ДЕРЖАВНИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ ВИПРОБУВАНЬ І СЕРТИФІКАЦІЇ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

ЗБІРНИК ТЕЗ

XXV НАУКОВО–ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

“ВИПРОБУВАННЯ І СЕРТИФІКАЦІЯ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ”

25 вересня 2025 року



Черкаси

МІНІСТЕРСТВО ОБОРОНИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ ВИПРОБУВАНЬ
І СЕРТИФІКАЦІЇ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

“ВИПРОБУВАННЯ І СЕРТИФІКАЦІЯ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ”

XXV НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ ДЕРЖАВНОГО НАУКОВО-ДОСЛІДНОГО ІНСТИТУТУ ВИПРОБУВАНЬ І СЕРТИФІКАЦІЇ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

Тези доповідей

25 вересня 2025 року

Черкаси
2025

УДК 623 (062.552)
Зб-41

XXV науково-технічна конференція Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки “Випробування і сертифікація озброєння та військової техніки”: тези доповідей, 25 вересня 2025 р. Черкаси : ДНДІ ВС ОВТ, 2025. 556 с.

Збірник тез доповідей XXV науково-технічної конференції Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки спрямований на висвітлення проблемних питань наукового та науково-технічного характеру у галузі створення, випробування, оцінки відповідності озброєння та військової техніки і пошуку шляхів їх вирішення.

Збірник буде корисним для курсантів (студентів); наукових та науково-педагогічних працівників закладів вищої освіти; інженерів та наукових працівників у галузі створення, випробування та оцінки відповідності озброєння та військової техніки.

За достовірність викладених фактів, цитат та інших відомостей відповідальність несуть автори.

Затверджено до друку науково-технічною радою Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, протокол від 12 вересня 2025 року № 9.

 © Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації ОВТ, 2025

ЗМІСТ

Вступне слово заступника Головнокомандувача Збройних Сил України 4

Організаційний комітет конференції 6

Пленарне засідання 7

Секція № 1 "Актуальні питання випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки Сухопутних військ" 20

Секція № 2 "Актуальні питання випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки Повітряних Сил" 118

Секція № 3 "Актуальні питання випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки Військово-Морських Сил, Десантно-штурмових військ, Сил спеціальних операцій, пошуково-рятувальних підрозділів державної авіації" 202

Секція № 4 "Актуальні питання випробувань і сертифікації безпілотних та автоматизованих систем" 228

Секція № 5 "Актуальні питання сертифікації товарів оборонного призначення" 416

Секція № 6 "Актуальні проблеми використання засобів зовнішньо-траєкторних, лабораторних та бортових інформаційно-вимірювальних систем при випробуванні озброєння та військової техніки" 486

Алфавітний покажчик 547

ВСТУПНЕ СЛОВО
ЗАСТУПНИКА ГОЛОВНОКОМАНДУВАЧА
ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

Технологічна революція, що відбувається протягом останніх років зумовлює кардинальні зміни в секторі оборони держави та надає поштовх до розробки нових технологічних рішень в розвитку озброєння. Саме під час війни завжди відбувається розвиток новітніх технологій, що безпосередньо впливає на подальший розвиток та удосконалення тактики та стратегії ведення бойових дій.

Рівень безпеки напряму пов'язаний із можливістю скласти прогноз на домінуючі технічні та технологічні тренди, оцінити їх вплив на майбутнє і на підставі цього розробити стратегію, яка дозволить перетворити виникаючі можливості на нові технології.

У воєнній сфері такі технології спрямовані на розширення здатності сил та засобів діяти в оперативній обстановці, що швидко змінюється. Військово-політичний блок НАТО приділяє велику увагу розробці і застосуванню передових технологій у сфері безпеки і оборони та прагне зберегти переваги в цій сфері шляхом застосування передових наукових знань, технологічних розробок та інновацій.

Сьогодні запровадження новітніх технологій у військовій сфері неможливо уявити без використання комп'ютерної та іншої телекомунікаційної техніки, технологій штучного інтелекту, робототехніки, квантових та космічних технологій, 3D-друку та біотехнологій. Всі вони вже використовуються у військовій галузі, у сфері безпеки та оборони, але потребують подальшого розвитку та вдосконалення.

Моніторинг інновацій і нових технологій у військовій сфері є важливим для розуміння не тільки майбутніх війн, але й глобальної безпеки. Так сьогодні основними напрямками у розвитку воєнних технологій є:

– штучний інтелект стає потужним інструментом у способах ведення бойових дій. Його здатність до автоматизації процесів, аналізу великих обсягів даних та прийняття рішень без людського втручання відкриває нові можливості. Це зменшує потребу у людських ресурсах, підвищує ефективність ведення бойових дій;

– безпілотні літальні апарати демонструють революційний вплив на стратегії військових операцій, забезпечуючи нові можливості для розвідки, цілевказування та завдання ударів. У порівнянні з традиційними методами ведення війни, такі технології дозволяють зменшити ризики для живої сили та підвищити ефективність бойових дій. Однією із ключових переваг є їх здатність здійснювати розвідку та моніторинг територій у режимі реального часу;

– лазерна зброя демонструє потенціал для трансформації ведення бойових дій завдяки своїм унікальним характеристикам. Основною технологічною ознакою лазерної зброї є здатність фокусувати світлову енергію в дуже вузькому промені, що дозволяє досягати високої точності при ураженні цілей. Це забезпечує можливість знищення або нейтралізації ворожих цілей з відстані, практично без часу на реакцію;

– гіперзвукова зброя, що розвивається сьогодні, обіцяє стати революційним елементом у військовій сфері. Вона характеризується здатністю досягати швидкостей, що перевищують п’ять махів, що дозволяє їй перевершувати традиційні системи протиповітряної оборони. Ця технологія має величезний потенціал для зміни стратегій ведення війни, завдяки своїй швидкості та маневреності.

Запровадження перспективних технологій передбачає розробку та застосування сучасних підходів до процесу випробувань та сертифікації зразків новітнього озброєння. Сподіваюсь на плідну співпрацю і взаєморозуміння в ході дискусій з визначення питань та конструктивних результатів роботи!

Заступник Головнокомандувача Збройних Сил України
бригадний генерал Андрій ЛЕБЕДЕНКО

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Голова організаційного комітету:

полковник БАШИНСЬКИЙ В.Г., начальник Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки.

Заступник голови організаційного комітету:

підполковник ВЛАСОВ А.В., тимчасово виконуючий обов'язки заступника начальника Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки з наукової роботи.

Члени організаційного комітету:

полковник БЕРЕЗНЯК А.М., заступник начальника Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки з випробувань;

полковник КОЗИР А.Г., заступник начальника Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки з сертифікації;

полковник НІКІТЧЕНКО В.І., начальник науково-дослідного управління випробувань озброєння та військової (спеціальної) техніки Сухопутних військ та окремих родів військ;

полковник КАМАК Ю.О., начальник науково-дослідного управління випробувань озброєння та військової (спеціальної) техніки Повітряних Сил;

полковник ГЕЙКО В.В., начальник науково-дослідного управління випробувань озброєння та військової техніки Військово-Морських Сил, Десантно-штурмових військ, Сил спеціальних операцій, пошуково-рятувальних підрозділів державної авіації;

полковник ГЕРАЩЕНКО М.М., начальник науково-дослідного управління випробувань безпілотних та автоматизованих систем;

полковник КУЗНЕЦОВ В.О., начальник науково-технічного комплексу вимірювань;

полковник СІВАК В.А., начальник науково-організаційного відділу.

Секретар організаційного комітету:

підполковник ШЕВАГА В.В., начальник науково-інформаційного відділу.

ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ

РОЗВИТОК ДЕРЖАВНОГО НАУКОВО-ДОСЛІДНОГО ІНСТИТУТУ ВИПРОБУВАНЬ І СЕРТИФІКАЦІЇ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

А.В. Власов, к.т.н., ст.досл.
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

В умовах широкомасштабної війни критично необхідний розвиток новітніх технологій. Війна вимагає впровадження нових ідей в методах та способах застосування військ, використання новітніх технологій та інновацій в розвитку озброєння та військової техніки (далі – ОВТ). Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки (далі – Інститут) не стоїть осторонь, вивчаються зразки трофейної техніки, надаються науково обґрунтовані пропозиції щодо протидії засобам противника, впроваджуються нові технологічні та інноваційні рішення при розробці систем управління та інформаційно-комунікаційних систем, модернізації (модифікації) зразків ОВТ та оборонних технологій у Збройних Силах України, реалізовуються нові методи при організації та проведенні випробувань та сертифікації ОВТ.

В умовах обмеженості ресурсів вирішальним є питання забезпечення сил оборони високотехнологічним озброєнням та військовою технікою. Для вирішення даної проблеми постійно реалізовуються наступні заходи:

– створення науково-технічного і технологічних переваг за рахунок проведення фундаментальних та пошукових досліджень для розроблення новітніх видів зброї, впровадження їх результатів;

– організація та супроводження виробництва сучасного озброєння вітчизняними виробниками за рахунок трансферу технологій;

– розширення інноваційної складової при розроблені нових видів продукції оборонного призначення та успішної реалізації інноваційних проєктів (з урахуванням світового досвіду);

– використання набутків та залучення виробників недержавного сектору до проєктів з розробки товарів, робіт та послуг оборонного призначення.

У 2025 році Інститут розширив напрями своєї діяльності для проведення наукових досліджень у сфері інноваційної діяльності та впровадження інноваційних рішень з метою удосконалення функціонування інформаційної структури Збройних Сил України.

Оновлення інформаційної структури є стратегічно важливою проблемою, оскільки вона безпосередньо впливає на здатність своєчасно та ефективно реагувати на сучасні загрози та забезпечувати ефективне функціонування системи національної безпеку. Основними напрямами досліджень щодо розвитку інформаційної структури Збройних Сил України є: “засоби ураження та розвідки”, “система забезпечення”, “персонал”, “управління та взаємодія” та інші напрями відповідно до потреб Збройних Сил України.

Результати співпраці наукового та промислового сектору держави довів всьому світу, що українські технології виявляються конкурентоспроможними на світовому ринку військово-технічної продукції через високий рівень інноваційної діяльності організації виробництва та випробувань. Провідну роль у впровадженні інноваційних рішень у розробці ОВТ здійснює Інститут з підпорядкованими установами (організаціями).

Впроваджений проєкт “Залізний полігон” передбачає відкритий доступ українських розробників та виробників до процесу швидких фахових тестувань та випробувань, а також оцінки виробу Інститутом. Даний проєкт дозволяє виробникам зосередитись над тим, що дійсно потрібне силам оборони, та отримувати швидкий зворотній зв’язок зі споживачами продукції на етапі проєктування та створення дослідних зразків ОВТ.

Функціонування Інституту пов’язане перш за все із систематичним, чітким процесом організації та проведення випробувань з визначення якості, властивостей та характеристик продукції за результатами експериментів, зокрема в бойових умовах. Саме тому, на базі Інституту створюються експериментально-бойові підрозділи.

Експериментально-бойовий підрозділ призначається для проведення випробувань (експериментів) дослідних зразків ОВТ, як у формі окремих експериментів, так і в ході безпосереднього виконання бойових завдань відповідно до рішень командування та окремих перевірок з підтвердження безпеки та перевірок основного функціонального призначення зразка.

Інститутом розвивається система інтеграції зусиль між виробниками озброєння та військової техніки, державами-партнерами, науковими

установами на основі розвитку наукової платформи та впровадження перспективних наукових розробок для розроблення та виробництва ОВТ.

Інститут продовжує розвивати та нарощувати спроможності щодо випробувань та постачання для Збройних Сил України сучасного ОВТ.

Основними напрямами подальшого розвитку Інституту є:

– використання можливостей військово-технічного співробітництва в інтересах розвитку ОВТ Збройних Сил України для оснащення сучасним озброєнням, військовою та спеціальною технікою, іншими товарами військового призначення та подвійного використання;

– проведення досліджень щодо підвищення якості, бойових можливостей і ефективності застосування ОВТ, а також скорочення термінів і витрат на розробку, виробництво і ремонт ОВТ;

– продовження впровадження передових технологій у випробувальній діяльності, які спрямовані на забезпечення Збройних Сил України та інших складових Сил оборони сучасними зразками ОВТ, що за своїм функціоналом відповідають суворим вимогам сьогодення та забезпечують безпечне та ефективне виконання завдань;

– виконання заходів щодо удосконалення розробок та масштабування інноваційних проєктів, надання науково-методичної допомоги вітчизняним виробникам ОВТ (менторство).

Для того щоб наукова і науково-технічна діяльність була ефективною та узгодженою із нагальними потребами ЗС України, необхідно забезпечити чітку координацію між усіма її суб’єктами. Такий підхід вимагає збалансованого зв’язку між цілями, програмами, ресурсами та очікуваними результатами, який ефективно реалізується у Інституті, зокрема з урахуванням заходів міжнародного наукового та науково-технічного співробітництва.

ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБУВАНЬ В БОЙОВИХ УМОВАХ, ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

А.М. Березняк
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Широкомасштабна збройна агресія російської федерації проти України повністю змінила характер сучасної війни і вимагає

впровадження нових технологій.

Сучасні виклики зумовили необхідність розроблення нових модифікацій та модернізацій існуючих зразків озброєння та військової техніки (далі – ОВТ) в найкоротші терміни. Також важливим аспектом для підтримання готовності Збройних Сил України є своєчасне прийняття на озброєння (постачання) зразків ОВТ, що в свою чергу неможливо без оперативного проведення випробувань зразків як вітчизняного так і іноземного виробництва спеціалізованою випробувальною організацією. В умовах високої інтенсивності бойових дій випробування зразків у бойових умовах стають критично важливими для перевірки їх надійності, ефективності та відповідності тактико-технічним характеристикам.

Інтенсивність та безперервність удосконалення зразків ОВТ противника спонукають до зміни стандартної моделі проведення випробувань. В залежності від умов та потреб є необхідність максимально зменшити обсяг полігонної частини випробувань та перейти, в найкоротші терміни, до випробувань в бойових умовах.

Випробування ОВТ в бойових умовах дозволяють оцінити зразки в ситуаціях змін зовнішніх та внутрішніх факторів, із урахуванням дій противника, що впливають на успішне виконання бойового завдання. Це забезпечує найбільш об’єктивну інформацію щодо боєздатності зразків. Такі завдання покладено на позаштатні експериментально-бойові підрозділи.

Водночас, випробування в бойових умовах мають ряд особливостей:

– високі ризики для життя особового складу;

– необхідність забезпечення маскування зразків та вимірювальної апаратури;

– недосконаліть системи матеріально-технічного забезпечення та організаційними труднощами у взаємодії з підрозділами.

Шляхом вирішення даних проблемних питань, як показує практика, є проведення скороченої частини полігонних випробувань для перевірки відповідності зразка затвердженим вимогам з метою прийняття рішення доцільності переходу до практичної частини проведення випробувань, а також для відпрацювання злагодженої роботи особового складу експериментально-бойового підрозділу, проведення тренажів для максимального виключення ймовірних ризиків, які можуть загрожувати особовому складу та організації чіткої взаємодії з військовими частинами, у зоні відповідальності яких здійснюються випробування.

Окремої уваги потребує проблема протидії ударним безпілотним

літальним апаратам типу Shahed/Герань (далі – БпЛА). Сили оборони наразі в повній мірі не забезпечують ефективне прикриття угруповань військ, важливих об’єктів інфраструктури та комунікацій. Існуючі авіаційні комплекси та засоби ураження виявляють обмежену ефективність при перехопленні подібних БпЛА. Досвід відбиття масованих атак показує, що навіть держави з високим економічним потенціалом не спроможні ефективно протидіяти такими загрозами виключно за допомогою класичних засобів протиповітряної оборони, зважаючи на значну різницю у вартості засобів ураження та обсяг фінансових витрат. Оптимальним рішенням у цій сфері є розвиток і застосування дешевших та технологічно ефективних засобів протидії: БпЛА-перехоплювачів, лазерної зброї, легкомоторної авіації, бойових вертольотів та літаків, які вже продемонстрували високу результативність у практичних умовах.

Отже, проведення випробувань ОВТ в умовах широкомасштабної війни вимагає гнучкого підходу, який поєднує полігонні та випробування у бойових умовах для забезпечення максимальної достовірності результатів. Попри наявність значних ризиків, саме такий підхід дозволяє оперативно оцінити ефективність і надійність зразків ОВТ, своєчасно виявити недоліки та прийняти рішення щодо їх подальшого використання.

Особливого значення набуває розвиток нових методів протидії безпілотним літальним апаратам типу “Shahed/Герань”, що потребує пошуку економічно доцільних та технологічно ефективних рішень. Удосконалення системи організації випробувань та впровадження нових засобів протидії дозволять підвищити обороноздатність держави та знизити ризики для особового складу під час випробувань і ведення бойових дій.

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАУКОВОЇ ТА НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ДЕРЖАВНОГО НАУКОВО-ДОСЛІДНОГО ІНСТИТУТУ ВИПРОБУВАНЬ І СЕРТИФІКАЦІЇ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

В.А. Сівак, д.т.н., проф.
Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

В умовах масштабної трансформації сектору безпеки і оборони

України, підвищення ефективності функціонування Збройних Сил України вимагає не лише модернізації озброєння та військової техніки (далі – ОВТ), а й нарощування темпів і якості проведення наукових досліджень у сфері виконання завдань наукової та науково-технічної діяльності з науково-технічного супроводження робіт, що проводяться в інтересах посилення обороноспроможності держави.

Наукова та науково-технічної діяльність є основною діяльністю Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки (далі Інститут) та спрямована на супроводження основних заходів державних комплексних програм реформування і розвитку Збройних Сил України та державних цільових програм розвитку ОВТ.

Інститут проваджує освітню діяльність на третьому освітньо-кваліфікаційному рівні за спеціальністю 255 – Озброєння та військова техніка. В ад'юнктурі проходять навчання ад'юнкти і докторанти. Створена і працює спеціалізована вчена рада, що дозволяє проводити підготовку та атестацію наукових кадрів вищої кваліфікації.

В Інституті працює система підготовки льотно-випробувального та інженерно-випробувального складу, що дозволяє забезпечити льотно-випробувальним та інженерно-випробувальним складом випробувальні бригади для проведення випробувань всього спектру ОВТ. Інженери-випробувачі відіграють ключову роль у процесі прийняття на озброєння нових зразків техніки, забезпечуючи об'єктивну оцінку їх технічних характеристик, відповідність нормативним вимогам та боєздатності в умовах реального бойового застосування. Надійність, точність і безпечність випробувань безпосередньо залежать від рівня підготовки відповідного персоналу. У 2025 році підготовлено до самостійного виконання завдань (випробувань) 34 особи, завершують підготовку 7 осіб.

Інститут проводить дослідження у сфері інновацій і супроводження та масштабування проєктів з цифровізації у Збройних Силах України. Завершено роботу над проєктами: "Залізний полігон" – що дозволяє оформлювати заявки виробників ОВТ щодо проведення полігонних випробувань; "НА ЗВ'ЯЗКУ" – платформа-інтегратор сервісних послуг для військових та ветеранів; "ВЕЖА" – надає доступ до 2200 одночасних стрімінгів з поля бою та покриває близько 90 % батальйонів, що використовують системи ситуаційної обізнаності з поля бою та ін. Ведеться активна робота над низкою проєктів, одним з яких є "РАДА+", що призначена для розбудови радарного поля за рахунок інтеграції

радарів ППО в єдину систему. Триває дослідна експлуатація та розвиток мобільного застосунку для військових “АРМІЯ+”: додано більше 40 нових рапортів; проведено інтеграцію з Укрзалізницею (бронювання та викуп квитків); реалізовано сервіс “Плюси” (знижки від партнерів). Загальна кількість проєктів сягає понад 40.

Інститут продовжує взаємодію з науковими установами України. Протягом 2025 року укладено 19 угод (меморандумів) про співробітництво. Наукові кадри Інституту прийняли участь більш ніж у 80 наукових конференціях та семінарах. Опрацьовано 23 заявки на видачу охоронних документів інтелектуальної власності: 14 заявок на отримання патенту на корисну модель, отримано 10 патентів та 9 свідоцтв на раціоналізаторські пропозиції.

Науковим складом Інституту за 2025 рік прийнято участь (виконано) у понад 60 оперативних завданнях, 4 науково-дослідних роботах, та проведено понад 40 науково-технічних супроводжень дослідно-конструкторських робіт. Проводяться роботи з розробки військових стандартів та імплементації міжнародних та європейських стандартів, стандартів НАТО та держав-членів НАТО щодо розробки, випробувань та робіт з оцінки відповідності (сертифікації) виробів ОВТ (складових частин ОВТ).

Важливим напрямом діяльності Інституту є міжнародна співпраця, розширення участі у роботі на постійній основі у групах (підгрупах) Конференції національних директорів з озброєнь (CNAD) та інших проєктах НАТО, до того ж, укладено угоду з військовим інститутом Збройних Сил Польщі, ведеться робота щодо співпраці з науковими установами Польщі, Чехії та Болгарії.

До найбільш важливих і перспективних напрямів розвитку наукової та науково-технічної діяльності Інституту можна віднести:

– створення науково-технічного та технологічного набутку для розроблення та впровадження нових перспективних зразків (комплексів, систем) озброєння та військової техніки з урахуванням обрису перспективної системи озброєння Збройних Сил України;

– нарощування наукового потенціалу, забезпечення процесів випробувань і сертифікації озброєння та військової (спеціальної) техніки;

– підвищення рівня наукового потенціалу інституту за рахунок підготовки нових наукових кадрів;

– впровадження інноваційних технологій у сфері оборони: ініціювання та реалізації перспективних високотехнологічних проєктів

для посилення спроможностей сил оборони;

– посилення менторської підтримки вітчизняних виробників озброєння та військової (спеціальної) техніки;

– впровадження проєктів з цифровізації у Збройних Силах України для забезпечення реалізації інноваційних рішень у сфері оборонних технологій.

Пріоритетними напрямами діяльності є створення перспективних зразків ОВТ, нарощування наукового потенціалу, цифровізація процесів, а також менторська підтримка оборонної промисловості. Важливим результатом такої роботи є зміцнення обороноздатності держави, розвиток оборонної промисловості та формування умов для довгострокової стійкості й інноваційного зростання.

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ СЕРТИФІКАЦІЇ ТОВАРІВ ОБОРОННОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ОРГАНОМ СЕРТИФІКАЦІЇ ДЕРЖАВНОГО НАУКОВО-ДОСЛІДНОГО ІНСТИТУТУ ВИПРОБУВАНЬ І СЕРТИФІКАЦІЇ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

А.Г. Козир, к.т.н.
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Розбудова сучасної системи сертифікації неможлива без оновлення підходів до розробки нормативної документації. Фактично на сьогодні не існує узгоджених вимог для проведення сертифікаційних випробувань товарів оборонного призначення, що надходять для подальшого застосування в Силах оборони або для просування такої продукції на міжнародних ринках.

Актуальним питанням залишається поступова трансформація системи контролю якості та державного гарантування якості до вимог та стандартів Організації Північноатлантичного договору (North Atlantic Treaty Organization) (далі – НАТО), де сертифікація відіграє ключову роль як для виробників, так і для замовників.

На даний час, система сертифікації у ЗС України ґрунтується на поєднанні діяльності з випробувань і оцінки відповідності (випробувальні лабораторії, що видають протоколи випробувань) та функціонуванні органів сертифікації, що здійснюють видачу сертифікатів відповідності. Така практика є загальновизнаним підходом та забезпечує

неупередженість прийняття рішень під час сертифікації.

Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки (далі – ДНДІ ВС ОВТ) виконує в межах повноважень роботи з оцінки відповідності та сертифікації озброєння та військової техніки (далі – ОВТ), як орган оцінки відповідності з власним акредитованим науково-технічним комплексом вимірювань.

У ДНДІ ВС ОВТ для реалізації робіт з сертифікації:

– є акредитована випробувальна лабораторія відповідно до вимог ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019;

– працює та нарощує спроможності випробувальний полігон із ділянками для випробувань різних видів ОВТ та механізованих засобів розмінування, відповідно до вимог міжнародних стандартів.

Орган сертифікації ДНДІ ВС ОВТ акредитований Національним агентством з акредитації України відповідно до вимог ДСТУ EN ISO/IEC 17065:2019 (EN ISO/IEC 17065:2012, IDT; ISO/IEC 17065:2012, IDT) у сфері механізованих засобів гуманітарного розмінування та одягу, а саме:

– 28.9 Машини й устаткування, інші, спеціальної призначеності;

– 14.1 Одяг, крім одягу з хутра.

У контексті євроатлантичного курсу України особливої актуальності набуває питання імплементації стандартів НАТО у сфері технічного регулювання оборонної продукції та акредитації лабораторій. Окрему увагу слід приділити протимінній діяльності, критичній компоненті сучасної системи національної безпеки, з урахуванням впровадження високо-технологічних систем виявлення і розмінування, які раніше не застосовувались.

