Відсутність достатнього досвіду у цій сфері серед вітчизняних фахівців доцільно компенсувати вивченням та врахуванням позитивного світового набутку, зокрема напрацювань експертів НАТО.

Метою доповіді є обґрунтування використання при розробці безекіпажних сухопутних платформ концепції операційної системи ROS-M та архітектури AGVRA як альтернативи стандартизованих в НАТО архітектурі транспортних засобів NGVA.

ROS-M (Robotic Operating System – Military) – це програмна екосистема для військових роботизованих та автономних систем (RAS) [1], заснована на відкритій операційній системі роботів (ROS). Слід зазначити, що ROS-M не є операційною системою у звичайному розумінні. Це система розробки та комунікаційне середовище, яке забезпечує у тому числі 3D-моделювання і відповідну візуалізацію результатів. ROS-M почали розробляти у 2016 р. під спонсорством TARDEC, у 2017 р. було створено прототип системи, який був викладений на сайті di2e.net з обмеженим доступом за відповідною реєстрацією. На даний момент для ROS-M на сайті di2e.net створено захищений репозиторій та реєстр із підтримкою спеціальних інструментів для військових застосувань та компонент для військових організацій, що використовують проміжне програмне забезпечення (Middleware) ROS у своїх розробках. Зазначений репозиторій містить як відкрите програмне забезпечення, так і пропріетарне та таке, що є власністю лише уряду США.

Важливо, що ROS-M забезпечує довірену спільноту урядових та галузевих розробників програмного забезпечення засобами для колективного накопичення, обслуговування і використання об'єднаних об'єктів багаторазових, сумісних із ROS програмних пакетів та модулів, придатних для військових застосувань.

До складу ROS-M входять інструменти, що базуються на відкритій структурі ROS, такі як: реєстр для пошуку та каталогізації, що стосується оборонного програмного забезпечення, сумісного з ROS, та стандартизований пакет інструментів кібербезпеки для виявлення вразливостей програмного забезпечення. Ці можливості дозволяють урядовим і галузевим розробникам та інтеграторам легко виявляти й оцінювати існуючі програмні пакети та модулі, які вони можуть використовувати для створення прототипів і виготовлення військових роботизованих автономних систем (RAS), за менший час, з меншим ризиком та з меншими витратами.

За великим рахунком, військову версію операційної системи ROS-M можливо розглядати як основу для відповідного стандарту НАТО у сфері UGV, оскільки багато країн вже використовують де-факто відкриту систему ROS, і такий стандарт НАТО сприяв би взаємосумісності через краще і широке впровадження екосистеми. Разом з тим, доступ до поточного реєстру ROS-M мають лише міністерство оборони та оборонні підрядниками США. Це представляло проблему для НАСА разом з іншими цивільними розробниками з боку США. Для вирішення вказаної проблеми планується створити дублікат реєстру, відкритого для інших урядових установ та підрядників США, ніж лише міністерство оборони. Деякі пакети можуть не ділитися між двома реєстрами, але експерти вважають, що більшість з програмних напрацювань можуть бути спільними. Вивчається можливість зробити щось подібне і для реєстру НАТО, який в подальшому буде доступний державам-членам НАТО та їх підрядникам. До речі, аналогічний реєстр було б доцільно започаткувати й в Україні.

У 2020 р. тривало удосконалення ROS-M, інтеграція її з ROS 2.0 (планується випуск нової версії ROS-M 2.0.), профілем взаємосумісності (IOP) UGV та програмною

архітектурою AGVRA. Крім того, важлива увага приділяється поліпшенню кіберзахисту. Серед перспективних напрямів реалізації ROS слід вказати її інтеграцію зі службою поширення даних DDS для групового управління кількома роботами. Таке завдання є досить серйозним викликом, однак його вирішення буде лише питанням часу.