Крім технічних обмежень, актуальним є питання відсутності дієвої нормативної бази для швидкого впровадження нових стандартів. Нині існуючі методи не відповідають сучасним вимогам у розрізі швидкості та впровадження нових розробок ОВТ, а також відсутності прозорих процедур для ініціювання та затвердження нових нормативних документів, що ускладнює адаптацію технічних рішень під вимоги часу.

Недостатній рівень фінансування таких робіт, а також відсутність відкритих процедур на розробку нормативних актів створюють адміністративні бар’єри на шляху реформування та впровадження необхідних нормативних документів.

На даний час мінна загроза стала гуманітарною, соціально-економічною проблемою, що унеможливлює безпечне повернення переміщених людей, ускладнює відновлення інфраструктури, сільського

господарства та базових послуг. В цих умовах протимінна діяльність має за мету зниження ризиків, пов'язаних із мінами і вибухонебезпечними предметами для забезпечення безпеки населення, безпечного доступу до територій для відновлення інфраструктури, повернення переміщених людей і розвитку економіки.

Інститут є єдиною установою в Україні, яка проводить роботи з обов'язкової сертифікації механізованих засобів гуманітарного розмінування.

В результаті напрацювань за час дії Порядку, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 08.03.2024 № 271 можна відокремити наступні проблемні питання стосовно сертифікації механізованих засобів розмінування (гуманітарного розмінування), пов'язаних з ними виробів, компонентів та обладнання, а саме:

1. Відсутність доступної нормативної бази для ознайомлення виробників з метою дотримання вимог до механізованих засобів гуманітарного розмінування, пов'язаних з ними виробів, компонентів та обладнання при їх виробництві.

2. Велика кількість вітчизняних розробників не мають напрацювань щодо відповідної технічної документації на продукцію (технічні умови, конструкторська документація, схеми контролю якості власної продукції, технічні паспорти тощо).

3. Комплектність (наявність) документації у замовників (представників), яка може бути використана для визнання результатів оцінки відповідності закордонних зразків (сертифікати, протоколи випробувань, звіти з інспектування тощо) та їх кваліфіковані переклади.

4. Відсутність досвіду вітчизняних виробників в цій сфері, що зумовлює не розуміння безпосередніх процесів експлуатації машин для розмінування (стандартних операційних процедур).

5. Відсутність усвідомлення замовників щодо важливості сертифікації, як інструменту перевірки відповідності безпечності, ефективності та надійності механізованих засобів гуманітарного розмінування пов'язаних з ними виробів, компонентів та обладнання;

6. Відсутність загальних вимог до випробувальних ділянок полігонів для проведення випробувань та оцінки відповідності механізованих засобів гуманітарного розмінування, пов'язаних з ними виробів, компонентів та обладнання, затверджених в якості нормативно-правового акту.

Для подолання проблемних питань сертифікації ОВТ має бути

впроваджено системний підхід, що включає:

– створення відкритого реєстру існуючих та необхідних стандартів;

– проведення технічного аудиту наявної випробувальної бази;

– розробку дорожньої карти з поетапною імплементацією стандартів НАТО;

– механізм фінансування розробки нормативної бази через прозорі тендерні механізми;

– залучення до розробки стандартів виробників та споживачів засобів;

– модернізацію інфраструктури випробувальних центрів;

– залучення національних і міжнародних експертів до процесів стандартизації.

Сертифікація товарів оборонного призначення є перспективним, загальновизнаним шляхом до виробництва якісного ОВТ та може сприяти виходу українських виробників на міжнародний ринок. Такий підхід є основним для забезпечення Сил безпеки і оборони якісними зразками ОВТ та має бути затверджений як обов’язковий елемент в питаннях закупівлі товарів оборонного призначення.

РЕЗУЛЬТАТИ ДІЯЛЬНОСТІ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВОГО ВИПРОБУВАЛЬНОГО ПОЛІГОНУ ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНОГО ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ, ОСНОВНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ

О.В. Філіппенков, д.філос.
Навчально-науковий випробувальний полігон високотехнологічного озброєння та військової техніки

Сучасні виклики у сфері оборони та безпеки держави вимагають наявності власної науково-випробувальної бази, здатної забезпечити апробацію новітніх зразків озброєння та військової техніки (далі – ОВТ). З цією метою функціонує Навчально-науковий випробувальний полігон високотехнологічного озброєння та військової техніки (далі – полігон), діяльність якого спрямована на практичне підтвердження ефективності та надійності вітчизняних і модернізованих зразків ОВТ, надається менторська допомога у проведенні випробувань (досліджень, експериментів) з підтвердження заявлених вітчизняними виробниками тактико-технічних

характеристик зразків ОВТ на випробувальних ділянках з урахуванням побажань виробників в будь-який зручний для них час.

За період діяльності полігону:

– проведено значний обсяг випробувань (експериментальних досліджень), що дозволило комплексно оцінити тактико-технічні характеристики зразків високотехнологічного ОВТ;

– підтверджено експлуатаційні характеристики сучасних зразків ОВТ;

– оформлено патенти України на корисні моделі, що стали результатом впровадження наукових розробок;

– результати досліджень опубліковані у наукових виданнях та використані у підготовці фахівців.

Діяльність на ділянках полігону.

1. Будівництво та облаштування інфраструктури:

– проведено будівельні та відновлювальні роботи;

– облаштовано випробувальні майданчики, інженерні споруди та укриття;

– встановлено сучасні системи енергозабезпечення та зв’язку;

– створено умови для розгортання мобільних лабораторій і технічних засобів.

2. Формування матеріально-технічної бази:

– встановлено спеціалізовані стенди та модульні споруди;

– обладнано ділянки для випробувань високотехнологічних зразків озброєння та військової техніки.

3. Проведення випробувань та забезпечення:

– виконано широкий спектр випробувань зразків озброєння та військової техніки;

– перевірено тактико-технічні характеристики в різних умовах експлуатації;

– за результатами проведених робіт оформлено звіти, наукові публікації та патенти.

Основні напрями діяльності.

1. Проведення випробувань сучасних та перспективних зразків ОВТ.

2. Розроблення та апробація методик досліджень бойових і експлуатаційних характеристик.

3. Розроблення технічних рішень і впровадження інновацій, захищених патентами.

4. Взаємодія з підприємствами оборонно-промислового комплексу та

науковими установами для створення перспективних зразків озброєння.

5. Формування матеріально-технічної бази для випробувань у реальних та змодельованих умовах.

Функціонування полігону дозволило створити сучасний науково-практичний осередок, де поєднуються випробування, дослідження та надається менторська допомога. У розрізі реалізації завдань оборонної науки та практики, полігон функціонує у співпраці із “Залізним полігоном”, що забезпечує синергію можливостей та спільне використання матеріально-технічної бази. Результати роботи підтверджують доцільність його існування та подальшого розвитку. У перспективі передбачено розширення напрямів досліджень, удосконалення системи випробувань та поглиблення інтеграції наукових результатів у військову практику.

СЕКЦІЯ 1

“АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ВИПРОБУВАНЬ І СЕРТИФІКАЦІЇ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК”

Керівник секції: полковник В.І. Нікітченко
Секретар секції: підполковник С.С. Брянкін

ЗАСТОСУВАННЯ КОМП’ЮТЕРНОГО ЗОРУ ДЛЯ ОЦІНКИ КІНЕМАТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК МІНОМЕТНИХ СНАРЯДІВ

А.В. Баган, д.філос.; В.Я. Гера, д.філос.
Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного

Сучасна війна все більше покладається на технології для підвищення точності та швидкості бойових дій. В умовах нестачі обладнання важливо мати прості методи для швидкого вимірювання параметрів боєприпасів. Один із таких методів — визначення швидкості мінометного снаряда за допомогою комп’ютерного зору. У доповіді описано застосування цього підходу з використанням камери смартфона та спеціального ПЗ.

Метод полягає у записі польоту мінометного снаряда з частотою 60 кадрів/с, покадровому аналізі та визначенні координат об’єкта в кожному кадрі. Знаючи масштаб відео та час між кадрами, можна обчислити пройдений шлях і середню швидкість. Для цього використовують обробку зображень: перетворення у сірі відтінки, фільтрацію шуму, виявлення контурів і центр мас. Зокрема, застосовують метод Canny для країв і Bounding Box для позиціювання об’єкта.

Програмне забезпечення працює у напівручному режимі: оператор вручну обирає об’єкт на кожному кадрі, що забезпечує високу точність і мінімізує помилки. У перспективі планується автоматизувати процес за допомогою нейронних мереж, що пришвидшить обробку та зменшить вплив людського фактора.

Метод вирізняється доступністю — потрібен лише смартфон із камерою та ПЗ для аналізу відео, без дорогих радарів чи спеціальних камер. Це особливо корисно у бойових чи польових умовах, де лабораторне обладнання недоступне. Комп’ютерний зір також забезпечує безконтактні вимірювання, підвищуючи безпеку.

Для перевірки точності методу було проведено низку польових експериментів. Запис відео здійснювався з фіксованої точки на звичайний смартфон, після чого проводився детальний аналіз кадрів. Результати показали, що при частоті 60 кадрів на секунду точність визначення швидкості снаряда є достатньою для оцінки ефективності пострілу та дальності польоту. Співвідношення між виміряною швидкістю і очікуваними балістичними характеристиками виявилося у межах допустимих відхилень, що підтверджує достовірність методу.

З технічної точки зору реалізація цього підходу ґрунтується на використанні бібліотек OpenCV та NumPy, що дозволяє забезпечити обчислювальну ефективність і гнучкість алгоритмів. Розрахунки масштабування проводяться з урахуванням відстані до об’єкта та положення камери. Також впроваджено корекцію спотворень, спричинених перспективою, що додатково підвищує точність вимірювань.

Крім прямого військового застосування, розроблений метод може бути адаптований до потреб цивільної інженерії, науки, спорту та навчання. Наприклад, він може бути використаний для вивчення динаміки руху тіл у фізичних експериментах, вимірювання швидкості спортивних снарядів або тестування нових інженерних рішень у безлабораторних умовах. Гнучкість алгоритмів обробки відео та універсальність пристроїв знімають бар’єри між лабораторними дослідженнями та практичним використанням.

Варто окремо наголосити на потенціалі застосування штучного інтелекту для автоматизації розпізнавання об’єктів у кадрі. Відомі методи на основі згорткових нейронних мереж, такі як YOLO або Haar каскади, можуть бути інтегровані для автоматичного визначення координат об’єкта в кожному кадрі. Це дозволить значно зменшити час обробки відео, зробити процес повністю автономним і масштабованим для аналізу великої кількості записів. Крім того, сучасні мобільні процесори уже підтримують апаратне прискорення для нейронних мереж, що робить можливим виконання всіх обчислень безпосередньо на смартфоні.

Отже, представлений метод визначення швидкості польоту мінометного снаряда демонструє, що комп’ютерний зір є не лише перспективною, а й цілком реалістичною технологією для застосування у реальних умовах. Поєднання простоти, точності, мобільності та доступності робить його надзвичайно корисним інструментом як для військових підрозділів, так і для дослідницьких груп. Враховуючи стрімкий розвиток алгоритмів штучного інтелекту, можливості мобільних пристроїв і відкритість бібліотек обробки відео, подібні рішення набувають усе більшого значення у різних галузях. Надійність,

підтверджена експериментально, і потенціал для розвитку — це ті характеристики, що дозволяють впевнено рекомендувати дану технологію для впровадження у практику.

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЖИВУЧОСТІ РАКЕТНИХ ПІДРОЗДІЛІВ

А.В. Балковий
Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії

До основних причин зниження ефективності ураження цілей (об'єктів) противника та рівня ефективності застосування ракетних підрозділів в цілому можна віднести активне застосування противником засобів протиповітряної оборони та радіоелектронної протидії. Також через збільшення інтенсивності застосування противником високоточних засобів ураження спостерігається певне зниження рівня живучості ракетних підрозділів. Ураховуючи зазначене, питання пошуку шляхів підвищення ефективності ураження об'єктів противника (цілей) та бойового застосування ракетних підрозділів ЗС України в цілому є вкрай актуальним науково-практичним завданням.

Зазвичай, показник ефективності виконання бойового завдання ракетним підрозділом визначається як добуток часткових показників, одним з яких є показник живучості підрозділу.

Живучість підрозділів є важливою характеристикою, яка залежить не тільки від їх уразливості, а й від особливостей ведення ними бойових дій. Тому оцінювання імовірності неураження (живучості) ракетного підрозділу можна провести саме в процесі розгляду можливих станів (фаз бойового циклу) його застосування.

Імовірність ураження самохідних пускових установок (СПУ) буде залежати від імовірності виявлення СПУ противником, своєчасного завдавання удару противником по СПУ та імовірності ураження СПУ засобом ураження противника за умови своєчасності удару.

Імовірність ураження СПУ засобом ураження противника за умови своєчасності удару можна прийняти близькою до "1", оскільки для ураження СПУ противник застосовуватиме ті засоби (як правило, високоточні ракети), які гарантовано виводять з ладу СПУ (ракету, обслугу) або, як мінімум, призведуть до зриву виконання завдання.

Максимального значення імовірність виявлення ракетного підрозділу противником набуває під час знаходження СПУ на стартовій позиції (СП),

у ході підготовки та здійснення пусків ракет, а також під час перезаряджання СПУ у районі (місці) перезаряджання.

Під часом завдавання удару противником по СПУ будемо розуміти сумарний час отримання цілевказання, підготовки (прицілювання), здійснення пуску (пострілу), доставки боєприпасу до СПУ.

Дослідження показали, що найбільш уразливими станами ракетного підрозділу є перебування СПУ у статичному положенні на СП та місці перезаряджання.

За досвідом війни з російською федерацією, противник спроможний завдати удару по СПУ протягом 13…17 хвилин після її виявлення.

Розрахункові дані імовірностей завдавання удару противником по ракетному підрозділу (СПУ) під час його перебування на СП та у місці перезаряджання для різних часових показників свідчать, що за умови перебування СПУ у статичному положенні до 10 хвилин, ймовірність завдавання удару противником по СПУ, наприклад, його ракетними засобами, здатними нанести удар протягом 15…20 хвилин, значно зменшується.

Таким чином, можна стверджувати, що підвищення імовірності неураження (живучості) ракетного підрозділу можливо досягти декількома шляхами:

– для станів тривалого перебування у стаціонарному положенні (райони зосередження, райони вичікування) зменшенням імовірності виявлення ракетного підрозділу ретельним маскуванням та прихованістю дій у районах (місцях, позиціях), а також обладнанням (використанням) надійних укриттів;

– під час пересування оптимізацією маршрутів та дотриманням максимальних швидкісних режимів пересування;

– під час дій на СП (у ході підготовки та пуску ракет) та у районі (місці) перезаряджання мінімізацією часових показників перебування підрозділу на стартовій та технічній позиції.

ПІЛОТНИЙ ПРОЄКТ АРМІЇ США СТОСОВНО ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕНЕРАТИВНОГО ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

*О.М. Башкиров, к.т.н., доц.;
Центральний науково-дослідний інститут озброєння
та військової техніки Збройних Сил України*

Пані Дженніфер Свансон, заступниця помічника міністра армії США

з питань даних, інженерії та програмного забезпечення, оголосила про запуск пілотного проєкту #CalibrateAI, який досліджуватиме інноваційні застосування генеративного штучного інтелекту для закупівельної діяльності армії. Система CalibrateAI узгоджується з ініціативою армійського IT-директора армії щодо генеративного штучного інтелекту та слугує можливістю для експериментів зі штучним інтелектом та зворотного зв'язку, дозволяючи учасникам спростити повторювані та трудомісткі завдання. Розгорнутий у безпечному хмарному середовищі з рівнем захисту від кібернетичного впливу 5, інструмент штучного інтелекту може обробляти контрольовані секретні інформаційні дані, забезпечуючи управління конфіденційною інформацією з найвищим рівнем безпеки.

Система #CalibrateAI використовуватиме передовий генеративний інструмент штучного інтелекту, розроблений одним із численних галузевих партнерів армії, без жодних витрат для армії, який використовує можливості передових технологій, аналізу даних, машинного навчання та обробки природної мови. Цей інструмент штучного інтелекту розроблений для надання індивідуальних відповідей, що є дуже актуальними для конкретних тем, підвищуючи ефективність та результативність пошуку та аналізу інформації.

Інструмент штучного інтелекту включає налаштовувані засоби контролю доступу користувачів для захисту "необхідної" інформації, гарантуючи, що безпека та конфіденційність даних мають першочергове значення. #CalibrateAI зосередиться на виявленні та виявленні потенційних "галюцинацій" або помилкових результатів, тим самим підвищуючи надійність контенту, створеного штучним інтелектом. Оголошуючи про запуск проєкту, Дженніфер Свансон підкреслила, що використовуючи готові інструменти штучного інтелекту та взаємність міжслужбових повноважень на виконання операцій, наданих директором з інформаційних технологій Міністерства оборони, #CalibrateAI дослідить, як можна підвищити продуктивність, одночасно підвищуючи точність інформації.

Цей досвід може бути корисним для реалізації в Міністерстві оборони України.

НЕОБХІДНІСТЬ ПЕРЕВІРКИ ПЛАТ ІНІЦІАЦІЇ ЗАСОБАМИ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО (МІКРОХВИЛЬОВОГО) ВИПРОМІНЮВАННЯ: НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

С.С. Брянкін[1], д.філос.; О.В. Скиба[1];
О.В. Лук’янець[1], к. е. н.; О.С. Брянкін[2], д.філос.
[1]Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки;
[2]Військовий інститут танкових військ Національного технічного
університету “Харківський політехнічний інститут”

В умовах триваючої збройної агресії російської федерації проти України суттєво зростає значення електронних систем дистанційного керування підривом та таких, що здатні діяти автономно. Через нестачу штатних підривних механізмів підрозділи Сил оборони дедалі частіше використовують імпровізовані рішення на основі плат ініціації.

Плати ініціації – спеціалізовані електронні модулі, які відповідають за приймання сигналу керування та генерацію електричного імпульсу, необхідного для спрацювання детонаторів або піротехнічних елементів. Ці плати використовуються з широким спектром мінно-вибухових пристроїв (інженерні боєприпаси, боєприпаси для скидання з безпілотних авіаційних систем інші вибухонебезпечні предмети). Залежно від типу системи і боєприпасу, плата може спрацьовувати у відповідь на радіокоманду, замикання електричного кола, активацію таймера або зміну магнітного поля, спричиненого рухом автомобіля, броньованої техніки чи піхотинця в бронежилеті або зміною положення боєприпасу. Таким чином, вона є критичним вузлом у забезпеченні бойового ефекту й гарантуванні надійного та своєчасного спрацювання засобу ураження.

Сучасні плати ініціації, що базуються на мікропроцесорних контролерах, цифрових елементах і компонентах з високою чутливістю до зовнішніх сигналів, є вразливими до електромагнітного та/або мікрохвильового впливу. Джерелами таких типів впливу є технічні засоби, які здатні генерувати відповідний електромагнітний (мікрохвильовий) імпульс, що може порушувати сигнали управління платами, викликати помилки в алгоритмі їхньої роботи або навіть повну відмову пристрою.

Особливу небезпеку становить навмисно створене високопотужне електромагнітне (мікрохвильове), яке генерується відповідними

технічними засобами. Прикладом такого засобу є машина дистанційного розмінування "Листва", виробником якої є російська федерація. За умови цілеспрямованого використання, подібні засоби здатні викликати збої у роботі плат ініціації, порушити синхронізацію спрацювання, індукувати хибні сигнали запуску або спричинити передчасний підрив – без необхідності фізичного контакту із вибуховим пристроєм та наближення до нього.

З огляду на викладене, постає об'єктивна необхідність у формуванні системного підходу до перевірки плат ініціації на стійкість до впливу електромагнітних та мікрохвильових засобів. Така перевірка має враховувати особливості їхнього бойового застосування, включно з режимами затриманого підриву, дистанційного керування та роботи у складних завадових умовах. Надійність і прогнозованість роботи цих плат повинні зберігатися протягом усього життєвого циклу виробу – від моменту розробки, виготовлення до зберігання, та безпосередньої експлуатації в бойових умовах. Саме тому перевірка стійкості плат ініціації до впливу електромагнітних та мікрохвильових засобів не є формальністю, а є необхідною умовою сучасного збройного протистояння, без якої небезпечно впроваджувати такі вироби у реальне бойове застосування.

Підтвердження стійкості плат ініціації до електромагнітних та мікрохвильових імпульсів, дозволяє мінімізувати ризики випадкових або неконтрольованих підривів, підвищити якість і надійність роботи в умовах реального бою, а також знижує ефективність ворожих спроб нейтралізації засобів ураження, унеможливлює дистанційне виведення з ладу засобів ураження за допомогою електромагнітної зброї.

Підсумовуючи, можна стверджувати, що вивчення впливу електромагнітних та мікрохвильових імпульсів на плати ініціації є критично важливою складовою оцінювання ефективності сучасного підходу до розробки засобів ініціації підриву.

Ігнорування цього аспекту призводить до невиправданих ризиків у бойовому застосуванні плат ініціації, знижує технологічну стійкість систем до новітніх загроз і унеможливлює повноцінну інтеграцію інженерного озброєння у систему ведення інтелектуальної війни. Саме тому перевірка плат ініціації із застосуванням засобів електромагнітного впливу повинна стати невід'ємним елементом сучасного підходу до розробки, впровадження та експлуатації інженерних систем у бойових умовах.

РОЗРАХУНКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ХІМІКО-ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ НА НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН ТА РЕСУРС ТРУБЧАСТОГО ЕЛЕМЕНТУ КОНСТРУКЦІЇ ПРИ ТЕРМОМЕХАНІЧНОМУ НАВАНТАЖЕННІ

П.О. Булах, к.т.н.; В.П. Швець, к.т.н.;
А.В. Рутковський, к.т.н.; В.Є. Данилюк, к.т.н.;
Є.О. Кондряков, к.т.н., с.н.с.; А.А. Котляренко, к.т.н., с.н.с.
Інститут проблем міцності імені Г.С. Писаренка
Національної академії наук України

В роботі розглядається трубчастий елемент конструкції, що експлуатується в умовах циклічних термомеханічних навантажень. Складні термомеханічні та термохімічні процеси, що відбуваються в середині даного елементу конструкції, призводять до виникнення різноманітних типів пошкоджень внутрішньої поверхні, такі як термічна абляція матеріалу, механічний знос, термічна втома, корозійно-ерозійні процеси. Накопичення таких пошкоджень призводить до деградації експлуатаційних характеристик. Таким чином, дослідження механізмів таких пошкоджень є актуальним завданням для забезпечення надійності та тривалої експлуатації такого роду елементів конструкції.

Традиційні експериментальні методи досліджень в умовах термомеханічного навантаження характеризуються високою ресурсоємністю, потребуючи значних матеріально-технічних, фінансових та часових витрат. До основних обмежень таких випробувань належать: висока економічна вартість проведення експериментів, тривалі терміни підготовки та реалізації досліджень, складність забезпечення контрольованих умов експерименту, а також ймовірність отримання статистично нерепрезентативних або важко інтерпретованих результатів.

На відміну від експериментальних, розрахункові методи надають можливості точного математичного моделювання фізичних процесів та візуалізації результатів, що дозволяє значно підвищити ефективність проэктування елементів конструкції.

У роботі представлено результати розрахункового дослідження впливу хіміко-термічної обробки (ХТО) внутрішньої поверхні трубчастого елементу конструкції на його напружено-деформований стан в умовах реальних експлуатаційних навантажень.

Було побудовано дві скінченноелементні моделі трубчастого елементу конструкції (зразка): з необробленою внутрішньою поверхнею та з нанесеним на внутрішню поверхню шаром після ХТО товщиною 63 мкм. Задача вирішувалась у пружній постановці. Для моделювання серії з 10

динамічних імпульсів задавалось 10 послідовних циклів термомеханічного навантаження внутрішньої поверхні трубчастого елементу конструкції.

Фізико-механічні характеристики модифікованого ХТО шару визначалися методом інструментованого індентування з використанням багатофункціонального приладу “Мікрон-гамма”.

Отримані результати чисельних розрахунків показали, що максимальні напруження виникають в області кріплення трубчастого зразка. У напрямку до протилежного краю спостерігається поступове зниження рівня напружень. Приблизно на 12 % у центральній частині елементу конструкції, з подальшим їх зростанням, що обумовлено особливостями газодинамічних процесів при навантаженні. Показано, що зміна внутрішнього діаметру зразка з модифікованим шаром менша на ~ 5% у порівнянні з необробленим зразком, а при збільшенні кількості імпульсів навантаження ця різниця може зростати.

Показано, що застосування ХТО внутрішньої поверхні трубчастого зразка призводить до суттєвого зменшення амплітуди коливань напружень – приблизно на 40 %. Більша амплітуда напружень призводить до зменшення втомної міцності матеріалу, таким чином ресурс даного елементу конструкції з модифікованим ХТО шаром суттєво збільшується з точки зору втомної міцності.

Таким чином, за результатами обчислень можна зробити висновок, що використання хіміко-термічної обробки внутрішньої поверхні трубчастого елементу конструкції знижує вплив втомних процесів у матеріалі під динамічного навантаження. Це сприяє меншому зносу та деформації такого роду елементів конструкції, що працюють у екстремальних умовах навантаження, зокрема зменшує зміну внутрішнього діаметра, що обґрунтовує доцільність впровадження такої обробки для підвищення їх ресурсу експлуатації.

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ РОЗМІРІВ ЗОНИ НЕБЕЗПЕКИ ПРИ ПРОВЕДЕННІ СТРІЛЬБ ЗЕНІТНИМИ АРТИЛЕРІЙСЬКИМИ КОМПЛЕКСАМИ ІНОЗЕМНОГО ВИРОБНИЦТВА

О.І. Ведмідь[1], к.т.н., доц.; І.А. Нос[1], к.т.н.; К.К. Кулагін[1], к.т.н., с.н.с.;
О.П. Губарєва[1]; В.В. Стригун[2]
[1]Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба;
[2]Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Вибір полігону для проведення випробувань зенітних артилерійських

комплексів (ЗАК) іноземного виробництва, що надходять на озброєння Сил оборони України з інших країн для відбиття агресії російської федерації, організація відповідних випробувань, проведення навчань з бойовою стрільбою бойових обслуг, підрозділів, що мають відповідне озброєння, потребує визначення зон небезпеки цього озброєння. Відома Стандартна методика не має відповідного розділу, її розділ, що призначений для визначення зони небезпеки артилерійського озброєння, не враховує специфіку зенітного озброєння.

Сучасне зенітне артилерійське озброєння є автоматичним – відповідні технічні засоби без втручання операторів визначають необхідні дані для проведення стрільби. Відпала необхідність в таблицях стрільби. Крім того, відсутні алгоритми підготовки даних для ведення стрільби. Відсутні також аеродинамічні характеристики зенітних снарядів. Внаслідок цього виникають проблеми щодо розрахунку максимальних відстаней польоту снарядів зенітної артилерії в конкретних (типових або найгірших щодо безпеки) умовах.

Таблиці стрільби для ЗАК, що залишилися Збройним Силам України у спадок від колишнього СРСР, розраховувалися на Нормальну артилерійську атмосферу (НАА), визначену ще в 1927 році. Ця НАА застосована в відомому стандарті, що стосується розрахунку траєкторії руху некерованих засобів ураження, у тому числі й артилерійських снарядів. В західних країнах використовується стандартна атмосфера, яка є міжнародним стандартом, та більш точно завдає параметри атмосфери для розрахунку руху літальних апаратів.

В практиці розрахунків руху артилерійських снарядів їх аеродинамічні характеристики задавалися функцією опору повітря 1943 року або 1958 року та коефіцієнтом форми, якій є функцією кута кидання та числа Маха.

При відсутності інших аеродинамічних й інерційних характеристик рух снаряда приблизно описують рухом точки з відомою масою та початковою швидкістю. Внаслідок технологічних допусків на виготовлення снаряда, пороху та інших складових вистрілу, зношеності ствола гармати маса снаряда та його початкова змінюються від вистрілу до вистрілу.

Використовувався такий порядок визначення максимальної безпечної відстані. За даними щодо траєкторій руху снарядів відповідного ЗАК, що доступні в інтернеті, оцінюється коефіцієнт форми снаряда для функції опору повітря 1943 року для максимальної відстані стрільби для табличних значень маси та його початковій швидкості. Врахування

можливого зменшеного тиску повітря робиться введенням віртуальної висоти розташування ЗАК відносно рівня моря. Зі збільшенням температури повітря для того же тиску, як слідує з закону Клапейрона, густина повітря знижується, що призводить до зменшення опору та зростання дальності польоту снаряду. Відповідне врахування робилося введенням поправки до балістичної температури та перерахунком віртуальної висоти. Для найгіршого випадку для максимальній маси снаряда, табличної швидкості, мінімального тиску повітря та максимально можливої температури при проведенні стрільб підбором відповідного кута кидання визначається максимальна дальність польоту снаряда. Остання з коефіцієнтом збільшення (наприклад 25%) на невизначеність вихідних даних використовується в якості максимальної безпечної відстані.

Отримана відстань повинна бути перевірена на відповідному полігоні відеореєстрацією в нічний час стрільбою трасувальними снарядами.

Вважаємо доцільним мати психологічний запас до межі зони небезпеки від максимальній відстані польоту снарядів 1,5 – 2 км.

ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ В СУЧАСНИХ УМОВАХ БОЙОВИХ ДІЙ

А.В. Власов, к.т.н., ст. досл.; В.В. Коваль, к.т.н., доц.;
Ю.В. Слободенюк; В.М. Кібальник
Навчально-науковий випробувальний полігон
високотехнологічного озброєння та військової техніки

Аналіз дій противника протягом під час повномасштабного вторгнення свідчить про стрімкий ріст впливу як окремого, так і комплексного застосування засобів радіоелектронної розвідки (РЕР) та радіоелектронної боротьби (РЕБ) на форми і способи ведення бойових дій в ході наступальних і оборонних операцій.

В сучасних умовах, радіоелектронна боротьба як один із основних видів оперативного (бойового) забезпечення операцій (бойових дій) призводить до трансформації принципів побудови і застосування будь-яких зразків озброєння і військової техніки (ОВТ), в тому числі і безпілотного (безекіпажного) типу з впровадженням відповідного електронного забезпечення та радіоелектронного захисту систем і засобів управління, протидії радіоелектронному подавленню зразків ОВТ на полі бою.

В доповіді подано результати досліджень та практичні рекомендації щодо основних тенденцій розвитку радіоелектронної боротьби, а саме: інтеграції сил і засобів РЕБ з засобами розвідки і вогневого ураження; підвищення бойових можливостей сил та засобів РЕБ; розробки дослідних зразків з урахуванням прогнозів розвитку військової радіоелектроніки; підвищення ролі безпілотних (безекіпажних) апаратів при вирішенні завдань радіоелектронної боротьби.

НАПРЯМИ РОЗВИТКУ РЕБ ТАКТИЧНОГО РІВНЯ

А.В. Власов, к.т.н., ст. досл.; В.В. Коваль, к.т.н., доц.;
В.В. Пальчиков; В.М. Кібальник
Навчально-науковий випробувальний полігон
високотехнологічного озброєння та військової техніки

Застосування засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ) є складною, але невід’ємною складовою сучасної збройної боротьби. При цьому розроблення та впровадження систем і засобів РЕБ різного типу на теперішній час є одною із найдинамічнішою складовою розвитку технологічного озброєння та військової техніки. Іноземні і вітчизняні розробники постійно працюють над створенням нових систем РЕБ, вдосконаленням існуючих, з метою підвищення їх ефективності, розширення основних характеристик.

Одним із основних аспектів супроводження даних розробок, є не тільки етапи проведення їх випробувань (від заводських до випробувань в бойових умовах), але і постійна комунікація з відповідними підрозділам в силах оборони для отримання оперативної інформації про особливості застосування цих розробок в умовах реальної бойової обстановки.

В доповіді подано результати досліджень за досвідом роботи в складі мобільних робочих груп, які дозволили визначити основні напрями зосередження зусиль:

– постійне вдосконалення засобів РЕБ з урахуванням аналізу характеристик засобів ураження противника, їх оновлення.

– можливість комплексного (масованого по фронту) та вибіркового (секторального) застосування сил і засобів РЕБ;

– адаптація сценаріїв взаємодії підрозділів в умовах складної сигнально-завадової обстановки з урахуванням досвіду застосування засобів РЕБ у визначеній області бойового зіткнення (попереднього та щоденного).

КОЕФІЦІЄНТ ОПЕРАТИВНОЇ ГОТОВНОСТІ ЯК КРИТЕРІЙ ОЦІНЮВАННЯ БОЙОВОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗРАЗКА АРТИЛЕРІЙСЬКОГО ОЗБРОЄННЯ

Ю.Л. Вода
Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії

Найважливішою характеристикою якості будь-якого зразка озброєння є його бойова ефективність – ступінь пристосованості до виконання бойових завдань у різних умовах бойової обстановки. Оцінювання бойової ефективності – це науковий метод визначення показників бойової ефективності озброєння, необхідних для розроблення тактико-технічних вимог до озброєння, що створюється, та оцінювання його в ході експлуатації. Бойова ефективність визначається величиною збитку, що завдається об’єктам противника, за певний час при певних витратах матеріальних засобів з урахуванням надійності, живучості та боєготовності самої зброї.

Існуючі показники ефективності вогню під час виконання вогневих завдань артилерією не враховують ряд чинників, що визначають надійність функціонування зразка, а отже їх використання недостатнє для розроблення тактико-технічних вимог до зразка артилерійського озброєння.

Основна характеристика артилерійських зразків озброєння – живучість, під якою розуміється властивість гармати зберігати свою боєздатність більш тривалий термін у різних умовах експлуатації як у мирний, так і в воєнний час.

Живучість ствола визначається кількістю пострілів, яку можна зробити з нього на повному заряді до виходу його з ладу. Живучість ходових частин гармати вимірюється числом кілометрів пробігу до виходу їх з ладу. Висока живучість гармат забезпечується міцністю їх деталей, невразливістю в бою, високою маневреністю, точним дотриманням правил експлуатації, встановлених інструкціями і керівництвами.

У ряді випадків підготовку до застосування, а саме ймовірність того, що зразок артилерійського озброєння буде готовий до застосування, детально не розглядають, а враховують коефіцієнт оперативної готовності.

Коефіцієнт оперативної готовності – це ймовірність того, що об’єкт

знаходиться у визначеній бойової готовності в момент надходження команди на застосування.

Коефіцієнт оперативної готовності характеризує надійність зразків артилерійського озброєння, необхідність застосування яких виникає в довільний момент часу, після якого потрібна безвідмовна робота протягом певного проміжку часу. До цього моменту такі зразки можуть перебувати як в режимі чергування, так і в режимі застосування – для виконання інших бойових функцій. В обох режимах можливе виникнення відмов і відновлення працездатності зразка озброєння.

При відмові зразка та його ремонті для відновлення застосування коефіцієнт готовності залежить від середнього часу напрацювання на відмову та середнього часу відновлення працездатності.

Артилерійські гармати є найбільш поширеним типом зразків озброєння. Артилерійські зразки озброєння часто працюють в дуже важких умовах, під вогнем противника, при незадовільному обслуговуванні або взагалі без нього. Протягом певного терміну експлуатації зразка озброєння в ньому можуть відбуватися відмови в роботі, що призводить до вимушених простоїв для їх усунення. Коефіцієнт готовності зразка озброєння визначається його надійністю, ремонтопридатністю.

Статистика основних критеріїв відмов зразків озброєння складає:

– ураження артилерійського озброєння вогнем противника – близько 30 % відмов;

– неправильне застосування зразків – близько 25 % відмов;

– недоліки експлуатації або низька якість ремонту – близько 25 % відмов;

– недоліки конструкції і технології виробництва зразків – близько 10 % відмов;

– природне старіння і знос – близько 10 % відмов.

Розподіл ушкоджень по окремих вузлах зразків змінюється залежно від умов їх застосування. Однак, згідно зі статистичними даними, за характером пошкоджень причіпних гармат найбільше число ушкоджень припадає на прицільні та противіткатні пристрої, механізми наведення до 70 % відмов, і до 30 % відмов внаслідок пошкодження інших механізмів.

Отже, зменшення відмов зразків озброєння характеризує надійність об’єктів і відповідно підвищує значення коефіцієнта оперативної готовності.

ВИКОРИСТАННЯ ГАЛЬВАНІЧНИХ ПОКРИТТІВ НА ОСНОВІ СИСТЕМИ NI-MO ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ, МОДЕРНІЗАЦІЇ ТА ДОВГОВІЧНОСТІ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

С.А. Галайчак, к.т.н., с.н.с.; С.А. Корній, д.т.н.;
Р.Я. Лужецький; М.В. Данильчук
Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка
Національної академії наук України

Гальванічні покриття на основі системи Ni-Mo належать до перспективних матеріалів для військової техніки завдяки поєднанню високої корозійної тривкості, зносостійкості та мікротвердості. Вони істотно підвищують довговічність корпусних деталей та конструкцій, зменшуючи корозійні ушкодження бронетехніки, авіаційної й морської техніки. Додаткове легування та/або термообробка таких покриттів є економічно обґрунтованим методом захисту від трибокорозійного зносу, що забезпечує ефективну роботу у складних експлуатаційних умовах. Ni-Mo покриття також забезпечують захист рухомих механізмів і електронних компонентів, які працюють в агресивних середовищах, а їх покращені електрокаталітичні властивості відкривають перспективи використання у системах живлення, включно з паливними та гальванічними елементами. Тому метою даної роботи є узагальнення експериментальних даних щодо корозійних, трибокорозійних та електрокаталітичних властивостей Ni-Mo покриттів з урахуванням їх перспективного застосування у військовій техніці.

У ході досліджень було розроблено склад саморегулювального електроліту для отримання електрохімічних покриттів Ni-Mo та Ni-Mo-B. Встановлено вплив основних параметрів електролізу – pH, густини струму, температури, швидкості перемішування та вмісту аміаку – на хімічний склад і морфологію покриттів, а також оптимальні режими їх термічної обробки, що є важливим для цілеспрямованого формування матеріалу.

Покриття Ni-Mo-B отримано з вмістом молібдену від 8 до 27 % мас. при рівномірному розподілі бору в межах 1,30–3,39 % мас. Зі зростанням вмісту молібдену спостерігалося зменшення товщини покриття. Досліджено мікромеханічні, трибологічні та трибокорозійні характеристики покриттів з 8 та 16 % мас. молібдену. Для умов сухого тертя більш ефективними виявились покриття з 8 % Mo, що пов’язано з

меншою жорсткістю та вищим вмістом аморфного бору, який сприяє формуванню змащувального шару. Натомість у трибокорозійних умовах оптимальними є покриття з 16 % Mo, що характеризуються вищою твердістю, меншою втратою матеріалу та стабільнішою поведінкою електродного потенціалу під час фрикційної взаємодії в електроліті.

Термообробка майже подвоює мікротвердість і збільшує модуль пружності на 45 % за рахунок формування композиційної боридної структури. Скретч-тестування показали зростання сили тертя на 20 % після термообробки, однак на покриттях з 16 % Mo спостерігаються тріщини та локальні зміни в області тертя.

Електрохімічні випробування у 3 % розчині NaCl показали, що термообробка суттєво підвищує корозійну тривкість покриттів, особливо для зразків з 16 % молібдену. Під час корозійно-механічного зношування коефіцієнт тертя та втрати матеріалу корелюють із твердою структурою покриттів. Зразки з 16 % Mo після термообробки, маючи твердість близько 1,16 ГПа (рівень твердого хрому), демонструють високу стійкість до трибокорозії.

Перенапруга реакції виділення водню на найефективнішому Ni-Mo-B каталізаторі становила 0,194 В при густині струму 100 мА/см², що свідчить про його високу електрокаталітичну активність і здатність забезпечувати ефективний електрохімічний процес з низькими енергетичними витратами. Густина струму обміну, яка дорівнює 0,160 А/см², вказує на швидкість електрохімічної реакції в стані рівноваги, підтверджуючи конкурентоспроможність цього матеріалу порівняно з традиційними каталізаторами для реакції виділення водню. Такі параметри роблять Ni-Mo покриття привабливими для використання у військових енергетичних системах, де важливі як стабільність, так і ефективність електродів.

Отримані результати свідчать про високу перспективність Ni-Mo та Ni-Mo-B гальванічних покриттів, модифікованих термообробкою, для застосування у військовій техніці, зокрема для захисту корпусних деталей і рухомих механізмів, що експлуатуються в складних умовах трибокорозійного навантаження. Крім того, покриття демонструють значні електрокаталітичні властивості, що робить їх перспективними для використання у енергетичних системах військової техніки, зокрема в паливних елементах та гальванічних елементах, де висока ефективність реакції виділення водню є ключовою.

МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХОДІВ ПРОТИДІЇ НАВІГАЦІЇ ЗАСОБІВ ПОВІТРЯНОГО НАПАДУ

С.О. Галкин, к.т.н., доц.; Р.М. Олійник; Л.М. Германенко, к.е.н.;
С.Г. Шуба
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

На сучасному етапі російсько-української війни, як безпосередньо на лінії зіткнення, так і для військових та цивільних об'єктів по всій території країни, значну загрозу становлять ворожі засоби повітряного нападу (ЗПН). Для захисту від ЗПН розробляються різноманітні засоби та заходи, та виникає необхідність оцінки бойової ефективності цих засобів та заходів.

Бойова ефективність – узагальнене поняття, що характеризує ступінь здатності бойового засобу до виконання завдань, що стоять перед ним. Для чисельного вимірювання бойової ефективності, відповідно до теорії дослідження операцій, використовують показник бойової ефективності. Показник бойової ефективності за правилом, яке називають критерієм, дає змогу порівнювати між собою ефективність засобів (одиниць озброєння та/або військової техніки). Показник бойової ефективності повинен відповідати задачі, що стоїть перед бойовим засобом. Наприклад, якщо завдання полягає в ураженні наземного об'єкту, або ураженні літака, або потопленні корабля, то як показник ефективності може буде використана ймовірність виконання бойового завдання. Якщо перед бойовим засобом стоїть завдання завдати максимальної шкоди, то показником ефективності може бути математичне очікування шкоди, яка завдана противнику.

Аналіз способів застосування ворожих ЗПН та протидії ним показує, що одним із ефективних шляхів зниження точності влучання ЗПН є подавлення (або спуфінг) приймачів супутникових навігаційних систем, що примушує інерціальну навігаційну систему (ІНС) ЗПН працювати без корекції від супутникових радіонавігаційних систем (СРНС) і накопичувати помилку визначення місця знаходження ЗПН.

Засоби РЕБ погіршують якість інформації, що отримується за допомогою бортової радіоелектронної апаратури ЗПН, тим самим знижують точність їх влучання, тобто їх бойову ефективність. Ступінь зниження бойової ефективності ЗПН може розглядатися як показник ефективності засобів та заходів РЕБ.

При розгляді питань подавлення каналу навігації ЗПН методика

враховує, що навігаційна система може мати різний рівень складності та використовувати для визначення місця розташування ЗПН кілька сигналів, що надходять від датчиків різної фізичної природи.

У якості ЗПН в розглядаються:

– крилаті ракети наземного /надводного та повітряного базування;

– безпілотні авіаційні комплекси.

У запропонованій методиці, в якості показника ефективності застосування засобів та заходів РЕБ із ЗПН використовується зниження ймовірності виводу з ладу об’єкту, що захищається, у порівнянні з умовами відсутності такого захисту.

Точність влучання ЗПН залежить від часу його перебування в умовах впливу перешкод, зокрема, радіоелектронного подавлення приймачів СРНС, що унеможливлює корекцію бортових ІНС.

Оцінка ймовірності виводу з ладу об’єкту, що захищається від ЗПН, виконується відповідно до теорії дослідження операцій/теорії стрільби. У межах запропонованої методики ЗПН розглядаються як снаряди дистанційної дії із нормальним (Гаусовським) розсіюванням у площині земної поверхні. Запропоновано аналітичний вираз для координатного закону ураження, який характеризує саме пару снаряд (ЗПН) - об’єкт, що захищається, у виразах для обчислення ймовірності ураження.

Запропонована методика дозволяє, з одного боку, оцінити ймовірність ураження наземного об’єкту засобом повітряного нападу в умовах подавлення приймачів супутникових навігаційних систем, з іншого боку, на підставі наведених розрахунків пред’явити вимоги щодо заходів продавлення приймачів супутникових навігаційних систем, щоб забезпечити ймовірність ураження об’єкту, що захищається, не більше заданої.

Запропонована методика оцінювання бойової ефективності засобів та заходів протидії ЗПН проілюстрована прикладом розрахунків ймовірності ураження об’єкту критичної інфраструктури “трансформаторна підстанція” в умовах відсутності протидії ЗПН та в умовах постановки перешкод приймачам СРНС ЗПН. За результатами розрахунків визначено зону навколо указаного об’єкту, в межах якої необхідно унеможливити прийом сигналів СРНС приймачем ЗПН для зниження ймовірності влучання до рівня 0,1.

Результати роботи можуть бути основою для складової частини інформаційно-розрахункової системи планування та оцінки ефективності заходів та засобів РЕБ.

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО СТВОРЕННЯ СТЕНДУ ДЛЯ ВИПРОБУВАННЯ ЗАСОБІВ РАДІОЕЛЕКТРОННОГО ПОДАВЛЕННЯ КОМАНДНИХ РАДІОЛІНІЙ УПРАВЛІННЯ FPV-ДРОНАМИ ЗА ПРОТОКОЛАМИ EXPRESSLRS

С.О. Галкин, к.т.н., доц.; Р.М. Олійник; Н.О. Олійник; А.В. Панченко
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Для обґрунтування необхідності створення стенду для випробування засобів радіоелектронного подавлення командних радіоліній управління FPV-дронами за протоколами ExpressLRS розглянемо процес перевірки дальності подавлення відповідно до типової методики.

Засіб радіоелектронного подавлення (РЕП) командних радіоліній управління (КРУ) FPV-дронами та станція управління БпЛА розміщуються на визначених позиціях на відстані від 2 км до 4,5 км один від одної, із забезпеченням виконання умов прямої видимості. За командою керівника оператор БпЛА проводить зліт, після набору висоти здійснює політ по заздалегідь узгодженому маршруту польоту з напрямком “НА” позицію засобу РЕП. За командою керівника перевірки оператор засобу РЕП вмикає перешкоду. Оператор БпЛА, за командою керівника, фіксує факт подавлення (не подавлення) засобами РЕП каналів управління, передачі даних та доповідає керівнику. Керівник дає команду оператору засобу вимкнути радіоподавлення, після чого оператор БпЛА: типу Mavic – здійснює зависання та фіксацію координат точки подавлення; типу FPV – здійснює зависання та посадку (в разі можливості), після чого член випробувальної бригади фіксує координату точки посадки. В разі втрати керування БпЛА (його падіння, різке здіймання вгору) – членом випробувальної бригади фіксується координата точки падіння (здіймання) БпЛА.

Випробування засобів РЕП відповідно до викладеної методики обумовлює наступні недоліки:

– втрата управління фіксується за особистими відчуттями оператора,

– документальне підтвердження ступеня втрати управління та ступеня подавлення сигналу неможливе;

– визначення точки втрати керування БпЛА є суб’єктивним відчуттям оператора та або учасників перевірки, велика похибка визначення дальності подавлення;

– точка падіння БпЛА не завжди відповідає точці втрати управління;

– низька прозорість процесу випробування для виробників та інших зацікавлених осіб.

Для усунення впливу перелічених факторів на якість випробувань пропонується створити стенд для випробування засобів радіоелектронного подавлення командних радіоліній управління FPV-дронами за протоколами ExpressLRS.

Запропонований стенд має складатися з наступних складових частин:

– макет пульту управління командної радіолінії;

– макет бортового обладнання БпЛА;

– систем єдиного часу, документування подій в ході випробувань, індикації наявності/відсутності подавлення у реальному масштабі часу.

Макет пульту управління у складі стенду для випробування засобів радіоелектронного подавлення командних радіоліній управління FPV-дронами за протоколами ExpressLRS містить:

– генератор послідовності команд управління;

– засоби апаратного та програмного забезпечення формування протоколу переданих команд управління в межах макету пульту управління;

– передавач команд управління;

Макет бортового обладнання БпЛА у складі стенду для випробування засобів радіоелектронного подавлення командних радіоліній управління FPV-дронами за протоколами ExpressLRS містить:

– приймач команд управління формату ERLS;

– приймач GPS;

– польотний контролер;

– засоби апаратного та програмного забезпечення формування протоколу переданих команд управління в межах макету бортового обладнання БпЛА.

В доповіді викладені результати досліджень щодо апаратного та програмного забезпечення стенду, що пропонується, структури даних та алгоритми їх обробки, методику випробувань засобів РЕП із використанням запропонованого стенду.

Використання стенду дозволить:

– об’єктивно документувати ступінь втрати управління макетом БпЛА без участі оператора та без ризику втратити коштовний БпЛА,

– документально підтверджувати відношення сигнал – перешкода на вході приймача від конкретного засобу РЕП;

– за результатами обробки протоколів об’єктивно визначати точку втрати керування БпЛА;

– оперативно відображати результати роботи перешкод виробникам засобів РЕП що випробовуються та іншим зацікавленим особам, підвищуючи таким чином прозорість процесу випробувань.