Стосовно згаданого профілю взаємосумісності UGV базовим документом для Robotic Autonomous Systems - Ground (RAS-G) є STANAG 4818/AEP-4818 Unmanned Ground Vehicle Interoperability Profiles (IOP). Відкритий характер зазначеної союзницької публікації дозволяє рекомендувати її для запровадження в Україні. Разом з тим робота з удосконалення AEP-4818 триватиме й після її ратифікації у 2021 р. Зокрема, актуальним завданням є управління через VPN роботизованими платформами у складі людино-роботизованих команд (Manned/Unmanned Teaming, MUMT).

Стосовно AGVRA (Autonomous Ground Vehicle Architecture) слід зауважити, що після офіційної публікації стандарту на архітектуру NGVA (Next Generation Vehicle Architecture) експерти НАТО певний час вважали за доцільне використання NGVA в якості перспективної архітектури для UGV. Однак у 2019 р. відбулася зміна орієнтирів у позиції експертів, оскільки за останніми оцінками, проведеними фахівцями U.S. Army Combat Capabilities Development Command (CCDC) Ground Vehicle Systems Center (GVSC) (колишній Центр досліджень, розробок та інженерінгу бронетанкової техніки США (TARDEC)) [1, 2], NGVA [3] та її модель даних є досить надмірною і складною для невеликих UGV. Це, окрім технічних проблем, призводить до невиправданого збільшення вартості як самих UGV, так і їх розробки. Тому для невеликих за розміром тактичних UGV в якості альтернативної програмної архітектури розглядається започаткована в США архітектура автономних наземних транспортних засобів AGVRA.

Програмна архітектура AGVRA вперше згадується у публікаціях фахівців США щодо UGV у 2015 р. (AGVRA 1.0). В кінці 2017 р. вона була поновлена до версії AGVRA 2.0, а у 2019 р. – до версії AGVRA 3.0.

На даний момент відпрацьовано систему поглядів на архітектуру (Operational View, Capability View і т.д.), узагальнено випадки її використання (Use Cases), ведеться робота над відповідним програмним забезпеченням. Очікується, що у майбутньому американська відкрита архітектура бойових транспортних засобів VICTORY (*Vehicular Integration of C4ISR/EW InTerOperabilitY*) теж матиме інтерфейс з AGVRA. Взагалі за планами експертів США розробка AGVRA триватиме до 2026 р. Однак слід вказати на очікування певних переваг від її впровадження ще до завершення зазначеного терміну. Разом з тим, необхідно зробити висновок, що несумісність VICTORY з архітектурою транспортних засобів NGVA робить проблематичним забезпечення взаємосумісності AGVRA з NGVA. Вирішення цього завдання буде теж відтерміноване у часі, хоча передумови для його спрощення закладаються Асоціацією MILVA шляхом розробки нового тому настанови щодо NGVA стосовно апаратних шлюзів. У разі виконання їх на основі смарт-технологій програмної реконфігурації, запропонованої автором, цілком можливо буде оперативно узгоджувати інтерфейс NGVA з AGVRA завдяки адаптивній зміні програмно-апаратних налаштувань.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Слюсар, В.І. Нова система досліджень і розробок сухопутних військ США. // Озброєння та військова техніка. – №3. – 2019. – С.123 – 128.

2. Слюсар, В.І. (2019). Ключові суб'єкти НАТО з розвитку наземних роботизованих комплексів (UGV).// Науково-практична конференція „Застосування Сухопутних військ Збройних Сил України у конфліктах сучасності”. – 14 – 15 листопада 2019 р. – Львів: Національна академія Сухопутних військ ім. Гетьмана Петра Сагайдачного, 2019. – С. 70.

3. Слюсар В.І. Концепція архітектури транспортних засобів як мережі мереж.//Збірник матеріалів XII науково-практичної конференції „Пріоритетні напрямки розвитку телекомунікаційних систем та мереж спеціального призначення. Застосування підрозділів, комплексів, засобів зв'язку та автоматизації в операції Об'єднаних сил” ( 14 – 15 листопада 2019 р.). – Київ. – С. 218 – 219.