СУХОПУТНІ ВІЙСЬКА НАТО: НА СТІЙКОМУ ФУНДАМЕНТІ В УМОВАХ СПІЛЬНОГО БОЙОВОГО ПРОСТОРУ

В.П. Гмиря, к.е.н., ст.досл.;
Л.В. Романовська; І.Г. Гайдак; А.О. Нікітченко
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Протягом усієї історії людських конфліктів головним викликом є їх постійна еволюція. Незалежно від того, чи це спричинено технологічними інноваціями, вдосконаленням або підривом тактики, чи, як найчастіше, поєднанням обох факторів, військові стратеги та теоретики намагаються передбачити війни майбутнього, щоб скерувати підготовку до них сьогодні. Альянс НАТО втілює цю концепцію в життя за допомогою таких планів, як "НАТО 2030", та конференцій з питань озброєння, підготовки та розвитку навчань. Хоча може бути спокусливо зосередитися виключно на нових рубежах космосу або таємничих тонкощах кіберпростору, правда полягає в тому, що всі сфери повинні розвиватися, інтегруватися та інноваційно змінюватися разом, а стратегічна необхідність забезпечення безпеки на суші не зменшиться.

Цілісність території НАТО та безпека її населення залежать від взаємозв'язку всіх сфер через спільне оперативне планування та навчання. У рамках спільних операцій сухопутні сили НАТО посилюють повітряну, морську, космічну та кіберсфери для досягнення максимального ефекту. Найбільш фундаментальною здатністю, яку сухопутні сили НАТО надають своїм партнерам, є забезпечення фізичного простору для проєкції повітряних, морських, космічних та кіберплатформ. Швидке та комплексне реагування на будь-яку кризу є ключовим для цілісності Альянсу, і росія довела, що є найбільшою загрозою.

З огляду на це, НАТО створило чотири посилені багатонаціональні бойові групи "Передової присутності" у 2014 році та ще чотири посилені бойові групи "Пильної активності" у 2022 році вздовж свого східного флангу. Більшість цих елементів – це сухопутні сили, які тренуються та інтегруються з силами приймаючої країни для підвищення взаємосумісності і складаються з піхоти, бронетанкових військ,

протиповітряної оборони, розвідки, вертольотів, артилерії, військової поліції та логістичних засобів.

Хоча бойові групи є важливим тактичним потенціалом НАТО вздовж східного кордону, підрозділи інтеграції сил НАТО (NFIU) сприяють прийому, розміщенню та подальшому переміщенню (RSOM) більших сил підкріплення. Без внеску бойових груп у безпеку території Альянсу неможливо було б продемонструвати військову міць на морі та в повітрі. Без створення NFIU складні дії з розгортання більших сил НАТО були б практично неможливими.

Спочатку оперативні сфери легко визначити і розрізнити, але де починається одна і закінчується інша, у фізичному та оперативному сенсі, може бути важко визначити. Сухопутні сили НАТО сприяють зв’язку між сферами з метою усунення “оперативних розривів” шляхом тактичної та оперативної інтеграції повітряних, морських і сухопутних сил. На тактичному рівні це передбачає спільні навчання підрозділів з різних сфер у багатосферних сценаріях.

У рамках багаторічних військово-морських навчань “Балтійські операції” (BALTOPS) задіяні підрозділи морських, повітряних і сухопутних сил з метою зміцнення об’єднаних сил реагування, необхідних для забезпечення регіональної безпеки та стабільності. Наприклад, точна морська артилерія вела вогонь по наземних цілях для підтримки операцій амфібійних або сухопутних сил, а вертольоти виконували функції спостереження та координували вогонь з наземними підрозділами. На оперативному рівні було створено керівну групу з інтеграції повітряних і сухопутних сил під керівництвом двозіркового генерала для підтримання цілеспрямованої співпраці між цими двома компонентами, що призвело до створення постійного сухопутного елементу зв’язку в штабі AIRCOM.

Сухопутні сили НАТО проходять підготовку, оснащені та розташовані географічно таким чином, щоб стримувати і відбивати навіть найсерйозніші загрози на суші. Найбільшим підрозділом Альянсу з територіальної оборони є Сили реагування НАТО (NRF) – високобоєздатний і технологічно передовий багатонаціональний підрозділ, що складається з сухопутних, повітряних, морських сил та сил спеціальних операцій (SOF). Ці сили, призначені для реагування на надзвичайні ситуації, наразі налічують 40 000 військовослужбовців, але, згідно з заявами, зробленими на саміті НАТО в Мадриді наприкінці червня 2022 року, їх чисельність буде збільшено до понад 300 000. Ця роль щорічно почергово виконується штабами сил високої готовності

НАТО у сухопутній, повітряній та морській сферах, а також підрозділами спеціальних операцій та логістики. Сухопутне командування НАТО підтверджує готовність сухопутних військ до швидкого розгортання після року навчання та сертифікації, що завершується 10-денними навчаннями для перевірки їхніх можливостей у сценаріях, передбачених статтею 5 та нижче статті 5. У 2022 році Корпус швидкого реагування Франції (RRC FRA) був елементом сухопутного командування та управління і був розгорнутий уздовж східного флангу НАТО у відповідь на війну Росії в Україні.

І нарешті, унікальною відмінністю сухопутної сфери від інших є очікування постійного прямого контакту з противником, сторонами конфлікту, а також цивільним населенням. Незалежно від того, чи йдеться про операцію в місті відповідно до статті 5, операцію з підтримки миру чи навчальну місію, таку як місія НАТО в Іраку, дотримання принципів НАТО щодо сприяння миру, безпеці та захищеності через наші дії, коли ми живемо і працюємо серед зацікавлених сторін, має вирішальне значення для успіху операцій та підтримання авторитету НАТО в усьому світі.

Сухопутна сфера є найстарішою зоною конфлікту, з якої розвинулися всі інші. Без забезпечення безпеки кордонів, баз, структур та об'єктів НАТО за допомогою спеціальних сухопутних сил не може застосовувати можливості в повітрі, на морі, в кіберпросторі та космосі. І навпаки, сухопутні сили НАТО в сьогоднішніх складних оперативних умовах не можуть ефективно діяти без координації та синхронізації зусиль у всіх сферах. Тож, хоча історик Т.Р. Ференбах наголошував на важливості наявності солдатів у болоті для захисту території, для її утримання краще мати ближню повітряну підтримку, авіаносну ударну групу, кіберзахист та супутникову інфраструктуру.

ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ ФІЛЬТРУ КАЛМАНА ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИСОКОЇ ТОЧНОСТІ СТРІЛЬБИ КЕРОВАНОГО РАКЕТНОГО ОЗБРОЄННЯ З НАВІГАЦІЄЮ НА БАЗІ БІНС ТА АПАРАТУРИ СУПУТНИКОВОЇ НАВІГАЦІЇ

Д.Г. Грошелєв; П.Г. Хорольський, к.т.н., с.н.с.
Державне підприємство "Конструкторське бюро "Південне"
ім. М.К. Янгеля

Точність стрільби обов'язково входить до складу вимог до ракетного

озброєння і є однією з основних із них.

Її забезпечення в нових розробках є дуже складною задачею, оскільки рівень вимог підвищується і їх виконання для керованого ракетного озброєння (РО) залежить від точності систем навігації, наведення і стабілізації. Точність цих систем суттєво залежить від технологічного укладу країни та доступності сучасних закордонних технологічних рішень.

Проблеми забезпечення точності стрільби є традиційно актуальними.

Розглядаються РО з навігаційними системами на базі БІНС та апаратури супутникової навігації (АСН). Особливістю сучасних БІНС, якими оснащується РО, є використання достатньо низькоточних вимірювачів, наприклад, на базі МЕМС-технологій. Підвищення точності досягається використанням в першу чергу фільтрів Калмана для оцінки в польоті похибок БІНС.

Проблема застосування АСН полягає в першу чергу у відсутності в Україні власної супутникової навігаційної системи, що виключає наявність важелів впливу на дані цієї системи.

Від вирішення цих проблем залежить ефективність використання розробленого РО.

Метою докладу є визначення проблемних питань забезпечення високої точності стрільби керованого ракетного озброєння з інерціальними навігаційними системами (ІНС) на базі БІНС з низькоточними інерціальними вимірювачами (ІВ) та АСН.

Наразі основними проблемами підвищення точності стрільби РО з означеними ІНС є:

– проблема сходимості фільтрів Калмана по визначенню реалізованих в польоті похибок ІВ БІНС за час дії перевантажень, коли забезпечується спостережуваність цих похибок;

– залежність інтервалу спостережуваності зазначених похибок від часу активного відрізку траєкторії польоту РО і рівня похибок ІВ БІНС;

– налаштування фільтрів – визначення початкових кореляційних матриць і матриць шумів;

– обмеження на час отримання достовірних даних з боку АСН.

Таким чином, основна проблема використання фільтру Калмана для забезпечення високої точності стрільби керованого РО з навігацією на базі БІНС та АСН є залежність результату від спостережуваності похибок ІВ в конкретних умовах часу, рівня та форми перевантажень, рівня похибок ІВ та безперервності і безвідмовності отримання даних АСН.

ПРОБЛЕМАТИКА СЕРТИФІКАЦІЇ КІНОЛОГІЧНИХ РОЗРАХУНКІВ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

Д.О. Давидов
Центр досліджень Сил підтримки Збройних Сил України

Одним із основних завдань кінологічної служби Збройних Сил України є підготовка військових кінологів та службових собак (кінологічних розрахунків) за певними напрямками спеціалізації для виконання різних службових завдань.

Якість підготовки кінологічних розрахунків має критичне значення, оскільки від цього залежить ефективність їхньої роботи у різних сферах діяльності Збройних Сил України, тому з метою забезпечення упевненості в здатності конкретного кінологічного розрахунку до самостійного несення служби та виконання службових обов'язків в повному обсязі відповідно до напрямку служби проводиться їх сертифікація. Значимість сертифікації, а саме її регулярність проведення полягає в тому, що крім підтвердження компетентності кінологічної команди до виконання завдань у реальних умовах, вона сприяє підтримці та вдосконаленню професійного рівня кінологічного розрахунку.

При цьому, всупереч на важливість та актуальність визначеної процедури тестування організація її проведення є достатньо проблематичною та складною у зв'язку з тим, що стосується як організаційно-правових аспектів, так і практичної підготовки та застосування кінологічних розрахунків. Основні проблемні моменти, що потребують вирішення, це:

– відсутність єдиної нормативної бази;
– недостатня відповідність до міжнародних стандартів;
– обмеженість навчально-матеріальної бази;
– недостатнє фінансування;
– кадрові проблеми.

На сьогодні в країні бракує єдиної нормативної бази, яка б могла чітко регламентувати процес сертифікації кінологічних розрахунків силових структур України. Використання різних підходів і критеріїв оцінки у силових структурах (НГУ, ДПСУ, Нацполіція, ЗСУ) ускладнює забезпечення однакового рівня підготовки та взаємне визнання сертифікатів.

Недостатня відповідність до міжнародних стандартів попри проведення певної роботи у напрямку розроблення та впровадження

стандартів кінологічного забезпечення Збройних Сил України згідно до вимог країн НАТО знижує рівень взаємосумісності з нашими партнерами щодо службової кінології. В зв’язку з цим нормативна база, яка регулює кінологічну діяльність, часто є фрагментарною та зосередженою на загальних аспектах служби, а не на специфічних вимогах до сертифікації.

Підготовка кінологічних розрахунків потребує спеціалізованих навчальних центрів, сучасного обладнання, сертифікованих полігонів, тренувальних майданчиків і засобів імітації бойових умов, а їх недостатня кількість у багатьох випадках призводить до відпрацювання практичних навичок у спрощених умовах, що не завжди відповідає реальним загрозам. Наприклад, Навчальний кінологічний центр об’єднаного навчально-тренувального центру Командування Сил підтримки Збройних Сил України, м. Кам’янець-Подільський є ключовою навчальною кінологічною установою, але його потужність достатньо обмежена для масової підготовки фахівців кінології.

У зв’язку із недостатнім фінансуванням потреба у сучасних засобах дресирування, ветеринарному забезпеченні та логістиці не завжди покривається при цьому часто кінологічні підрозділи вимушені покладатися на власні ресурси або допомогу волонтерів.

Кадрові проблеми, які відображаються у нестачі висококваліфікованих інструкторів-кінологів та посередній якості кандидатів на посади кінологів також негативно впливають на якість підготовки кінологічних розрахунків, а висока плинність кадрів через воєнний стан і навантаження на Збройні Сили України ускладнює підтримку стабільного рівня підготовки.

Сьогоднішня складна ситуація вимагає прийняття рішення щодо усунення проблематики, що має вплив на організацію сертифікації кінологічних розрахунків ЗС України, а саме:

– розробка єдиного нормативного документу (військовий стандарт проведення тестування службових собак за напрямками діяльності Збройних Сил України), який чітко визначатиме стандарти сертифікації кінологічних розрахунків, враховуючи специфіку їх використання (охорона, розмінування, розвідка);

– підняття питання щодо збільшення фінансування кінологічних центрів та розширення їх інфраструктури;

– подальша активна робота по посиленню співпраці з міжнародними партнерами для обміну досвідом та адаптації стандартів НАТО;

– впровадження регулярних перевірок та регулярне підвищення кваліфікації для кінологів, щоб підтримувати високий рівень готовності.

Ці заходи можуть допомогти вирішити ключові проблеми сертифікації кінологічних розрахунків у Збройних Силах України, підвищивши їх ефективність та відповідність сучасним вимогам.

ЗАСТОСУВАННЯ РОЗРАХУНКОВО-ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ОСКОЛКОВОЇ ДІЇ БОЄПРИПАСІВ

Є.Ю. Діденко
Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії

Перспектива прийняття на озброєння артилерійських підрозділів нових типів боєприпасів об'єктивно потребує оцінювання їх ефективності шляхом проведення достатньо великої кількості полігонних випробувань. Одним із показників ефективності дії боєприпасів по цілі є їх осколкова дія. Для визначення осколкової дії в умовах обмеженого ресурсу доцільно використовувати теоретичні методи, а саме розрахунково-імітаційне моделювання, що значно знижує витрати матеріальних та часових ресурсів та дозволяє отримати результати із достатньою точністю.

Сучасні методи визначення початкових параметрів осколкового поля (кути розльоту осколків та їх масові характеристики) мають за основу експериментальні дані підривів найпоширеніших снарядів, за якими отримано зведені (осереднені) залежності кількості осколків від меридіонального кута розльоту в напрямку цілі та розподіл осколків за масою. Однак такі методи мають досить вузький діапазон застосування в зв'язку з тим, що не враховують конструктивні особливості досить великого різноманіття боєприпасів (снарядів, мін), а також залежність якості дроблення від типу вибухової речовини та матеріалу корпуса.

Для врахування будь-яких конструктивних та енергетичних особливостей артилерійських боєприпасів (існуючих, модернізованих та нових) пропонується застосувати дещо інші підходи у визначенні початкових параметрів осколкового поля. В якості закону розподілу осколків природнього дроблення за масою доцільно використовувати гіпервейбуловський бімодальний розподіл.

Детонація вибухової речовини призводить до руйнування оболонки та формування масиву осколків природнього дроблення. Продукти детонації вибухової речовини утворюють надлишковий тиск в середині артилерійського снаряда, який діє по нормальній складовій взаємодії з

оболонкою. Спираючись на вищезазначене, з метою врахування конструктивних особливостей будь-якого боєприпаса (снаряда, міни), початковий вектор руху (меридіональний та радіальний кути) кожного осколка природнього дроблення можна прийняти як перпендикуляр до поточної ділянки поверхні снаряда до моменту його дроблення.

Початкова швидкість осколка в момент детонації вибухової речовини визначається за загальновідомими формулами, що враховують швидкість детонації, масу вибухової речовини, коефіцієнти взаємодії фронту ударної хвилі з елементами ураження та конструктивних особливостей артилерійського снаряда (міни).

Для розрахункового визначення зони розльоту осколків та їх енергетичних характеристики на траєкторії модель враховує кінцеву ділянку траєкторії та швидкість руху артилерійського снаряда, початкові параметри осколкового поля, рух осколків природного дроблення під дією сил інерції, гравітації та аеродинамічного опору.

Траєкторії руху осколків природного дроблення визначаються на основі розв’язання системи диференційних рівнянь їх центру мас з урахуванням початкових умов за допомогою метода Рунге-Кутта четвертого порядку апроксимації.

Результатом комплексу розрахунків будуть параметри осколкового поля, які дозволяють врахувати конструктивні та енергетичні особливості будь-якого артилерійського боєприпаса.

Використання розрахунково-імітаційного моделювання у визначенні параметрів осколкового поля артилерійських снарядів (мін) дозволить врахувати конструктивні особливості будь-якого з боєприпасів (снаряда, міни), а також залежність якості дроблення від типу вибухової речовини та може бути використано в якості складової частини методики визначення приведених зон ураження цілей (об’єктів ураження) осколковою дією модернізованих та нових боєприпасів.

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ АРТИЛЕРІЙСЬКОЇ ТЕХНІКИ: ПЕРЕВАГИ 3D-ДРУКУ НА ПОЛІ БОЮ

І.С. Жук
Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії

Сучасні бойові дії вимагають принципово нових підходів до підтримки боєздатності артилерійських систем, де традиційні методи

ремонту часто виявляються неефективними через обмежені часові рамки та складність логістики. У цьому контексті технології 3D-друку відкривають революційні можливості для оперативного відновлення військової техніки безпосередньо в зоні бойових дій.

Сьогоднішні 3D-принтери здатні виготовляти не тільки допоміжні, але й критично важливі компоненти артилерійських систем – від деталей механізмів заряджання до направляючих вузлів, використовуючи при цьому спеціальні металеві порошки, високоміцні полімери та композитні матеріали, що забезпечують необхідну міцність і довговічність.

Особливу цінність ця технологія набуває в умовах, коли традиційні логістичні маршрути постачання запчастин порушені або недоступні. Мобільні 3D-друкуючі комплекси, вже прийняті на озброєння деякими арміями світу, дозволяють проводити ремонт техніки у прифронтовій смузі, скорочуючи час відновлення боєздатності з тижнів до годин. При цьому сучасні системи дозволяють не просто копіювати зламані деталі, а оптимізувати їх конструкцію для підвищення надійності та експлуатаційних характеристик.

Перспективи розвитку цього напрямку пов’язані зі створенням централізованих цифрових бібліотек 3D-моделей артилерійських компонентів, доступ до яких можливий через захищені канали зв’язку. Це дозволить польовим ремонтним підрозділам швидко отримувати необхідні креслення та технології виготовлення деталей безпосередньо на місці. Крім того, інтеграція 3D-друку з системами технічного моніторингу дозволить прогнозувати знос критичних вузлів і виготовляти запасні частини ще до виходу їх з ладу.

Впровадження технологій адитивного виробництва в систему технічного забезпечення артилерії суттєво підвищує автономність підрозділів, зменшує навантаження на тилові служби та скорочує витрати на транспортування та зберігання запчастин. У довгостроковій перспективі це створює передумови для формування принципово нової моделі технічного обслуговування військової техніки, більш гнучкої та адаптивної до викликів сучасного поля бою.

Особливо важливим є те, що такі технології дозволяють підтримувати боєздатність артилерійських систем навіть в умовах інтенсивних бойових дій, коли традиційні методи ремонту часто виявляються недоступними або недостатньо ефективними.

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ ВПРОВАДЖЕННЯ ВОДНЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ЗБРОЙНИХ СИЛАХ УКРАЇНИ

О.Г. Заруба, к.військ.н., доц.
Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Водневі технології можуть стати трансформаційною силою у військових операціях, відкриваючи значні перспективи для підвищення бойових можливостей, енергетичної автономності військових формувань, операційної стійкості та зниження екологічного тиску на навколишнє середовище в результаті бойових дій. Їх застосування охоплює різноманітні сфери: від використання гідридів як модифікаторів основних зарядів вибухових речовин, до живлення безпілотних систем та наземних транспортних засобів, літальних апаратів, забезпечення руху військово-морських суден та створення стійких мікромереж вироблення та логістичної дистрибуції водню в безпосередній близькості до тактичної зони бойових дій.

Основними перевагами впровадження водню у військову справу є: підвищена скритність БпЛА (транспортних засобів) з водневим живленням завдяки зменшенню теплових та акустичних сигнатур, вища операційна дальність та витривалість порівняно з традиційними видами палива та акумуляторами, суттєве зниження логістичного навантаження, що досягається завдяки виробництву водню безпосередньо на місці.

Тому майбутні дослідження перспективних напрямків впровадження водневих технологій у Збройних Силах України є актуальними та відповідають загальносвітовим тенденціям.

Так, Науково-дослідна лабораторія будівельної інженерії армії США (CERL) інтегрує водневі енергетичні рішення для живлення об’єктів міністерства оборони. Центр систем наземних транспортних засобів (GVSC) Командування розвитку бойових можливостей армії США (CCDC) зосереджується на використанні паливних елементів для наземних транспортних засобів. Підрозділ оборонних інновацій (DIU) фінансує проєкти, такі як HyTEC, для виробництва водню в польових умовах. Перші прототипи систем Hydrogen at the Tactical Edge of Contested Logistics (HyTEC) у березні 2025 року були доставлені підрозділам морської піхоти на базі морської піхоти Гаваї (MCBH) та авіабазі морської піхоти (MCAS) у Юмі для випробувань та оцінки операторами. Міністерство енергетики США (DOE) та Центр з досліджень і розробок

інженерії танків та автомобілів (TARDEC) мають Меморандум про взаєморозуміння (MOU) для співпраці над водневими та паливними елементами для військового та цивільного використання.

Оборонний сектор США дедалі більше фінансує передові дослідження в галузі водневих технологій через державно-приватне партнерство. Прикладами є NovaSpark Energy та Zepher Flight Labs для НуТЕС а також Infinite Composites для адаптованих водневих баків.

НАТО також активно прагне трансформувати свої збройні сили відповідно до прийнятої кліматичної та енергетичної політики інтегруючи водневі технології. Центр передового досвіду НАТО з енергетичної безпеки (ENSEC COE) вже проводив польові експерименти з технології водневих паливних елементів.

Перспективним напрямком є використання гідридів металів як модифікаторів основного заряду вибухової речовини. У квітні 2025 року Науково-дослідний інститут 705 Китайської державної суднобудівної корпорації (CSSC), ключовий гравець у розробці систем підводної зброї, успішно підірвав вибуховий пристрій на основі гідриду магнію в контрольованих польових випробуваннях згенерувавши вогняну кулю з температурою понад 1000 градусів Цельсія протягом понад двох секунд – у 15 разів довше, ніж аналогічні вибухи тротилу.

В Україні останні новини із галузі цивільної водневої енергетики стосуються 2020 – 2021 років, коли Європейський банк реконструкції та розвитку (ЄБРР) і ТОВ "Оператор ГТС України" (ОГТСУ) уклали угоду про співпрацю у сфері низьковуглецевого водню та розвитку ланцюгів постачань водню, а у ході візиту президента України Володимира Зеленського до Німеччини глави двох держав обговорили можливість для України інтегруватися у водневу економіку, яку створюватиме Європейський Союз. У 2020 році в ДТЕК була створена команда з дослідження можливостей застосування поновлюваного водню в існуючих індустріях.

З початком повномасштабного вторгнення були активовані зв'язки НАН України з науково-дослідними установами МО та ЗС України а також державними та приватними підприємствами із розвитку воєнного застосування водневих технологій. Були випробувані гідридні модифікатори основних зарядів, результати викликали інтерес. Також випробувані безпілотні літальні апарати з водневим живленням.

Для прискорення інтеграції водневих технологій у Збройних Силах України та реалізації їх повного потенціалу, рекомендуються наступні стратегічні кроки.

По-перше, слід провести наукові дослідження та розробки (НДДКР) щодо даного питання. Пріоритет НДДКР слід надавати дослідженням використання гідридів для модифікації основних зарядів, збільшенню співвідношення потужності до ваги водневих паливних елементів, особливо для портативних та переносних військових застосувань.

По-друге, слід вести пошук передових рішень для зберігання водню, включаючи адаптовані баки, твердотільне зберігання та рідкі органічні водневі носії (LOHC), для подолання обмежень об’ємної енергетичної щільності та підвищення безпеки.

По-третє, слід на підставі вже існуючих наукових розробок у галузі визначити обрис мобільних установок генерації водню та його зберігання у інноваційних накопичувачах водню (на основі робочого тіла гідридів). Слід провести піддослідну експлуатацію подібних установок та визначити доцільність їх використання і ті нішеві галузі військової справи, де їх ефективність буде найбільшою.

Впровадження водневих технологій у Збройних Силах України зіткнеться з низкою викликів та обмежень:

– нерозвинутою інфраструктурою генерації і дистрибуцію водню (відсутність трубопроводів, заводів з виробництва рідкого водню, вантажівок для перевезень, сховищ, компресорів та дозаторів);

– зростанням ризиків та необхідністю управління ними у зв’язку із вибухонебезпечністю та легкозаймистістю водню та воднево-повітряних сумішей;

– відносно високою на даний момент вартістю виробництва та дистрибуції водню. Поточні витрати на виробництво водню, за оцінками, становлять 5-7 доларів за кілограм;

– наявністю технічних та регуляторних перешкод. Забезпечення сумісності та взаємодії нових водневих технологій та систем з існуючими військовими стандартами, правилами та обладнанням є проблемою. Життєвий цикл військових транспортних засобів з водневими технологіями значно відрізняється від цивільних. Недостатньо розробок було завершено, щоб повністю зрозуміти довгострокову надійність та ремонтопридатність водневих компонентів у суворих військових умовах.

Хоча значні виклики залишаються у розвитку інфраструктури, протоколах безпеки, побудові, зменшенні витрат та безпеці ланцюгів постачання, поточні зусилля з досліджень та розробок, у поєднанні зі стратегічним державно-приватним партнерством, зможуть послідовно подолати ці перешкоди.

Потенціал подвійного використання військових водневих інновацій

ще більше посилює їх довгостроковий вплив, обіцяючи переваги, які виходять далеко за межі оборонного сектору до ширших цивільних застосувань та глобальних зусиль з декарбонізації. Водень – це не просто альтернативне паливо; це стратегічний фактор, що забезпечує більш гнучку, стійку та екологічно відповідальну військову силу.

СПОСОБИ РАДІОПОДАВЛЕННЯ ПРИЙМАЧІВ СУПУТНИКОВОЇ НАВІГАЦІЇ З БАГАТОКАНАЛЬНИМИ АНТЕННО-ФАЗОВАНИМИ РЕШІТКАМИ, ВСТАНОВЛЕНИХ НА БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТАХ ПРИ ВИСОТАХ ПОЛЬОТУ ПОНАД 2 КМ

Д.А. Іванов; Р.М. Олійник; Н.О. Олійник; Ю.М. Живець
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Розвиток безпілотних літальних апаратів (далі – БпЛА) значно підвищив актуальність питань їх навігаційного забезпечення. Більшість сучасних безпілотних платформ орієнтується на глобальну супутникову навігаційну систему (далі – GNSS (англ. Global Navigation Satellite System)) у поєднанні з інерціальними системами. Для підвищення стійкості до перешкод у військових БпЛА активно використовуються багатоканальні антенно-фазовані решітки з контрольованою спрямованістю прийому (далі – CRPA (англ. controlled reception pattern antenna)), здатні динамічно формувати “нулі” діаграми спрямованості в напрямку джерел перешкод. Це суттєво ускладнює задачу радіоподавлення приймача GNSS, в тому числі і БпЛА.

Антенна решітка CRPA складається з кількох елементів, сигнал із яких обробляється спеціальним адаптивним алгоритмом (наприклад, MVDR (англ. Minimum Variance Distortionless Response) або LMS (англ. Least Mean Squares). Система формує просторово-частотну характеристику, що дозволяє:

– підсилювати корисні сигнали з орбітальних супутників;

– придушувати вузькосмугові або просторово локалізовані перешкоди;

– зберігати навігаційну працездатність навіть у складному радіоелектронному середовищі.

Завдяки просторовій селекції CRPA здатна ігнорувати більшість звичайних завад від наземних передавачів. Таким чином, для успішного подавлення необхідно:

– створювати багатонапрямні або квазіпросторові перешкоди;

– забезпечувати спектрально-часову ідентичність сигналів GNSS;

– формувати перешкоди з урахуванням динаміки руху БпЛА.

Формування хибних сигналів, синхронізованих із супутниковими, дозволяє перевантажувати адаптивні алгоритми CRPA. При цьому перешкода має виглядати як множина квазісупутникових джерел, розташованих у різних напрямках.

Одним із найбільш ефективних методів є використання кількох просторово рознесених передавачів засобів радіоелектронної боротьби (далі – РЕБ), що імітують одночасне надходження сигналів з різних секторів небосхилу. Це знижує ефективність алгоритмів просторової селекції.

Поєднання широкосмугового “шумового” впливу зі структурованими підсигналами, які повторюють сигнал GNSS, дозволяє як перевантажувати процесор приймача, так і зменшувати відношення сигнал/шум на його вході.

Найбільш перспективним є поєднання:

– широкосмугового заповнення каналу;

– багатоточкового випромінювання;

– імітації структури сигналу GNSS.

Це призводить до одночасного зниження просторової, частотної та часової селекційної здатності приймача.

Для ефективного подавлення БпЛА, що використовують CRPA, засоби РЕБ мають відповідати таким вимогам:

– потужність випромінювання – достатня для перевищення рівня сигналів GNSS на висотах понад 2 км (із запасом не менше 20–30 дБ);

– ширина смуги роботи – охоплення всіх основних діапазонів GNSS (L1, L2, L5);

– можливість формування структурованих сигналів, ідентичних GNSS, із налаштуванням затримок, фаз та частотних зсувів;

– багатоканальність та просторове рознесення передавачів, що дозволяє імітувати мультисупутникову конфігурацію;

– адаптивність – здатність змінювати параметри випромінювання залежно від динаміки БпЛА;

– стійкість до протидії – захищеність від виявлення та знищення, у тому числі за рахунок мобільності та маскування.

Таким чином, використання багатоелементних CRPA значно підвищує стійкість БпЛА до традиційних методів радіоподавлення.

Ефективне радіоподавлення багатоелементних CRPA можливе лише

за умови багатоканального просторово-часового моделювання сигналів GNSS.

Засоби РЕБ повинні володіти широкосмуговістю, високою потужністю та можливістю багатоточкового випромінювання.

Комбіноване застосування шумових і псевдосигнальних перешкод є найбільш перспективним напрямом.

Таким чином, розвиток засобів РЕБ має орієнтуватися на створення адаптивних систем, здатних формувати складне багатосигнальне середовище, яке перевантажує алгоритми придушення завад у сучасних навігаційних системах БпЛА.

АКТУАЛЬНА ПРОБЛЕМА ВІДСУТНОСТІ В УКРАЇНІ ПОЛІГОНУ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБУВАНЬ ОТРК (ТРК) ТА МОЖЛИВІ ШЛЯХИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ

В.В. Ісенко
Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії

Сучасна війна України з рф підтвердила критичну важливість високоточного ракетного озброєння в системі національної безпеки та оборони нашої держави.

Створення вітчизняного оперативно-тактичного та тактичного ракетного комплексу (ОТРК, ТРК) є одним з основних пріоритетів для нашої держави. Проведення повноцінних випробувань ракетних комплексів є критичною умовою для підтвердження їх бойових та експлуатаційних характеристик. На даний час в Україні відсутній полігон (інфраструктура) для проведення повноцінних випробувань ОТРК (ТРК) з дальністю пусків ракет від 20 км до 500 км і більше. Через це виникають складнощі у проведенні комплексної перевірки точності, надійності та ефективності їх застосування на вказаних дальностях. У свою чергу, це призводить до затримок термінів реалізації ракетної програми держави, створює логістичні та організаційні труднощі.

Основними чинниками, які ускладнюють створення такого полігону, є:

– велика щільність населення території нашої держави та відсутність безпечних районів (територій) для проведення пусків ракет на вказані відстані;

– наявність зон, де траєкторії польоту ракет можуть проходити над населеними пунктами чи об’єктами критичної інфраструктури;

– відсутність відповідної чітко регламентованої законодавчої бази;

– екологічні обмеження та потенційний негативний вплив на довкілля;

– досить висока вартість будівництва та утримання такого полігону.

Можливі шляхи вирішення:

– прийняття рішення на державному рівні про створення єдиного полігону для проведення випробувань ОТРК (ТРК) із виділенням відповідної території в малозаселених районах нашої держави;

– прийняття в Україні відповідної законодавчої бази;

– проведення випробувань пусків ракет з території одного полігону на другий із дотриманням відповідних заходів безпеки;

– оренда полігонів у країн-партнерів для проведення випробувань вітчизняних ОТРК (ТРК).

ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ФУНКЦІЙНИХ ВИПРОБУВАНЬ МІНОМЕТА ІНОЗЕМНОГО ВИРОБНИЦТВА

В.П. Іщенко
Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії

Надходження до Збройних Сил України різноманітної військово-технічної допомоги від країн партнерів потребує вдосконалення керівних документів з випробування і сертифікації озброєння та військової техніки, всебічного уточнення програм та методики випробувань.

Функційні випробування – це процес оцінювання та перевірки працездатності та відповідності бойових, технічних і експлуатаційних характеристик (у тому числі вартості життєвого циклу, наявності місцевої складової виробництва та доступу до критичних матеріалів, комплектувальних виробів і технологій) міномета (зразка) заявленим постачальником вимогам.

Випробування спрямовані на виявлення дефектів, оцінювання надійності, продуктивності та інших важливих параметрів міномета (об’єкта) у процесі його експлуатації.

До основних особливостей функційних випробувань міномета іноземного виробництва можна віднести:

– наближеність умов випробувань максимально до бойових (один з етапів перевірки проводиться обов’язково практичною стрільбою);

– перевірка функціональності (робота механізмів міномета щодо надійності, наявності збоїв, затримок та зупинок стрільби, пов’язаних з несправністю міномета і його складових одиниць);

– виявлення дефектів, які можуть виникнути у процесі стрільби на поверхні труби, що прилягає до казенника, щодо роздуття, тріщин, сколів та накопичення мастила і слідів від продуктів горіння пороху;

– оцінювання надійності, тобто його здатність виконувати свої функції протягом певного часу і в заданих умовах;

– оцінювання швидкострільності, дальності і купчасті стрільби.

Практична стрільба проводиться на максимальних, або близьких до них зарядах (зонах) для забезпечення максимального навантаження на ствол, казенник, амортизатори та опорну плиту.

Важливо перед початком функційних випробувань провести навчання обслуги міномета щодо особливостей експлуатації, дотримання заходів безпеки, порядку технічного обслуговування та ремонту зразка, що підлягає польовим випробуванням, відповідно до технічної (експлуатаційної) документації, за можливості із залученням іноземних фахівців (представників органу постачання).

Функційне випробування повинно бути забезпечено матеріально-технічними засобами, в обсязі, щоб якісно провести у визначені терміни дослідження, особливо щодо визначення початкової швидкості міни та координат місця падіння (розривів) мін. Доцільно для контролю точності стрільби залучати екіпаж безпілотних авіаційних комплексів.

Результати функціональних випробувань оформлюються у вигляді протоколів випробувань, які містять інформацію про проведені перевірки, отримані результати та висновки.

Прийняття на озброєння (постачання) міномета іноземного виробництва здійснюється на підставі позитивних результатів його функційних випробувань.

Слід зауважити, що від повноти відпрацювання Програми і методики функційних випробувань, достатності і всебічності проведених заходів (перевірок) залежить, якої якості і бойової спроможності міномет буде прийнятий на озброєння Збройних Сил України.

ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ПРОВЕДЕННЯ ТАБЛИЧНИХ СТРІЛЬБ ДЛЯ СКЛАДАННЯ ТАБЛИЦЬ СТРІЛЬБИ

М.Г. Конвісар
Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії

Після початку широкомасштабного вторгнення російської федерації в Україну на озброєння артилерійських підрозділів Збройних Сил України

(далі – ЗС України) стали надходити різноманітні зразки артилерійського озброєння різних калібрів іноземного виробництва, що потребує негайного оцінювання балістичних характеристик артилерійських та мінометних пострілів, проведення табличних стрільб та складання таблиць стрільби.

Важливе значення під час проведення табличних стрільб має підготовка полігону (директриси), гармати (міномета), боєприпасів, приладів, визначення метеорологічних та балістичних умов проведення табличних стрільб.

На вогневій позиції (далі – ВП) повинно бути обладнане укриття для всього особового складу, що знаходиться на ній. Кругова помилка визначення прямокутних координат гармати (міномета) на ВП не повинна перевищувати 0,5 м, а висоти 0,2 м. Окрім цього розрахунковим способом з точністю до 0-01 визначається кутомір основного напрямку за декількома точками наведення.

Спостережні пункти (далі – СП) обладнуються в районі падіння снарядів (мін) справа або зліва відносно напрямку стрільби на відстані не ближче 1 км від попередньо визначеного місця падіння снарядів. Місця розташування СП мають забезпечувати спостереження кожного розриву. Кругова помилка прив’язки СП не повинна перевищувати 1 м.

Артилерійські системи та міномети мають бути новими або такими, що були в користуванні з настрілом не більше 25% від повної живучості та втратою початкової швидкості через знос каналу ствола не більше 2%.

Боєприпаси, призначені для проведення табличних стрільб, повинні бути перевірені на їх відповідність кресленню (за можливості). Вони мають бути виготовлені на одному заводі, відноситись до однієї партії, мати однакову технологію вироблення, оброблення поверхні та фарбування. Фарбове покриття не повинно мати суттєвих пошкоджень.

Сортування снарядів за масою необхідно здійснювати в межах одного вагового знака. До табличних стрільб допускаються снаряди з відхиленнями у межах 2-3 знаків від нормальної маси.

Гільзи для зарядів перед стрільбою оглядаються й обмірюються за довжиною і діаметрами для встановлення відповідності кресленню. До стрільби допускаються гільзи нові або переобтиснуті не більше 3-5 разів (залежно від калібру).

Визначення метеорологічних умов проводиться безпосередньо перед проведенням стрільб метеорологічними станціями, які розташовують поблизу ВП та здійснюють весь комплекс зондування атмосфери до висоти 30 км. За результатами зондування атмосфери складається

метеорологічний бюлетень “Метеосередній”, який оновлюється кожні 3 години.

Табличні стрільби не проводяться за таких метеорологічних умов:

а) швидкість наземного вітру більше 10 м/с;

б) швидкість вітру у верхніх шарах атмосфери більше 25 м/с;

в) наявність поривів вітру (зміна швидкості вітру більше 3 м/с);

г) під час істотної зміни погодних умов;

д) при наземній температурі повітря нижче мінус 20ºС.

Перед стрільбою підготовлені заряди мають бути витримані не менше доби (заряди великого калібру – двох діб) у спеціальних термосховищах (приміщеннях) при температурі, близькій до 15ºС. Температура зарядів $t_з$ визначається за допомогою батарейного термометра або інших засобів з точністю 0,5ºС.

Під час подачі зарядів на ВП необхідно вживати заходів щодо підтримання витриманої температури зарядів у межах ± 0,5°С, для чого їх переміщення зі сховища на вогневу позицію проводиться в теплоізоляційних мішках або теплоізоляційних ящиках не більше ніж за 15 хв до початку відстрілу.

Для вимірювання початкової швидкості снаряда (міни) необхідно використовувати систему вимірювання дульної швидкості типу SL–520PE, яка забезпечує точність визначення початкової швидкості не менше 0,1%V_0.

Таким чином, безумовне виконання зазначених вимог забезпечить ефективне проведення табличних стрільб та складання скорочених таблиць стрільби з достатньою точністю.

ОСНОВНІ СКЛАДОВІ ЗАГАЛЬНОГО ОБРИСУ ПЕРСПЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО ОЗБРОЄННЯ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

В.С. Косенко[1], к.військ.н., ст.досл.; О.М. Багатюк[2]
[1]Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України;
[2]Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

На дослідженні питань, які стосуються використання сучасних технологій у збройній боротьбі, зокрема під час російсько-української війни, та їхнього впливу на перебіг бойових дій зосереджено увагу як керівництва Збройних Сил України (ЗС України), так і багатьох наукових

установ та організацій. Особливий інтерес у цих дослідженнях становлять перспективи розвитку озброєння нетрадиційного принципу дії, одним із видів якого є лазерне озброєння (ЛО) Сухопутних військ (СВ) ЗС України.

Для відображення сутності перспективного зразка ЛОСВ ЗС України необхідно сформувати його загальний обрис на основі аналізу тенденцій розвитку ЛО держав – членів НАТО, вимог до нього та результатів наукових праць щодо його застосування.

З огляду на зазначене, основними складовими загального обрису перспективного ЛОСВ ЗС України є:

1. Цільове призначення. Перспективне ЛОСВ ЗС України призначене для ураження повітряних та наземних цілей, чутливих елементів рухомих і стаціонарних військових об’єктів противника, виведення з ладу його оптико-електронних засобів, а також підпалювання вогненебезпечних та легкозаймистих речовин.

2. Склад. Перспективне ЛОСВ ЗС України має передбачати можливість встановлення на різноманітні платформи рухомої військової техніки та складатись з наступних основних підсистем (модулів), які повинні забезпечити:

– пошук та ідентифікацію повітряних і наземних цілей, засобів оптико-електронної розвідки, чутливих елементів рухомих і стаціонарних військових об’єктів;

– безперервне відстеження (супровід) виявлених цілей, вимірювання дальності до них, відстеження траєкторії переміщення та надання цілевказівок у режимі реального часу;

– фізичний вплив високої точності на визначені елементи вибраних цілей лазерним випромінюванням, вибірковість потужності ураження та можливість її зміни;

– можливість інтеграції з іншими засобами ураження, розвідки, спостереження, контролю;

– отримання цілевказівок від зовнішніх джерел, вибір пріоритетних цілей для супроводження та ураження, автоматичне наведення на ціль;

безперервну роботу за рахунок електричного живлення.

3. Завдання. Основні завдання підрозділів СВ ЗС України, на оснащенні яких буде перебувати ЛО:

– функціональне ураження повітряних і наземних цілей, чутливих елементів рухомих і стаціонарних військових об’єктів;

– виведення з ладу оптико-електронних засобів рухомих і стаціонарних військових об’єктів;

– підпалювання вогненебезпечних та легкозаймистих речовин.

4. Умови бойового застосування. Перспективне ЛОСВ ЗС України має бути спроможним виконувати завдання за фізико-географічних та метеорологічних умов, які притаманні території України, у будь-який час доби та пори року, за складної радіоелектронної, кібер-, хімічної, біологічної, радіаційної обстановки, різних способів управління.

5. Бойові можливості та об'єкти (цілі) ураження. Характер застосування ЛО, способи і умови виконання завдань, характеристика його бойових можливостей та об'єкти (цілі) ураження мають відповідати цільовому призначенню, складу, завданням та умовам бойового застосування.

6. Взаємодія з іншими системами та автономність дій. Взаємодія перспективного ЛОСВ ЗС України повинна здійснюватися із системами озброєння, управління, забезпечення, зв'язку підрозділів, в інтересах яких виконується завдання, сусідніх та взаємодіючих підрозділів, органів управління у відповідній зоні застосування. Автономність дій має забезпечити виконання завдань окремо від штатного підрозділу.

Отже, наведені основні складові загального обрису ЛОСВ ЗС України відображають сутність зазначеного озброєння, що буде сприяти дослідженню перспектив його розвитку.

Перспективами досліджень у цьому напрямі є подальший розгляд вимог до призначення, складу, завдань, умов застосування та можливостей перспективного ЛО для задоволення потреб СВ ЗС України під час бойових дій.

ПОРЯДОК СЕРТИФІКАЦІЇ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ ВІД НЕСАНКЦІОНОВАНОГО ДОСТУПУ

Д.С. Костерев; В.Я. Шельвестер; Ю.М. Кулініч; О.О. Будзінська
Житомирський військовий інститут ім. С.П. Корольова

В сучасних умовах переходу системи технічного захисту інформації зі створення комплексних систем захисту інформації в автоматизованих системах на авторизацію з безпеки цих систем постає питання порядку сертифікації засобів технічного захисту інформації (ЗТЗІ) від несанкціонованого доступу.

Законодавча база вимагає використання для захисту інформації в автоматизованих (інформаційних, електронних комунікаційних) системах ЗТЗІ, які мають позитивний експертний висновок за результатами державної експертизи у сфері технічного захисту інформації (ТЗІ) або

документ про відповідність (крім систем, у яких обробляється службова інформація або інформація, що становить державну таємницю), виданий органом з оцінювання відповідності, який акредитовано національним органом України з акредитації або національним органом з акредитації іноземної держави, якщо вони є членами міжнародної або регіональної організації з акредитації та/або уклали з такою організацією угоду про взаємне визнання щодо оцінки відповідності. Разом із цим, чинним є визначений підзаконними актами порядок, за яким, у разі використання засобів захисту інформації, що не мають підтвердження відповідності на момент проєктування системи захисту, відповідне оцінювання проводиться під час державної експертизи системи захисту. На сьогоднішній день, таку процедуру прийняття рішення щодо можливості або неможливості застосування несертифікованих ЗТЗІ треба імплементувати в процес авторизації з безпеки системи.

У доповіді проаналізовано діючу систему організації роботи суб’єктів ТЗІ у Збройних Силах України та вимоги Положення про державну експертизу у сфері технічного захисту інформації, розглянуто специфіку виконання робіт згідно з дозволом Адміністрації Держспецзв’язку на проведення робіт із ТЗІ для власних потреб. Наведено можливі алгоритми та методологію оцінювання рівня гарантій коректності реалізації функціональних послуг безпеки засобами захисту інформації від несанкціонованого доступу. Надано пропозиції для імплементації процедури прийняття рішення щодо можливості або неможливості застосування несертифікованих ЗТЗІ в процесі авторизації з безпеки системи.

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ДО ВИЗНАЧЕННЯ ВАРТОСТІ РОБІТ З ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБУВАНЬ ОВТ

О.Л. Костріков; А.О. Семироз; О.В. Шабанова, к.е.н., доц.
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Питання визначення вартості робіт з проведення випробувань озброєння та військової техніки (ОВТ) має надзвичайно важливе значення для системи оборонного планування та забезпечення ефективного функціонування оборонно-промислового комплексу. Оцінка вартості таких робіт дає можливість не лише прогнозувати потреби в бюджетному фінансуванні, але й забезпечувати прозорість та економічну

обґрунтованість процесу розроблення й прийняття на озброєння нових зразків. Теоретичні засади цього процесу базуються на принципах економічної оцінки трудових, матеріальних і фінансових ресурсів, а також враховують специфіку військової діяльності.

У загальноекономічній теорії вартість робіт визначається як сукупність витрат на виробничі ресурси, необхідні для їх виконання. Стосовно випробувань ОВТ до основних складових вартості належать:

1. Прямі витрати – витрати на оплату праці, матеріали, паливо, боєприпаси, технічні засоби та устаткування, безпосередньо задіяні у випробуваннях.

2. Накладні витрати – витрати на забезпечення функціонування випробувальних полігонів і лабораторій, утримання інфраструктури, амортизацію обладнання, енергозабезпечення.

3. Спеціальні витрати – пов'язані з дотриманням вимог безпеки, охороною державної таємниці, створенням спеціальних умов для проведення випробувань, а також логістичними операціями.

У науковій літературі виділяють два основних підходи до оцінки вартості: ресурсний та результативний. Ресурсний підхід передбачає визначення вартості на основі обліку та калькуляції всіх необхідних ресурсів. Результативний – на основі оцінки корисності та цінності отриманих результатів для держави чи замовника. Враховуючи специфіку військової діяльності найбільш доцільним є комбінований підхід, який поєднує обидві концепції.

Визначення вартості робіт з випробувань ОВТ може ґрунтуватися на основі наступних принципів:

– принцип повноти витрат: врахування усіх видів витрат, включно з прихованими та довгостроковими;

– принцип адекватності: відповідність вартості фактичним потребам у ресурсах і специфіці випробувань;

– принцип прозорості та відтворюваності: можливість перевірки та повторного обґрунтування вартості незалежними експертами;

– принцип диференціації: врахування відмінностей між різними видами випробувань (наприклад, лабораторні, полігонні тощо);

– принцип ризик-орієнтованості: врахування ймовірності виникнення додаткових витрат унаслідок непередбачуваних обставин.

З методичної точки зору, визначення вартості робіт з проведення випробувань ОВТ здійснюється у кілька етапів: аналіз технічного завдання, ідентифікація ресурсів, розрахунок витрат за статтями,

формування загальної калькуляції, обґрунтування нормативів.

Визначення вартості випробувань ОВТ має практичне значення в кількох напрямах. По-перше, воно забезпечує можливість планування оборонного бюджету та розподілу фінансування між різними проєктами. По-друге, формує основу для укладення контрактів між замовниками і виконавцями випробувань. По-третє, застосування відповідних методичних підходів створює умови для порівняльного аналізу економічної ефективності різних варіантів випробувань і вибору найбільш доцільного з них.

Особливе місце займає питання міжнародної співпраці. При експорті чи імпорті військової техніки визначення вартості випробувань має узгоджуватися з міжнародними стандартами та враховувати питання технологічної сумісності.

Запропоновані підходи до визначення вартості випробувань ОВТ дозволяють:

– формувати економічно обґрунтовані кошториси витрат;

– здійснювати науково виважене планування державного оборонного замовлення;

– проводити комплексну оцінку ефективності використання ресурсів на різних етапах випробувань;

– забезпечувати належний рівень прозорості та контрольованості фінансування оборонних програм.

Застосування моделей з урахуванням ризиків та специфічних витрат дозволяє мінімізувати відхилення від реальної вартості, що особливо важливо для уникнення перевитрат державного бюджету.

ПРОТИДІЯ БЕЗПІЛОТНИМ АВІАЦІЙНИМ КОМПЛЕКСАМ ПРОТИВНИКА В АРТИЛЕРІЙСЬКИХ ПІДРОЗДІЛАХ

В.В. Кузнецов
Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії

Досвід відсічі і стримування збройної агресії російської федерації свідчить про зростаючу роль безпілотних систем, зокрема безпілотних авіаційних комплексів (далі – БпАК), у досягненні мети операції (бою). Стрімкий розвиток військових технологій сприяє удосконаленню як самих безпілотних платформ, так і корисного навантаження, в тому числі і бойового спорядження ударних БпАК. Противник постійно нарощує обсяги застосування БпАК як вогневих засобів дальнього вогневого

впливу на стратегічному рівні, так і вогневих засобів оперативного та тактичного рівня.

Артилерійські підрозділи, особовий склад та вогневі засоби (артилерійські гармати, міномети та бойові машини реактивних систем залпового вогню) Сил оборони України перебувають під постійним впливом БпЛА противника оперативного та тактичного рівня: розвідувальні – виявляють та наводять вогневі засоби, в тому числі і баражуючі боєприпаси типу "Ланцет"; ударні – наносять безпосереднє ураження. Внаслідок цього артилерійські підрозділи Сил оборони України несуть суттєві втрати.

У зв'язку з цим, особливої актуальності набуває організація та ведення боротьби з БпАК противника. Основними завданнями боротьби з БпАК противника є:

– своєчасне виявлення БпАК противника та оповіщення про їх появу;

– недопущення (ускладнення) ведення розвідки БпАК противника у визначеному районі (смузі);

– прикриття від ударів БпАК противника військових частин (підрозділів), шляхом радіоелектронного впливу на БпАК, ураження (знащення) безпілотних літальних апаратів (далі – БпЛА) у повітрі та вогневого впливу на наземні пункти управління БпАК противника.

З цією метою в артилерійських підрозділах, крім маскування та фортифікаційного обладнання позицій, доцільно провести наступні організаційні та технічні заходи:

– розгортання системи візуального та радіотехнічного спостереження за повітряним простором;

– створення нештатних мобільних вогневих груп, які озброєні антидроновими рушницями, помповими рушницями, великокаліберними кулеметами та ПЗРК;

– налагодження системи оповіщення про появу БпЛА;

– застосування засобів РЕБ для подавлення каналів управління та навігації БпЛА противника;

– встановлення режиму використання радіозасобів, у тому числі особистих засобів стільникового зв'язку;

– обладнання укриттів особового складу, укриттів та позицій гармат (мінометів, бойових машин) та самого озброєння, військової та спеціальної техніки антидроновими сітками.

Таким чином, організація боротьби з БпЛА противника значно знизить можливості противника з застосування БпАК, що у свою чергу

підвищить живучість артилерійських підрозділів.

ДОСЛІДЖЕННЯ ІМПУЛЬСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК МІНОМЕТА ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕНЗОМЕТРИЧНОГО ДАТЧИКА ТИСКУ

О.О. Курочкін
Приватне підприємство “АНВІТ”

Вивчення імпульсних характеристик мінометів важливе для аналізу внутрішньої балістики та оптимізації конструкції зброї. Традиційні методи вимірювання часто обмежені швидкодією, що ускладнює точний аналіз. Використання тензометричних датчиків в поєднанні з високошвидкісними системами збору даних дозволяє здійснити більш точне вимірювання тиску в каналі ствола.

Принцип дії системи вимірювання

Система складається з трьох основних компонентів:

1. Тензометричний датчик Р3МВ: вимірює тиск за допомогою зміни електричного опору тензорезисторів, що реагують на деформацію пружного елемента.

2. Система збору даних QuantumX MX840B: забезпечує синхронне вимірювання з частотою дискретизації 40 кГц.

3. Програмне забезпечення Catman AP**:** для обробки та аналізу та візуалізації отриманих даних.

Обгрунтування застосування тензометричного датчика

Тензометричний датчик Р3МВ має високу резонансну частоту (100 кГц), що дозволяє точно реєструвати швидкі зміни тиску. Датчики здатні вимірювати тиск у широкому номінальному діапазоні до 15000 бар, що охоплює максимальні значення для мінометів. Лінійність вихідного сигналу спрощує калібрування та обробку даних.

Обчислення параметрів імпульсу тиску

На основі часової залежності тиску P(t) можна визначити:

1. Максимальний тиск (Pmax): Пікове значення тиску під час пострілу.

2. Час досягнення максимального тиску (tmax): Момент, коли тиск досягає максимуму.

3. Тривалість імпульсу (Δt): Час, протягом якого тиск перевищує певний поріг.

4. Імпульс тиску (I): Інтеграл тиску за час, що визначається як сума P(t) по часах вимірювання.

5. Швидкість наростання тиску (dP/dt): Інтенсивність росту тиску на початку пострілу.

Використання тензометричного датчика тиску Р3МВ разом із системою збору даних QuantumX MX840B дозволяє точно вимірювати імпульсні характеристики міномета, зокрема максимальний тиск у стволі. Це важливий крок для оптимізації внутрішньої балістики та розробки нових боєприпасів.

ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМНИХ ПИТАНЬ З ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБУВАНЬ ПЕРСПЕКТИВНИХ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СНАРЯДІВ НА МАКСИМАЛЬНУ ДАЛЬНІСТЬ

С.В. Лаврик
Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії

Основними заходами щодо оснащення засобами ураження РВіА ЗС України на цей час є розроблення та прийняття на озброєння артилерійських систем калібру 155 мм з дальністю стрільби до 40 км.

Належне проведення випробувань перспективних снарядів до вказаних систем вимагає наявності випробувальної бази, що забезпечує якісне виконання програм та методик їх проведення, у тому числі усіх перевірок під час стрільби на максимальну дальність. Випробувальною базою є сукупність функціонально взаємопов'язаних ділянок простору (наземних, повітряних, морських), споруд, випробувального обладнання, технічних засобів і матеріалів, що забезпечують проведення випробувань зразків ОВТ в обсягах та умовах, визначених програмою і методиками випробувань. Жодний з існуючих полігонів ЗС України за своїми просторовими характеристиками, як основної складової їх випробувальної бази, не забезпечує у своїх межах можливості проведення випробувань артилерійських снарядів на максимальну дальність від 30 до 40 км.

У зв'язку з недосконалістю існуючої випробувальної бази та необхідністю забезпечення під час проведення випробувань можливості стрільби на максимальну дальність до 40 км виникла нагальна потреба у пошуку реальних шляхів вирішення вказаного проблемного питання.

Можливими шляхами (способи) вирішення вказаного проблемного питання є:

– створення нового державного полігону, що матиме належну випробувальну базу, у тому числі достатній простір, що забезпечуватиме проведення випробувань перспективних снарядів на дальність до 40 км;

– використання для проведення випробувань перспективних снарядів полігонів держав-партнерів (країни-члени НАТО та ЄС);

– здійснення стрільби снарядами у бойовому та небойовому (телеметричному) виконанні з вогневої позиції, яка знаходиться поза межами полігону, а також з полігону на полігон за умови забезпечення траєкторії польоту над незаселеними районами, на яких відсутні об’єкти критичної інфраструктури, та падіння снарядів у визначений район;

– здійснення стрільби у бойових умовах із забезпеченням траєкторії польоту над територією противника, тимчасово окупованою територією, лінією бойового зіткнення та районами, де проведено відселення, а також зручного, надійного та точного визначення координат розривів.

Практична реалізація запропонованих шляхів (способів) вирішення зазначених проблемних питань, а також визначення пріоритетності їх застосування може бути здійснена за рішенням відповідних уповноважених органів та посадових осіб з врахуванням існуючої необхідності, можливостей та ризиків.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЛАЗЕРНОЇ ЗБРОЇ

О.В. Лук’янець, к.е.н.; С.С. Брянкін, д.філос.; В.О. Подчерніна
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Одним із ключових факторів сучасних військових конфліктів є застосування новітніх технологій, а умовою досягнення переваги над противником є наявність та використання створеного за допомогою новітніх технологій ефективного озброєння. На сьогодні до перспективних засобів ураження у світі відноситься вважається лазерна зброя.

На сучасному етапі розвитку бойових лазерів лідером є США, де наукові проєкти з їх розроблення та виготовлення фінансуються такими промисловими гігантами як Northrop Grumman Corporation, Boeing, Lockheed Martin Corporation та Raytheon. Слід зазначити, що у рамках масштабування високо-енергетичних лазерів HELSI (High Energy Laser Scaling Initiative) компаніями ведуться роботи над найбільш потужним на сьогодні лазером у 500 кВт, що, як заявляється, здатний знищувати крилаті та гіперзвукові ракети. Метою цього етапу досліджень є досягнення переважаючої якості променю та оптимізація ефективності, розміру, ваги та об’єму лазерних систем, що має значно знизити ризики

при їх розгортанні для всіх родів військ.

Європейськими лідерами у розробці лазерних установок є Німеччина та Велика Британія. Комплексна лазерна система Oerlikon Skyshield High Energy Laser, розроблена німецькою компанією Rheinmetall, здатна відстежувати різні повітряні цілі, зокрема її лазерні підсистеми фокусуються на малих дронах, які на сьогодні створили нову концепцію ведення бойових дій, оскільки дозволяють у реальному часі відстежувати переміщення противника, коригувати артилерію, виявляти вразливі місця оборони та наносити ураження. Велика Британія проводить розробку своєї лазерної системи DragonFire потужністю 55 кВт, перші успішні випробування якої відбулись у січні 2024 року, однак, на даний момент DragonFire все ще знаходиться на етапі випробувань.

Над широким спектром сучасних повітряних, наземних, морських і космічних систем оборони працюють військові компанії Ізраїлю. Так, розроблений компанією Rafael Advanced Defense Systems комплекс Iron Beam (Залізний промінь) як доповнення до вже існуючої системи ППО Iron Dome (Залізний купол) був застосований при загостренні конфлікту з сектором Газа у листопаді 2023 року, де система здійснила перше бойове перехоплення повітряної цілі з застосуванням лазера.

Для воюючої України, що протистоїть переважаючим силам противника, необхідність створення власної лазерної зброї є вкрай актуальним питанням. У грудні 2024 року було заявлено про розробку лазерної системи "Тризуб", яка, як заявлено, дозволяє уражати ударні дрони на висоті до 3 км, літаки та розвідувальні дрони – до 5 км. Масштабування і посилення лазерного озброєння є одним із найперспективніших елементів вітчизняних Сил безпілотних систем, оскільки це дозволить більш ефективно захистити особовий склад та військову техніку на полі бою, знизити їх втрати, захистити об'єкти критичної інфраструктури та цивільне населення країни.

Слід зазначити, що сучасна лазерна зброя, яка вже знаходиться на забезпеченні військ, стала більш компактною і потужною. Про подальшу перспективність її використання у військових цілях свідчить низка вагомих переваг, серед яких основними є: низька вартість пострілу; маскуючі властивості лазерних систем (відсутність віддачі, звуку при пострілі та практично повна невидимість лазерного променю), що робить ці установки надзвичайно складними для виявлення); відсутність потреби складських запасів боєприпасів чи постійного логістичного їх підвезення; мінімальні ризики для цивільного населення та інфраструктури при ураженні цілі лазером в умовах населеного пункту; спроможність лазера

засліплювати та нейтралізувати оптичні та сенсорні системи різних типів повітряних загроз; висока ефективність лазерних систем проти сучасних БпЛА, які виготовляються з легких композитних матеріалів, зокрема пластику, який лазер здатен ефективно пропалювати.

Проте, використання лазерної зброї має певні обмеження та недоліки, що потребує подальшого її вдосконалення та розвитку, а саме: необхідність у забезпеченні лазера потужним джерелом енергетичних ресурсів; необхідність у забезпеченні розгалуженої інфраструктури джерел електроенергії та охолодження, оскільки платформи, які можуть нести високоенергетичні лазери, обмежені великими наземними системами, кораблями й великими літаками, натомість армійські пересувні системи й винищувачі можуть нести лазери лише відносно низької потужності; обмеженість лазерного променю до прямолінійної траєкторії, оскільки лазер не здатний ефективно уражати цілі, які перебувають поза полем прямого візування; необхідність фіксації лазерного променю на цілі протягом декількох секунд для завдання їй шкоди, що є однією з проблем застосування лазерної зброї у випадку з рухомими цілями; залежність лазерних технологій від погодних умов, оскільки несприятливі метеорологічні умови (дощ, град, снігопад, пилові бурі, дим, густий туман) суттєво розсіюють промінь в атмосфері, що значно знижує його потужність та здатність до знешкодження цілей.

Враховуючи зазначені переваги і недоліки, лазерна зброя має значний потенціал для розвитку. Подальші інноваційні розробки у цій галузі можуть не лише підвищити ефективність лазерних установок, але й забезпечити появу принципово нових оборонних систем, що відкриває нові горизонти для зміни балансу сил у військових конфліктах.

НЕОБХІДНІСТЬ ВИЗНАЧЕННЯ ЗАХИСНИХ ЗОН ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАХОДІВ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС ПОЛІГОННИХ ВИПРОБУВАНЬ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК І АРТИЛЕРІЇ

О.В. Майстренко
Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії

З початком повномасштабного вторгнення рф в Україну від країн-партнерів почала масово надходити допомога у вигляді бойової техніки та боєприпасів. Також ВПК було нарощено випуск вітчизняних зразків озброєння. Це безумовно потребує проведення випробувань та

сертифікації отриманих та нових зразків озброєння.

Під час проведення полігонних випробувань зразків ОВТ РВіА, стрільби артилерії та пусків ракет можливі помилки чи неправомірні дії обслуговуючого ОВТ персоналу, наслідки яких повинні бути передбачені, а ризики їх виникнення зведені до мінімуму.

Аналіз бойових стрільб свідчить про можливість виникнення ряду небезпечних нештатних ситуацій під час застосування озброєння РВіА ЗС України внаслідок відхилення траєкторії снаряда по напрямку та дальності від розрахованої. Здебільшого це трапляється через неправильне врахування поправок на відхилення метеорологічних та балістичних умов стрільби від табличних, неправильну комплектацію заряду, помилки при наведенні гармати. Практика потребує врахування цих помилок, що дасть змогу значно підвищити рівень безпеки при застосуванні озброєння РВіА під час проведення практичних стрільб.

З метою забезпечення безпеки під час бойової стрільби артилерійських систем на полігонах визначають глибину простору при кінці льоту та бокові захисні зони. Основним документом, що визначає порядок розрахунку захисних зон полігону, є "Положення про полігони Сухопутних військ Збройних Сил України", затверджене наказом Командувача Сухопутних військ Збройних Сил України від 23.08.2018 року № 512. У додатку 13 до п. 3.2, 7.8.7 цього положення приведено методику проведення розрахунків щодо забезпечення заходів безпеки під час проведення стрільб артилерією. Аналізуючи затверджену методику, слід зауважити, що вона не повною мірою враховує вплив людського фактору на можливість виникнення нештатних ситуацій. Також слід зазначити, що деякі показники максимально можливих відхилень перевищують показники, які надані в таблиці додатку. Здебільшого це стосується РСЗО та далекобійних артилерійських систем. Особливо слід зазначити відсутність в додатку розрахунків захисних зон для випробування нових зразків озброєння, що мають значно більші показники дальності стрільби та більш могутні бойові частини.

Враховуючи суттєві розбіжності в розмірах захисних зон, розрахованих за різними методами, доцільно брати до уваги величини більші за своїм абсолютним значенням. Особливо актуальним це буде при випробуванні нових зразків ОВТ РВіА та боєприпасів до них через можливі невідповідності заявлених та реальних ТТХ. Це дозволить максимально зменшити ризики виникнення ситуацій, що можуть привести до трагічних випадків та нанесення ушкоджень об'єктам, що прилягають до меж полігону.

Розроблення доповнень до порядку визначення захисних зон має важливе практичне значення при визначенні спроможностей полігонів та забезпеченні безпеки проведення випробувань та бойових стрільб (пусків).

ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ ПРОТИДІЇ РОЗВІДУВАЛЬНИМ БЕЗПІЛОТНИМ ЛІТАЛЬНИМ АПАРАТАМ ДЛЯ АКТИВНИХ ЗАСОБІВ ПРОТИДІЇ ТЕХНІЧНИМ РОЗВІДКАМ

І.Ю. Маковський; М.В. Бугайов, к.т.н., ст.досл.
Житомирський військовий інститут ім. С.П. Корольова

Застосування розвідувальних безпілотних літальних апаратів (БпЛА) у сучасній війні становить одну з основних загроз живучості об’єктів протидії та інших критично-важливих військових та інфраструктурних об’єктів. Зокрема, мова йде про збирання технічної інформації засобами радіоелектронної, відео-, тепловізійної, акустичної та інфрачервоної розвідки. З метою боротьби з таким БпЛА застосовуються активні засоби радіоелектронної протидії, зокрема комплекси протидії технічним розвідкам (ПДТР) типу “НОТА”.

На ефективність роботи активних засобів ПДТР впливають такі фактори:

– адаптивність розвідувальних БпЛА – використання сучасними БпЛА стрибкоподібної чи адаптивної зміни частот (FHSS, DSSS); можливість автономного виконання розвідувальних завдань без постійного прямого радіозв’язку з наземною станцією (центром) управління; застосування цифрових шифрованих каналів передачі інформації;

– обмежені можливості існуючих активних засобів ПДТР – недостатня точність виявлення та ідентифікації малогабаритних та інших розвідувальних БпЛА різних типів; обмежена дальність дії, зумовлена технічними характеристиками й особливостями рельєфу; ризик створення перешкод для власних систем зв’язку та каналів управління своїх засобів; постановка активними засобами ПДТР широкосмугових перешкод в заданому діапазоні, що зумовлює низьку ефективність протидії за умови зміни частот розвідувальними БпЛА.

Виходячи із зазначеного вище пропонується вдосконалити методи радіоелектронної протидії розвідувальним БпЛА, що застосовуються в

активних засобах ПДТР.

Для цього необхідно:

– розробити удосконалений метод виявлення й оцінювання параметрів радіосигналів управління розвідувальними БпЛА, що дозволить виявляти такі БпЛА на більшій відстані від активного засобу ПДТР, що, у свою чергу, збільшить час для вибору оптимальних параметрів перешкод, які потрібно застосовувати для виявленого типу розвідувального БпЛА;

– розробити методику формування оптимальних радіоперешкод каналам управління розвідувальних БпЛА;

– розробити алгоритм адаптивного радіоподавлення каналів управління розвідувальних БпЛА.

Слід також враховувати, що розроблення та впровадження означених методів та алгоритмів не повинно значно впливати на збільшення потужності, що споживається активними засобами ПДТР.

Отже, збільшення ефективності виявлення та радіоелектронного подавлення розвідувальних БпЛА після впровадження вказаних вище методів можна позначити такими виразами:

$$k_в = \frac{R_в + \Delta R_в}{R_в} \ ,$$

де $k_в$ – коефіцієнт ефективності виявлення розвідувальних БпЛА; $R_в$ – радіус виявлення розвідувальних БпЛА при застосуванні чинних методів виявлення; $\Delta R_в$ – радіус виявлення розвідувальних БпЛА при застосуванні удосконалених методів виявлення;

$$k_п = \frac{R_п + \Delta R_п}{R_п} \ ,$$

де $k_п$ – коефіцієнт ефективності подавлення розвідувальних БпЛА; $R_п$ – радіус подавлення розвідувальних БпЛА при застосуванні чинних методів радіоелектронного подавлення; $\Delta R_п$ – радіус подавлення розвідувальних БпЛА при застосуванні удосконалених методів радіоелектронного подавлення.

Отже, для підвищення ефективності радіоелектронної протидії розвідувальним БпЛА необхідно розробити такі методи й алгоритми виявлення, аналізу, оцінювання та радіоелектронного подавлення, застосування яких дозволить активним засобам ПДТР збільшити дальність виявлення та радіоелектронного подавлення таких БпЛА, не

збільшуючи при цьому споживану потужність активних засобів ПДТР.

СТВОРЕННЯ ПЕНТАГОНОМ КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ВИПРОБУВАННЯ СИСТЕМ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ

О.В. Мельник
Центральний науково-дослідний інститут
озброєння та військової техніки Збройних Сил України

Центр передових досліджень Пентагону стверджує, що створив найбільший у світі та найреалістичніший випробувальний комплекс радіоелектронної боротьби та планує встановити його у лабораторії ВМС пізніше цього року. Цифровий радіочастотний емулятор бойового простору Агентства перспективних дослідних проєктів Міністерства оборони США (англ. Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA) може дозволити американським військовим більш реалістично перевірити можливості радіоелектронної боротьби.

Агентство перспективних оборонних досліджень (DRA) МО США розробляє свій цифровий радіочастотний емулятор бойового простору (DRBE) з 2019 року з метою покращення здатності Міністерства оборони тестувати нові можливості радіоелектронної боротьби або забезпечувати реалістичні ефекти радіоелектронної боротьби, такі як глушіння та імітація радарів.

За словами керівника програми Анни Тауке-Педретті, система використовує архітектуру високопродуктивних обчислень у реальному часі для зменшення затримки та забезпечення більш реалістичного радіочастотного моделювання.

В інтерв’ю електронному виданню Defense News Тауке-Педретті сказала, що DRBE надає тестувальникам Міністерства оборони США можливість краще адаптувати випробувальні заходи до конкретних сценаріїв та потреб.

“Зараз з’явилася можливість тестувати системи за більш контрольованих та різноманітних сценаріїв. Ми можемо вибирати, з чим тестувати та як виглядатиме наше середовище, щоб краще зрозуміти, як наші системи реагують у певних середовищах”, – сказала вона.

Моделювання радіоелектронної боротьби є викликом для Міністерства оборони США сьогодні, при чому як у лабораторії, так і на реальних полігонах. Лабораторіям часто важко забезпечити реалістичне моделювання, а відкриті полігони користуються великим попитом, а самі

випробування є складними та дорогими. Тауке-Педретті зазначила, що емулятор DRBE розроблено для вирішення цих проблем та полегшення доступу військових служб до високоточних випробувань.

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ВИПРОБУВАНЬ МОДЕРНІЗОВАНИХ ЗРАЗКІВ ЛЕГКОБРОНЬОВАНОЇ ТЕХНІКИ

М.І. Наливайко; В.В. Комар; О.Ф. Вишневський
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Збільшення вогневої здатності та посилення бронезахисту зразків легкоброньованої техніки, у тому числі наданих країнами-партнерами у якості матеріально-технічної допомоги, шляхом їх модернізації веде до збільшення бойової маси. Тому під час випробувань, актуальним питанням є визначення зміни показників тиску на ґрунт та питомої потужності у залежності від додаткової маси встановлених бойових модулів та додаткового захисту і бронювання.

Для визначення тиску на ґрунт, який здійснює зразок легкоброньованої техніки, необхідно розрахувати площу контакту гусеничної стрічки або коліс з поверхнею.

Наприклад: гусенична стрічка бронетранспортера М113 здійснює тиск на ґрунт з лівого боку 19 траками, а з правого боку 20 траками. Зазвичай застосовуються траки шириною 0,38 м та довжиною 0,195 м, площею 0,0741 м^2. Відповідно загальна площа дотику траків М113 до поверхні з лівого та правого бортів разом буде складати 2,8899 м^2.

Тиск на ґрунт, який здійснюється бронетранспортером М113 повною масою 12300 кг визначається, як відношення сили тиску на поверхню (вимірюється в Ньютонах, або, як маса техніки помножена на прискорення вільного падіння, кгс/м^2) до площі дотику. Складає 41739,16 Паскаля (Па), або 4256,209 кгс/м^2 (кілограмів сили на квадратний метр).

При встановленні бойових модулів вітчизняного виробництва різних типів створюється додаткове навантаження, а саме: 246 кг; 330 кг; 498 кг; 513 кг; та 999 кг. При цьому тиск на ґрунт збільшується і складає: 42573,87 Па (4339,84 кгс/м^2); 42858,92 Па (4368,90 кгс/м^2); 43429,01 Па (4427,01 кгс/м^2); 43479,92 Па (4432,20 кгс/м^2) та 45125,72 Па (4599,97 кгс/м^2).

Таким чином збільшення додаткового навантаження майже на одну

тону веде до збільшення тиску на ґрунт на 3386,56 Па або 343,761 кгс/м^2.

При випробовуваннях необхідно враховувати зміни тиску, який здійснює зразок легкоброньованої техніки на поверхню, що залежить від маси типу встановлених бойових модулів, додаткового захисту і бронювання, що затрудняє прохідність особливо по складних ґрунтах східних районів нашої країни.

Для оцінки мобільності та динаміки бойової машини є важливим показник питомої потужності. Розрахунок питомої потужності – це визначення кількості кінських сил (або кВт), що припадає на одну тонну маси машини.

Наприклад: питома потужність бронетранспортера М113 з бойовою масою 12,3 т і потужністю двигуна у 275 к.с. складає 22,357 к.с./т.

Для орієнтовної оцінки прохідності бойових броньованих машин використовується у військовій техніці та у військовій літературі наступна класифікація питомої потужності:

– більше 25 к.с./т – висока прохідність (як у сучасних БТР чи БМП);

– 15 – 25 к.с./т – середня прохідність;

– менше 15 к.с./т – низька прохідність, обмежена динаміка.

Таким чином, питома потужність М113 22,357 к.с./т відповідає середній прохідності.

Вага з додатковими бойовими модулями складає: 12,546 т; 12,630 т; 12,798 т; 12,813 т; та 13,298 т. Питома потужність: 21,919 к.с./т; 21,774 к.с./т; 21,488 к.с./т; 21,463 к.с./т та 20,680 к.с./т.

Встановлення додаткового навантаження без збільшення потужності двигуна веде до зменшення питомої потужності машини (зменшення прохідності, обмеження динаміки, підвищення витрати пального). Що необхідно враховувати під час випробувань модернізованих зразків легкоброньованої техніки. Знаходити оптимальні рішення між прохідністю легкоброньованого зразка та вагою додаткового озброєння та бронювання.

На сьогодні в рф проходить модернізація БМП-3, впроваджується дизельний двигун УТД-32Т, який оснащений турбокомпресором та системою охолодження з вентилятором. Він має збільшений крутний момент та потужність 660 к.с., у порівнянні з попереднім УТД-29Т потужність 450 к.с., зберігаючи при цьому мінімальне збільшення ваги машини на рівні 7 відсотків.

Таким чином, нагальною необхідністю при подальшій модернізації легкоброньованої техніки можна вважати збереження оптимального співвідношення потужності до ваги додаткового навантаження. У зв’язку

з неможливістю підвищення потужності двигунів потрібно визначати найбільш оптимальні типи бойових модулів за їх вагою та боєздатністю.

До програм і методик контрольних випробувань всіх зразків техніки, які проходять модернізацію зі встановленими бойовими модулями доцільно включити методики визначення змін показників тиску на ґрунт та питомої потужності у залежності від додаткової маси встановлених бойових модулів, їх вплив на прохідність, маневреність та динаміку руху.

ДО ПИТАННЯ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ УРАЖЕННЯ НАЗЕМНИХ ЦІЛЕЙ ІСНУЮЧИМИ ТА ПЕРСПЕКТИВНИМИ ЗАСОБАМИ УРАЖЕННЯ ОСКОЛКОВО-ФУГАСНОГО ТИПУ

Д.А. Новак
Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії

Під час проведення випробувань існуючих і перспективних засобів ураження осколково-фугасного типу, у тому числі в ході проведення навчань з бойовою стрільбою та пусками ракет, виникають питання щодо об'єктивного оцінювання отриманих результатів. У НДЦ РВіА було розроблено методичний підхід з практичного оцінювання результатів ураження наземних об'єктів противника (цілей) боєприпасами та бойовим оснащенням ракет із застосуванням імітаторів цілей.

У доповіді наведено основні особливості методичного підходу. У якості мішеней, у вказаному методичному підході пропонується застосування розбірних металевих конструкцій – сталевих еквівалентів цілей (імітаторів). Зазначені імітатори являють собою моделі уразливості елементарних цілей (бойової та спеціальної техніки противника), які характеризуються сумарною середньо-ракурсною площею їх найбільш важливих структурних елементів (агрегатів), а також стійкістю еквівалентної перешкоди до пробивної дії осколків і убійних елементів.

У якості умови ураження імітатора осколковою та (або) фугасною дією засобів ураження, які досліджуються, в запропонованому методичному підході застосовується:

– для ураження цілей осколковою дією – пробиття імітатора (еквівалентної перешкоди) хоча б одним осколком (убійним елементом) засобу ураження;

– для ураження цілей фугасною дією – влучення та вибух засобу ураження в зону навколо імітатора, в межах якої забезпечується її

ураження надлишковим тиском ударної хвилі, що утворена вибухом.

Характеристики моделей уразливості елементарних наземних цілей (середньо-ракурсні уразливі площі об’єктів, товщини відповідних еквівалентних перешкод, характеристики зон в межах яких забезпечується ураження цілей), які мають застосовуватися в ході практичного оцінювання результатів стрільби, визначалися в рамках виконання науково-дослідних робіт “Норма-С”, “Норма-К” і “Вараш”.

ВИЗНАЧЕННЯ ДІЄВИХ КРИТЕРІЇВ ОЦІНКИ БОЙОВИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ТЕРМОБАРИЧНИХ ЗАСОБІВ УРАЖЕННЯ

І.В. Огородник, к.х.н.; А.А. Бабарик, к.х.н.; І.А. Клочун; О.Р. Онищук
Центр досліджень Сил підтримки Збройних Сил України

Розробка, виробництво та бойове застосування нових зразків засобів ураження противника під час довготривалої високоактивної фази російсько-української війни є важливим завданням, що стоїть перед нашою державою. У період тотального дефіциту особового складу, ОВТ та боєприпасів кожен зразок, що здатний ефективно вражати противника, забезпечує перевагу наших підрозділів перед противником та перешкоджає йому ефективно виконувати бойові завдання.

Сучасне поле бою знаходить своє відображення в цифровому полі завдяки проникненню різноманітних засобів візуального спостереження, в першу чергу легких БпЛА, обладнаних візуальними та тепловізійними відеокамерами. Усі процеси, що можуть спостерігатися зазначеними засобами передаються на пункти управління та, у деяких випадках, попадають до відкритих сторінок соціальних мереж та комунікаційного програмного забезпечення (Telegram, WhatsApp тощо). З відкритих джерел можливе отримання значного масиву даних щодо застосування різноманітних зразків озброєння як Силами оборони України, так і військами противника, аналіз якого дозволяє оперативно реагувати на зміни у поточній обстановці та забезпечити технологічну перевагу над противником. В ході бойового застосування нових зразків засобів ураження термобаричної дії, що допущені до використання в особливий період, виявлено, що результати застосування одних і тих же засобів суттєво відрізняються у різних випадках. В першу чергу це стосується скидів ручних термобаричних гранат, скидів спеціальних термобаричних боєприпасів та застосування БпЛА-камікадзе з термобаричною бойовою частиною. Наприклад, ряд відео відображає скид термобаричного

боєприпасу у вибрану ціль, в результаті чого спостерігається штатне спрацювання із утворенням вогняної сфери, але особовий склад противника, що знаходився поруч з точкою скиду залишає своє місце малоушкодженим, а в деяких випадках, продовжує вести вогонь та виконувати інші бойові завдання. У іншому аналогічному випадку спостерігається ураження противника та підтверджується його неспроможність продовжувати вести бойові дії. Наведений сюжет є типовим, а розуміння причин такого впливу детонації боєприпасу на живу силу противника дозволить виконати необхідні заходи, тим самим підвищити ефективність ураження противника.

Одна з причин різного впливу на особовий склад противника однотипних боєприпасів в аналогічних обставинах полягає у неповному контролю виробничих процесів спорядження боєприпасів. Не секрет, що їх виготовлення відбувається конвеєрним методом з низьким ступенем автоматизації, завдяки чому сам заряд вибухової речовини може бути неоднорідним за структурою та не забезпечить еталонного спрацювання. А оскільки цей продукт є комерційним, то кількість та тип вибухової речовини фіксовані та визначені у технічних умовах на виріб і не можуть бути змінені без внесення змін до технічної документації та проведення повного циклу випробувань для отримання допуску до використання у Збройних Силах України. З іншого боку, критерії бойових характеристик термобаричних боєприпасів, що використовуються для оцінки виробів не відображають особливостей даного типу засобу ураження і не дозволяють в повній мірі спланувати їх ефективне застосування та виконувати ряд інших оперативно-тактичних розрахунків. Зазвичай використовують наступні характеристики: тип термобаричної суміші та її маса, тип ініціюючої вибухової речовини та її маса, тип підривника, радіус (діаметр) вогняної сфери, і, в деяких випадках, надлишковий тиск у фронті вибуху на певній відстані від епіцентру вибуху. Ці параметри не дозволяють оцінити “вбивчу” силу боєприпасу, і, тим більше, порівняти її з іншими типами боєприпасів.

Для оцінки бойових характеристик термобаричних боєприпасів, окрім вищезазначених, доцільно визначати ряд інших параметрів, а саме: тротиловий еквівалент, бризантність, фугасність тощо. Ці параметри дозволять прив’язати можливості термобаричних засобів ураження до розрахункового боєприпасу математичним методом. В подальшому, відповідність розрахунків потребує підтвердження експериментальним методом шляхом порівняльного підриву на полігоні.

Наявність відповідності між засобом ураження та розрахунковим

боєприпасом дозволить точніше визначити бойові можливості боєприпасів термобаричної дії, що буде головною запорукою вибору відповідності обраної цілі та засобу ураження, необхідного для її знищення, а спосіб коректного вибору та планування ураження буде доступний військовослужбовцям, що проводять планування та ураження, шляхом проведення оперативно-тактичних розрахунків на усіх рівнях. Крім того, такий підхід підвищить ефективність використання засобів ураження проти противника, та покращить економічну складову шляхом використання боєприпасів такої потужності, яка буде достатньою для знищення (подавлення цілі) та не буде надлишковою.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ВОГНЕМЕТНИХ КОМПЛЕКСІВ НА БАЗІ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ СИСТЕМ

Г.П. Озеран; Д.В. Рибачок; О.В. Лук’янець, к.е.н.
Державний науково-дослідний інститут
випробувань та сертифікації озброєння та військової техніки

Події російсько-української війни засвідчили невпинне кількісне та якісне зростання випадків застосування наземних роботизованих систем (далі – НРС). Для виконання різноманітних завдань на полі бою застосовуються повністю автоматичні мобільні системи, які не потребують безпосереднього керування та контролю зі сторони оператора.

Особливо позитивні результати демонструють керовані роботизовані платформи на базі телеметричних систем. Під час їхнього використання застосовується дистанційне керування, що базується на телекомунікаційних технологіях віддаленої передачі зображення від платформи до пульта керування оператора.

Все вищесказане в повній мірі стосується й НРС, які є складовою частиною (базовою платформою) вогнеметних комплексів (далі – ВК). Ці комплекси володіють беззаперечною перевагою перед звичайною вогнеметною зброєю завдяки вдалому поєднанню її вражаючої дії з можливостями НРС. У свою чергу, переваги дозволяють значно розширити застосування та ефективність існуючих та перспективних ВК.

Одним з найважливіших перспективних шляхів розвитку ВК є їхня здатність зменшувати ризики для особового складу під час ведення бойових дій. Це досягається шляхом використання дистанційного керування, яке дозволяє оператору керувати ВК з безпечної відстані, без

прямого контакту з противником, перебуваючи на замаскованій позиції. Особливо ефективним дистанційне керування є в складній бойовій обстановці, зокрема, в міських боях, при зачистках ворожих позицій, боротьбі з противником у важкодоступних місцях (тунелях, підвалах, бліндажах тощо).

Це підтверджено результатами випробувань, проведених виробниками, за підтримки фахівців інституту, в рамках проєкту "Залізний полігон".

Крім того, ВК можуть бути використані для виконання різноманітних спеціальних завдань, наприклад, розчищення мінних полів за рахунок термічного впливу, знищення вибухонебезпечних предметів, випалювання рослинності з метою виявлення та виснаження противника тощо.

Не менш важливим фактором застосування ВК є підвищення їхньої бойової ефективності за рахунок точності та контролю за нею з використанням систем наведення, гнучкості застосування (можливість адаптації для дій в різних умовах рельєфу місцевості). НРС, в свою чергу, здатні значно збільшувати довготривалість ведення бойових операцій при відсутності втоми, на відміну від людини-оператора. У результаті на противника здійснюється тривалий безперервний тиск, що підвищує шанси на успіх бойових дій в цілому.

Вогнеметні НРС можуть бути інтегровані з іншими наземними та авіаційними безпілотними, роботизованими комплексами (системами), зокрема з розвідувальними дронами. Це, в свою чергу, дозволить здійснювати більш ефективні комплексні заходи з підтримки дій військ або виконання окремих бойових і спеціальних завдань. Також, як показує досвід застосування існуючих ВК, вони ефективні як в ході штурмових наступальних дій, так і в оборонному бою.

Що стосується розширення функціональних можливостей перспективних ВК, то основна увага звертається на забезпечення їхньої модульності, підвищення автономності за рахунок впровадження елементів штучного інтелекту та розробці спеціалізованих вогнеметів, здатних використовувати різні типи вогнеметних сумішей об'ємно-детонуючого типу.

Перспективними напрямками розробки та створення ВК на базі НРС є забезпечення їхнього достатнього енергозабезпечення (для підвищення автономності застосування), оснащення та удосконалення засобів зв'язку та РЕБ, підвищення мобільності та маневреності, а також зниження вартості виробництва.

Зважаючи на зазначене, можливо зробити чіткий висновок про те, що вказані ВК на базі НРС будуть знаходити все ширше та більш активне застосування у військах для нанесення противнику ураження, знищення його озброєння та військової техніки, руйнування важливих об’єктів та споруд. Дуже ймовірно, що саме вони у майбутньому здатні змінити типи та способи ведення бойових та спеціальних дій.

СЕРЕДНЄ ПРИСКОРЕННЯ ЯК ПОКАЗНИК ОЦІНКИ ДИНАМІКИ РОЗГОНУ АВТОМОБІЛІВ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ВИПРОБУВАНЬ

М.А. Подригало[1], д.т.н., проф.; В.С. Шеїн[1] , к.т.н., доц.;
А.І. Коробко[1], д.т.н., проф.; А.І. Нікорчук[2], к.т.н., доц.
[1]Харківський національний автомобільно-дорожній університет;
[2]Національна академія Національної гвардії України

Час розгону автомобіля з місця до швидкості 100 км/год є одним з основних показників динамічних властивостей. Значення цього показника залежить від максимальної потужності двигуна, повної маси автомобіля та його аеродинамічних характеристик. Для отримання адекватних результатів при порівняльному аналізі різних моделей автомобілів необхідно враховувати співвідношення основних фізичних величин, що впливають на час розгону до заданої швидкості.

У наукових роботах, присвячених фізичному (масштабному) моделюванню, доведено, що в умовах Землі масштабний коефіцієнт прискорення завжди дорівнює одиниці. Це означає, що прискорення автомобіля при розгоні є об’єктивним показником динамічних властивостей, який можна використовувати для порівняльного аналізу різних моделей. Пропонується використовувати середнє значення прискорення при розгоні від стану спокою до швидкості 100 км/год як показник і критерій динамічності автомобіля. Такий підхід дозволяє уникнути похибок, пов’язаних із різними масштабами моделей, і забезпечує об’єктивність оцінки.

З погляду масштабного моделювання, для адекватної оцінки часу розгону до заданої швидкості необхідно порівнювати динамічні показники з аналогічними параметрами еталонного автомобіля. При цьому слід враховувати лінійний масштаб, тобто співвідношення розміру моделі до розміру натурного зразка. У межах натурного моделювання визначено систему масштабних коефіцієнтів для основних фізичних величин, що використовуються в динаміці автомобіля. Однак масштаб швидкості

потребує корекції залежно від габаритів моделі, що ускладнює проведення випробувань. Натомість масштаб прискорення незалежний від лінійного масштабу (завжди дорівнює 1), що робить прискорення універсальним критерієм для порівняння.

Крім того, використання методу парціальних прискорень дозволяє точніше розв'язувати задачі дослідження динаміки мобільних машин. Таким чином, запропонований підхід із використанням середнього прискорення як критерію динамічності забезпечує більш об'єктивну та уніфіковану оцінку розгінних властивостей автомобілів, ніж традиційний підхід на основі часу розгону.

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ІНТЕРЕСАХ РОЗМІНУВАННЯ

В.О. Подчерніна; О.В. Скиба; Д.В. Рибачок
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

З огляду на наявні масштаби забруднення територій вибухонебезпечними предметами, питання застосування штучного інтелекту (далі – ШІ) в інтересах заходів розмінування є надзвичайно актуальним. Впровадження ШІ може кардинально змінити підхід до розмінування, підвищивши його ефективність та безпеку.

Сучасні технології ШІ надають потужні інструменти для кардинального вдосконалення процесів планування, розвідки та аналізу в гуманітарному розмінуванні. Вони дозволяють перейти від реактивного реагування до прогностичного моделювання та оптимізації, підвищуючи як ефективність, так і безпеку операцій.

Замість ручного аналізу тисяч зображень, системи на основі ШІ здатні в автоматичному режимі обробляти різноманітні геопросторові дані. Це включає супутникові знімки високої роздільної здатності, мультиспектральні аерофотознімки та дані, отримані з БпЛА (включно з LiDAR-скануванням).

Ключовим викликом у сучасних розвідувальних операціях є інформаційне перевантаження аналітиків, спричинене потоком різнорідних даних – від візуальних до радіоелектронних, – що унеможливлює їхню своєчасну та повну обробку. ШІ пропонує вирішення цієї проблеми, виступаючи потужним інструментом для автоматизації та поглибленого аналізу. Він не лише обробляє тисячі документів, а й знаходить приховані

закономірності та аномалії, які людина могла б пропустити, наприклад, зв’язуючи певні події з майбутніми загрозами. Інтегруючи всі ці фрагменти в єдину картину, ШІ надає командирам та аналітикам чітке, актуальне розуміння ситуації для прийняття ефективних рішень.

Планування маршруту для саперної групи є складною оптимізаційною задачею з багатьма змінними. ШІ дозволяє вирішувати її якісно на новому рівні. Спеціалізовані алгоритми можуть розробляти найоптимальніші та найбезпечніші маршрути, враховуючи в режимі реального часу: карти ймовірних загроз, отримані на попередньому етапі, топографічні дані, логістичні обмеження та динамічні фактори.

Для підвищення безпеки операцій з розмінування за допомогою ШІ, першочерговим завданням є максимальне усунення безпосередньої взаємодії людини з вибуховими пристроями, що досягається шляхом розроблення автономних роботизованих комплексів, здатних на основі моделей ШІ виконувати повний цикл завдань: від виявлення та ідентифікації до класифікації та нейтралізації вибухонебезпечних предметів. Такі системи зменшують вплив людського фактору, залишаючи за оператором лише функції контролю та прийняття рішень на безпечній відстані.

Одночасно, для ситуацій, що вимагають участі оператора, впроваджуються нейронні мережі підтримки прийняття рішень. Вони в режимі реального часу аналізують комплексні дані з мультисенсорних платформ (георадарів, тепловізорів, металодетекторів) і попереджають про наближення до потенційно небезпечних об’єктів, підвищуючи ситуаційну обізнаність сапера.

Важливою складовою комплексного підходу є також підготовка фахівців. Інтеграція ШІ у віртуальні та доповнені симуляційні середовища дозволяє створювати високореалістичні тренажери. Вони дають змогу відпрацьовувати тактичні алгоритми дій у різноманітних сценаріях без будь-якого ризику для здоров’я.

Технологічним ядром зазначених інновацій є передові методи машинного навчання та комп’ютерного зору. Застосування глибоких згорткових нейронних мереж забезпечує безпрецедентну точність ідентифікації VPN за їхніми візуальними образами, навіть у складних умовах обмеженої видимості, рослинного покриву чи часткового маскування.

На стратегічному рівні алгоритми машинного навчання використовуються для прогностичного моделювання. Аналізуючи великі масиви даних (карти бойових дій, топографію місцевості, тактику мінування) система здатна будувати предиктивні карти ймовірних мінних

полів. Це дозволяє оптимізувати планування операцій та пріоритезувати обстеження найбільш небезпечних ділянок.

Фінальним етапом є інтеграція систем ШІ в роботизовані платформи для створення синергетичних груп, де БпЛА виконують завдання повітряної розвідки та первинного картографування, а наземні роботизовані платформи, керовані даними з БпЛА, здійснюють детальне обстеження та знешкодження виявлених загроз.

Таким чином, комплексне впровадження технологій ШІ трансформує парадигму гуманітарного розмінування, зміщуючи акцент з ризикованої ручної праці на високотехнологічні, автоматизовані та безпечні операції. Подальший розвиток у цьому напрямі дозволить не лише значно прискорити процес очищення територій від вибухонебезпечних предметів, але й зберегти життя цивільного населення і саперів.

ПРОБЛЕМАТИКА ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ЗАХИСНИХ ЕКРАНІВ НАД ЛОГІСТИЧНИМИ МАРШРУТАМИ В УМОВАХ СУЧАСНИХ БОЙОВИХ ДІЙ

Д.В. Рибачок; С.С. Брянкін, д.філос.; Г.П. Озеран
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

В умовах сучасної війни, що характеризується масовим застосуванням безпілотних літальних апаратів (БпЛА), зокрема FPV-дронів, для ураження рухомих цілей, логістичні маршрути стали однією з найбільш вразливих ланок у системі забезпечення військ. Постійна загроза для колон логістичного постачання, медичної евакуації та переміщення резервів вимагає негайних та ефективних рішень для захисту цих критично важливих логістичних маршрутів.

У відповідь на зазначену загрозу, інженерні підрозділи почали активно застосовувати фізичні бар'єри, відомі як "антидронові сітки", для прикриття небезпечних ділянок доріг. Цей підхід, що виник як тактична імпровізація, демонструє певну ефективність у зниженні кількості успішних атак шляхом створення фізичної перешкоди. Однак аналіз показує, що існуючі рішення є переважно заходами у відповідь та мають низку системних недоліків. Їхня ефективність обмежується тактичними вразливостями, значними інженерно-логістичними викликами та неефективністю проти сучасних засобів повітряної розвідки. Таким чином, подальший розвиток цього напрямку вимагає переходу від

простих фізичних бар’єрів до розробки комплексних, інтегрованих систем захисту.

Практика застосування захисних екранів, зокрема в Україні, виявила цілий комплекс проблем, що суттєво обмежують їхню загальну ефективність. Вони обумовлені такими аспектами:

– функційні вразливості через конструктивну недосконаліть. Найбільш критичною проблемою є те, що екрани не є абсолютно надійними. Досвідчений оператор БпЛА може подолати такий захист. Зафіксовано численні випадки, коли FPV-дрон уражав ціль, пролітаючи під нижнім краєм бічної сітки, де залишався незахищений простір. Такі прогалини можуть виникати як через конструктивні недоліки (недостатня ширина полотна), так і через свідомий тактичний компроміс – залишення простору для евакуації особового складу з підбитої техніки. Крім того, статичність конструкцій дає противнику час на розвідку та виявлення слабких місць, а самі опорні конструкції є вразливими до артилерійського вогню та уламків;

– потреба у протидії руйнівному впливу та постійному (регулярному) обслуговуванні. Розгортання та обслуговування “захисних коридорів” є надзвичайно ресурсозатратним процесом, що вимагає значних затрат людино-годин та залучення інженерної техніки. Великопрольотні сітчасті конструкції зазнають значних вітрових та снігових навантажень, що вимагає інженерних розрахунків згідно з ДБН В.1.2-2:2006 “Навантаження і впливи” для уникнення раптових руйнувань. Наявність громіздких конструкцій також негативно впливає на дорожній рух: знижується пропускна здатність маршруту та створюються обмеження для руху великогабаритної військової техніки;

– помітність для засобів розвідки противника. Переважна більшість застосовуваних сіток (від рибальських до спеціалізованих) є практично “прозорими” для тепловізорів та РЛС. Рухома техніка з працюючими двигунами створює потужне теплове випромінювання, яке легко фіксується крізь сітку, створюючи хибне відчуття безпеки в екіпажів. Більше того, сама наявність довгої інженерної споруди вздовж дороги є потужною демаскуючою ознакою, що вказує на важливість маршруту та робить його пріоритетною ціллю для більш потужних засобів ураження.

Для вирішення зазначених проблем пропонується комплексний підхід, що включає вдосконалення конструкцій та інтеграцію з іншими системами.

По-перше, необхідна розробка перспективних захисних конструкцій. Майбутнє лежить у площині модульних, швидкорозгортуваних систем з легких композитних матеріалів, із застосуванням мультиспектрального

маскування. Екран повинен не лише фізично зупиняти дрон, але й приховувати техніку від виявлення у видимому, інфрачервоному та радіолокаційному діапазонах. Сучасні мультиспектральні сітки здатні послаблювати теплове випромінювання та розсіювати радіолокаційні сигнали, що робить техніку під ними "невидимою" для відповідних сенсорів.

По-друге, інтеграція в багатоешелонну систему протидії БпЛА противника. Захисний екран має стати частиною інтегрованої системи оборони. Така система повинна включати:

1. Ешелон раннього виявлення: Мережа пасивних акустичних та радіочастотних сенсорів для завчасного виявлення БпЛА.

2. Ешелон некінетичної протидії: Мобільні комплекси РЕБ для придушення каналів управління та навігації дронів.

3. Ешелон кінетичного ураження: Вогневі засоби (ПЗРК, зенітні установки), що отримують точне цілевказання на дрони, які прорвалися через РЕБ.

4. Фізичний бар'єр – мультиспектральний екран як останній рубіж оборони.

Застосування захисних екранів є тактично виправданим, але у своїй поточній реалізації недостатнім та тимчасовим рішенням. Системні проблеми, такі як тактичні вразливості, інженерні виклики та технологічна невідповідність сучасним загрозам, вимагають фундаментального перегляду підходів.

Стратегічне застосування полягає у переході від концепції "пасивного фізичного бар'єру" до "інтегрованої багатоешелонної системи захисту". Це передбачає розробку модульних мультиспектральних конструкцій та їх глибоку інтеграцію з комплексами раннього виявлення та активної протидії (РЕБ, ППО). Реалізація такого підходу, повинна підкріплена відповідною нормативною базою, дозволить перетворити вразливі логістичні маршрути на стійкі та надійно захищені комунікації, що є ключовим фактором збереження боєздатності військ на сучасному полі бою.

ВПЛИВ БОЙОВОГО ДОСВІДУ НА ПІДХОДИ ДО ДЕРЖАВНИХ ВИПРОБУВАНЬ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СИСТЕМ

Д.В. Савчук
Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії

У сучасних умовах війни, що триває на території України з

2014 року, та особливо після повномасштабного вторгнення російської федерації у 2022 році, виникла необхідність змінити підходи до створення, модернізації та державних випробувань артилерійських систем. Накопичений бойовий досвід окреслив низку недоліків у системі випробувань озброєння і військової техніки, які впливають на ефективність застосування артилерійських систем під час виконання бойових (спеціальних) завдань.

Традиційні підходи до державних випробувань артилерійських систем базувались на нормативних документах радянської доби та практиці полігонних перевірок за умов мирного часу. Такий підхід часто не враховував:

– швидкоплинність тактичної обстановки;

– широке застосування противником засобів контрбатарейної боротьби;

– високі вимоги до живучості, мобільності та автоматизації бойової роботи артилерійських підрозділів;

– необхідність інтеграції в єдину інформаційно-розвідувально-вогневу систему.

Аналіз впливу досвіду війни України проти збройних сил російської федерації показав, що державні випробування артилерійських систем повинні оцінювати не лише технічні характеристики, але й:

– здатність ефективно діяти в умовах РЕБ противника, включно з перевіркою стійкості засобів управління, навігації та зв’язку;

– можливість прихованого маневрування і швидкої зміни вогневих позицій, з урахуванням високого ризику контрбатарейної боротьби;

– зручність використання у складних польових умовах, зокрема вночі, під час дощу, при обмеженій видимості тощо;

– наявність автоматизованої системи управління наведенням та вогню, що дозволяє скоротити час відкриття вогню до мінімуму.

Перспективи удосконалення підходів до випробувань з урахуванням бойового досвіду потребує:

– розширення програм державних випробувань шляхом введення елементів тактичного випробування у складі підрозділів та частин, які виконують завдання в умовах, наближених до бойових;

– залучення до складу комісій з випробувань офіцерів, які мають досвід ведення бойових дій, для оцінювання практичної ефективності та доцільності застосування тієї чи іншої технічної новації;

– удосконалення нормативної бази випробувань з урахуванням стандартів НАТО щодо оцінювання живучості, мобільності та сумісності

артилерійських систем;

– впровадження у програми випробувань моделювання варіантів протидії противнику, включаючи застосування fpv дронів, високоточної зброї та засобів РЕБ.

Таким чином, бойовий досвід війни України проти збройних сил російської федерації свідчить, що державні випробування артилерійських систем мають розвинутися від виключно технічної оцінки до комплексного випробування в умовах, максимально наближених до бойових. Це дозволить суттєво підвищити ефективність артилерійського вогню, збереження особового складу та озброєння, а також досягати переваги над противником у вогневому протистоянні.

МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБУВАНЬ В УМОВАХ ОСОБЛИВОГО СТАНУ

В.В. Салогор; В.Л. Кравченко; М.М. Костащук
Навчально-науковий випробувальний полігон
високотехнологічного озброєння та військової техніки

В умовах безпекової нестабільності та повномасштабної війни особливого значення набуває забезпечення Сухопутних військ та окремих родів військ новітніми зразками озброєння та військової техніки (далі – ОВТ), що відповідають швидкоплинним тенденціям змін під час сучасного ведення бойових дій. Однією з ключових ланок у процесі кодифікації та впровадження до бойового застосування у зразків є етап державних і відомчих випробувань. Саме на цьому етапі здійснюється перевірка технічних, функціональних та експлуатаційних характеристик ОВТ, а також їх відповідність визначеним тактико-технічним завданням. Таким чином, система проведення випробувань є критично важливою для гарантованого забезпечення війська надійними і боєздатними технічними засобами.

Ефективність системи значною мірою залежить від наявності достатнього ресурсного забезпечення, зокрема фінансування, матеріально-технічної бази, кваліфікованого персоналу, сучасного обладнання та логістичних спроможностей. На практиці ж система випробувань ОВТ в Україні протягом тривалого часу функціонує в умовах недостатнього забезпечення, що обмежує можливість проведення випробовувань у найкоротші терміни.

Окремою складовою проблеми обмеженого ресурсного забезпечення

процесу випробувань озброєння і військової техніки є нестача критично важливих витратних матеріалів, насамперед боєприпасів, паливно-мастильних матеріалів і запасних частин, оскільки, більшість методик випробувань передбачає проведення великої кількості стрільб, маршів, випробувальних навантажень і ремонтно-обслуговуючих процедур.

Зазначене обмеження набуває особливої актуальності в умовах воєнного стану, коли наявні запаси спрямовуються насамперед на забезпечення діючих бойових підрозділів, а виробничі та логістичні ланцюги зазнають перевантаження або руйнування внаслідок ворожих атак. У таких умовах випробування нових зразків техніки фактично проводяться за залишковим принципом, що суттєво знижує їхню повноту, об’єктивність та достовірність.

Нестача ресурсів в галузі військових випробувань не лише ускладнює своєчасне впровадження нових зразків ОВТ, а й створює критичні ризики для бойової ефективності Збройних Сил. Виявлення та систематизація ключових проявів цієї проблеми, аналіз її структурних чинників та оцінка впливу на обороноздатність держави становлять наукову та практичну цінність у контексті розробки механізмів удосконалення національної системи військово-технічного забезпечення.

У процесі створення та впровадження нових зразків ОВТ критично важливою умовою є повноцінне проведення всіх видів випробувань – від лабораторних до полігонних і експлуатаційних. Проте в умовах обмеженого забезпечення випробувальні центри та установи змушені вдаватись до скорочення тривалості випробувального циклу, що негативно впливає на об’єктивність і достовірність отриманих результатів.

Не реалізовані повному обсязі випробування унеможливлюють виявлення довготривалих або латентних дефектів, комплексну перевірку зразків в різноманітних умовах експлуатації, а також проведення повторних тестів для підтвердження стабільності параметрів. Це, в свою чергу, створює потенційні загрози для безпеки особового складу, ефективності бойового застосування ОВТ та загальної надійності військово-технічного забезпечення.

У підсумку, не повна тривалість випробувань створює хибну уяву про ефективність або відповідність техніки заявленим вимогам, що в довгостроковій перспективі може призвести до небажаних наслідків у бойових умовах.

Нестача ресурсів у сфері випробувань ОВТ Сухопутних військ є не лише бюджетною проблемою, а й структурною слабкістю в системі

оборонного планування. Вона впливає на всі етапи – від тестування окремих компонентів до аналізу бойової ефективності комплексів у цілому. Подолання цієї проблеми потребує системного підходу: модернізації інфраструктури, перегляду пріоритетів фінансування, розвитку державно-приватного партнерства та залучення міжнародної технічної допомоги.

КОНВЕРТАЦІЯ МЕТЕОБЮЛЕТЕНІВ METEO11 В METB3 (METCM) ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО ЗАСТОСУВАННЯ В АРТИЛЕРІЇ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

С.В. Сергієв
Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії

У Збройних Силах України досі широко використовується формат метеорологічного забезпечення METEO11, який орієнтований на використання з аналоговими таблицями стрільби. Проте в умовах модернізації артилерії, її переозброєння за стандартами НАТО, а також активного застосування цифрових систем розрахунку вогневих установок, виникає суттєва проблема сумісності цього формату з сучасними засобами. Більшість нових артилерійських систем та пов'язаних із ними програмних засобів використовують формат метеоданих METB3 (METCM), який прийнятий у країнах НАТО. Це створює потребу в постійній ручній або програмній конверсії, що уповільнює процес оброблення даних, підвищує ризик помилок та негативно впливає на ефективність бойового застосування артилерії.

Проблема ще більше ускладнюється тим, що METEO11 і METB3 (METCM) базуються на різних параметрах стандартної атмосфери. Відрізняються одиниці вимірювання, система поділу висотних шарів, порядок подання температури, щільності повітря, атмосферного тиску, а також вітрових параметрів. Крім того, відсутність уніфікованого алгоритму перерахунку цих величин може призводити до різночитань при розрахунках стрільби, особливо у складних метеоумовах. Це прямо впливає на точність ураження цілі, особливо при стрільбі на великі відстані, що є критичним в умовах сучасної війни.

У цьому контексті виникає потреба у створенні механізму конвертації метеоінформації. Зокрема, йдеться про автоматизоване або напівавтоматизоване перетворення METEO11 у формат METB3 (METCM), яке могло би бути реалізоване як у вигляді окремого

програмного модуля, так і у складі систем автоматизованого керування вогнем артилерії. Такий підхід дозволив би забезпечити повну сумісність з програмним забезпеченням західного зразка, спростити підготовку до стрільби, скоротити час реакції підрозділів та значно підвищити ефективність вогневого ураження.

Отже, уніфікація метеобюлетенів – це не лише крок до технічної стандартизації, але й елемент переходу артилерії Збройних Сил України на натовські принципи керування вогнем.

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ВИПРОБУВАННЯ ВОГНЕВИХ СПОРУД

О.В. Скиба; В.О. Подчерніна; Г.П. Озеран
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Під час випробувань вогневі споруди зазвичай перевіряються на ураження уламками боєприпасів, пряме влучання боєприпаса у перекриття споруди або в обвалування над нею та на вплив надлишкового тиску у фронті повітряної ударної хвилі. Орієнтуючись на це, виробники виготовляють вогневі споруди зосереджуючись на міцності надземних частин та перекриттів.

Проте ними не завжди враховується можливий вплив ударної хвилі ґрунту (або сейсмовибухової хвилі), яка виникає у разі близького влучання боєприпаса з налаштованим підривником на уповільнену дію. Такий боєприпас після контакту з ґрунтом не детонує, а занурюється в нього на певну глибину, де відбувається вибух – він має руйнівний характер на підземні елементи конструкції споруд.

Зокрема з вибухом снаряда (міни) у ґрунті утворюються такі три послідовні області (зони):

– область (зона) стиснення (найближча до місця вибуху);

– область (зона) руйнування;

– область (зона) струсу.

Область (зона) стиснення характеризується порушенням цілісності та витісненням ґрунту із деякого об’єму.

Область (зона) руйнування характеризується руйнуванням ґрунту і переміщенням його в напрямку найменшого опору (утворення воронки).

Під областю (зоною) струсу розуміють область, в межах якої спостерігається руйнування наземних будівель.

Тому, під час випробувань, необхідно перевіряти і стійкість вогневих споруд до впливу руйнівних факторів таких вибухів боєприпасів.

Для цього необхідно визначити відстань формування заглиблення для боєприпаса (відносно підземної стіни споруди) та глибину заглиблення. Глибина визначається за березанською формулою з такими вхідними даними:

– глибина закладання боєприпаса (заряду вибухової речовини) в ґрунт поблизу зразка, що випробується, м;

– коефіцієнт форми боєприпаса, що залежить від довжини її головної частини (приймається рівним 1 або 1,3);

– маса боєприпаса, кг;

– калібр боєприпаса, м;

– кінцева швидкість боєприпаса, м/с;

– кут падіння (від нормалі до перешкоди), град;

– коефіцієнт, що характеризує властивості перешкоди і залежить від типу ґрунту.

Значення коефіцієнта властивості перешкоди залежить від типу ґрунту і приймається:

– для пухкого ґрунту рівним $17 \cdot 10^{-6}$;

– для звичайного ґрунту рівним $13 \cdot 10^{-6}$;

– для глини середньої густини рівним $10 \cdot 10^{-6}$;

– для мерзлого ґрунт рівним $3{,}5 \cdot 10^{-6}$;

– для суглинку рівним $8 \cdot 10^{-6}$;

– для піска природньої вологості рівним $7 \cdot 10^{-6}$;

– для піска вологонасичений рівним $9 \cdot 10^{-6}$;

– для супіска рівним $7 \cdot 10^{-6}$.

Одним із способів визначення відстані закладання боєприпасу відносно споруди (укриття) є врахування тиску ударної хвилі, за якого відбуваються руйнівні процеси на певній дальності.

Значення тиску ударної хвилі в ґрунті можливо обчислити із урахуванням таких величин:

– вага заряду (у тротиловому еквіваленті), кг;

– відстань від точки вибуху, м

– константи, які визначають залежність тиску від відстані.

Суцільні бетонні та залізобетонні конструкції (поширені матеріали для виготовлення споруд) зазнають різних типів руйнацій за таких показників тиску: сильне руйнування – від 120 до 200 кПа, середнє руйнування – від 80 до 100 кПа, слабке руйнування – від 25 до 80 кПа.

Для збірних конструкцій із залізобетонних матеріалів руйнація

відбувається за таких значень тиску: сильне руйнування – понад 30 кПа, середнє руйнування – від 20 до 30 кПа, слабке руйнування – від 10 до 20 кПа.

У ході випробувань пропонується обирати варіант середніх руйнацій (для суцільних бетонних та залізобетонних споруд – тиск величиною до 100 кПа, для збірних залізобетонних споруд – тиск до 30 кПа).

ОКРЕМІ АСПЕКТИ ПІДВИЩЕННЯ ЖИВУЧОСТІ БРОНЕТАНКОВОЇ ТЕХНІКИ

А.І. Собора, к.т.н., ст.досл.; Т.Є. Рвач; Р.В. Холодний
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Протягом протистояння широкомасштабній збройній агресії російської федерації проти України загострились найважливіші проблемні питання щодо надійності, живучості та відновлення пошкодженої бронетехніки Збройних Сил України.

Сутність проблеми зводиться до того, що висока інтенсивність бойового використання бронетехніки, стрімкий розвиток засобів боротьби проти неї, приводить до систематичного виходу із ладу вузлів, агрегатів, в основному від ворожих вражень, що унеможливлює подальше її використання в бою. Середній час живучості бронетехніки у відкритому бою не перевищує 15 хв. Аналіз бойових дій показує, що танки використовуються, в основному, для підтримки піхоти, ураження об’єктів противника з закритих вогневих позицій.

Головним завданням розробників бронетанкової техніки (БТ) є підвищення її надійності яке вимагає комплексного підходу, що включає наступні основні напрямки:

– застосування модульної броні, що дозволяє пришвидшити живучисть БТ;

– підвищення потужності та надійності двигунів;

– використання електронних систем захищених від зовнішнього впливу;

– використання комплексних видів броні підвищеної міцності;

– оснащення БТ активними та реактивними системами захисту від засобів враження.

Важливою властивістю БТ є її живучість здатність бойової машини зберігати на допустимому рівні боєздатність при бойових пошкодженнях

і, за необхідності, самостійно залишати поле бою для відновлення.

Вона визначається низкою факторів, включаючи удосконалену конструкцію, бронювання, двигун та систему управління вогнем, рівень підготовки екіпажу.

Основними аспектами підвищення живучості може бути досягнуто шляхом:

– оснащення броні танка перспективними системами динамічного захисту;

– забезпечення можливості проведення окремих елементів ремонту двигуна та ходової в польових умовах та на полі бою;

– зменшення габаритів в БТ за рахунок застосування гідропневматичної підвіски зі зміною висоти кліренса;

– оснащення БТ додатковим елементами захисту рухомими екранами, решітками, індивідуальними пристроями для РЕБ;

– для зменшення маси БТ та уникнення детонації боєприпасів знизити запаси палива та боєприпасів на БТ та забезпечення їх швидкого поповнення навіть на полі бою;

– забезпечення здатності дублювати кожним членом екіпажу функції своїх колег;

– забезпечення скритності БТ використовуючи шумоізоляцію роботи двигуна та застосування захисних фарб;

– застосування індивідуальних засобів боротьби з БпЛА.

Реалізація зазначених основних напрямків підвищення живучості БТ дозволить військовим підвищити ефективність виконання поставлених завдань та зберегти життя особовому складу.

ВИЗНАЧЕННЯ ОБ'ЄКТІВ ВИПРОБУВАЛЬНОЇ БАЗИ ПОЛІГОНУ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБУВАНЬ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК І АРТИЛЕРІЇ

О.В. Степаненко
Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії

В умовах тривалого ведення бойових дій для захисту від агресії російської федерації у нашій державі продовжується нарощування зусиль щодо розроблення та модернізації зразків озброєння та військової техніки ракетних військ і артилерії (ОВТ РВіА) для потреб Сил оборони України.

З появою нового (модернізованого) ОВТ РВіА, збільшенням його надходження від країн-партнерів виникає потреба у створенні сучасної

експериментально-випробувальної бази полігонів, яка забезпечить існуючі потреби у проведенні випробувань. Об’єкти такої випробувальної бази повинні забезпечувати проведення дослідницьких (контрольних) випробувань, а також визначальних відомчих випробувань і державних приймальних випробувань дослідних або серійних зразків ОВТ РВіА. Також ці об’єкти випробувальної бази повинні забезпечувати вирішення наступних завдань:

– всебічну перевірку бойових, технічних і експлуатаційних характеристик нових зразків (комплексів) і порівняння отриманих результатів з тактико-технічними вимогами;

– розроблення на підставі результатів випробувань пропозицій і рекомендацій щодо подальшого вдосконалення бойових і експлуатаційних характеристик зразків (комплексів);

– проведення контрольних випробувань окремих зразків серійних партій з метою підтвердження відсутності відхилень основних тактико-технічних характеристик від раніше затверджених;

– підтвердження кількісних показників надійності серійних зразків;

– аналіз, узагальнення матеріалів випробувань і оцінювання правильності й оптимальності прийнятих схемних і конструктивних рішень випробовуваних зразків (комплексів);

– перевірку експлуатаційно-технічної та технологічної документації;

– проведення траєкторних, телеметричних та інших вимірювань;

– організацію та проведення стрільб (пусків) зі зразків ракетно-артилерійського озброєння.

Для виконання вищезазначених завдань до складу об’єктів випробувальної бази полігону пропонується включити:

– директрису для проведення стрільб артилерії непрямим вогнем та пусків ракет;

– ділянку для проведення випробувань (вивірок) засобів (приладів) артилерійської розвідки;

– ділянку для проведення випробувань апаратури (приладів) метеорологічного забезпечення;

– ділянку для проведення випробувань (вивірки) радіонавігаційної апаратури та топогеодезичних приладів;

– ділянку для проведення випробувань безпілотних літальних апаратів у складі безпілотних авіаційних комплексів, які використовуються в інтересах підрозділів РВіА;

– ділянку для випробування базових шасі артилерійського озброєння;

– ділянку для визначення кількісних і вагових характеристик

осколків боєприпасів (бойових частин).

Крім зазначених об'єктів, до складу полігону для проведення випробувань зразків ОВТ РВіА пропонується включити:

– комплекс постановки завад, який призначений для створення завадової обстановки, наближеної до реальної, з можливістю її коригування в ході проведення випробувань зразків ОВТ РВіА;

– вимірювально-обчислювальний комплекс, який буде застосовуватися для вимірювань та оброблення отриманої інформації з метою визначення (перевірки) відповідності бойових, технічних і експлуатаційних характеристик зразків ОВТ РВіА заявленим вимогам.

Усі зазначені об'єкти, а також пункти управління, повинні бути обладнані комплексом засобів автоматизації та спостереження, зв'язку та обміну інформацією, які об'єднані в єдину автоматизовану систему управління полігоном. Ця система повинна забезпечити автоматизоване збирання, оброблення, передачу та документування інформації, що отримана в ході підготовки та під час проведення випробувань (досліджень, вимірювань тощо), а також управління процесом випробувань.

Отже, визначені об'єкти випробувальної бази полігону дозволять проводити необхідні випробування, перевіряти відповідність бойових, технічних і експлуатаційних характеристик зразків ОВТ РВіА тактико-технічним завданням або експлуатаційній документації, а також підтверджувати їх паспортні дані точності для подальшого надання допуску до експлуатації.

ПІДХІД ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ ПОМИЛОК, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА ТОЧНОСТІ ВЛУЧЕННЯ ВИСОКОТОЧНОГО АРТИЛЕРІЙСЬКОГО БОЄПРИПАСУ

М.П. Столяренко
Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії

Основними з чинників, від яких залежить точність влучення ВТАБ є точність визначення установок для стрільби та точність системи наведення ВТАБ.

Визначення вимог до точності влучення ВТАБ повинно базуватися на аналізі помилок, які супроводжують стрільбу високоточним боєприпасом.

При розгляді системи помилок, які супроводжують стрільбу ВТАБ,

слід аналізувати помилки доставки ВТАБ в зону захоплення засобом наведення та помилки наведення ВТАБ в ціль.

Помилка доставки високоточного артилерійського боєприпасу в зону наведення є випадковою помилкою та характеризується помилкою визначення установок для стрільби та помилкою унаслідок технічного розсіювання і особливостей функціонування автопілотного блоку боєприпасу.

Визначення установок для стрільби ВТАБ здійснюється аналогічно до звичайних снарядів, класичною системою помилок, складові якої визначаються відомими залежностями.

Помилки внаслідок технічного розсіювання, які мають нормальний розподіл, та помилки наведення високоточного боєприпасу в ціль, які супроводжують процес управління польотом ВТАБ при попаданні його в зону захоплення, характеризуються серединними помилками дальності, напрямку та висоти.

Випадкова помилка наведення ВТАБ в ціль характеризується розсіюванням положення точок розриву відносно точки прицілювання. Аналогічно з помилками доставки ВТАБ в зону захоплення вона може бути представлена двома незалежними групами помилок: помилки, що повторюються (помилки визначення положення точок прицілювання); помилки, що не повторюються (помилки управління). Ці помилки властиві кожному типу систем наведення ВТАБ.

Помилки, що повторюються, приводять до відхилення центру розсіювання ВТАБ від точки прицілювання на величину помилки визначення положення точки прицілювання. Ці помилки головним чином залежать від технічних характеристик систем виявлення цілі й елементів, що вимірюють параметри руху ВТАБ на керованій ділянці польоту.

Помилки, що не повторюються, приводять до відхилення положення точки розриву ВТАБ відносно точки розсіювання і характеризується, переважно, інструментальними та методичними помилками.

На практиці для визначення необхідної точності влучення ВТАБ у ціль доцільно також застосовувати характеристику розсіювання точок падіння (розриву) – кругове імовірне відхилення. Його визначають як радіус кола з центром у точці цілі, імовірність влучення яке дорівнює (складає) 0,5.

При визначенні (обґрунтуванні) конкретних кількісних значень вимог до точності, яку повинна забезпечувати система наведення ВТАБ, необхідно розглядати конкретний тип бойового оснащення та характерні для нього типові цілі.

Системи наведення для ВТАБ з бойовою частиною (БЧ) зонної дії (які не потребують прямого влучення в ціль), повинні забезпечувати компенсацію максимально можливої їх похибки до величини, що не перевищує половини максимального лінійного розміру приведеної зони ураження даного боєприпасу, якщо зона ураження має форму кола.

Системи наведення для ВТАБ з БЧ прямого влучення повинні забезпечувати компенсацію можливої їх похибки до величини, що не перевищує половини від мінімального лінійного розміру типової цілі.

Запропонований методичний підхід щодо визначення вимог до точності влучення високоточних артилерійських боєприпасів, який базується на аналізі помилок, дозволяє проводити розрахунок кількісних значень даних помилок, які можуть бути використані під час розроблення оперативно-тактичних вимог до різних типів високоточних артилерійських боєприпасів.

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ЩОДО ВИБОРУ МЕТОДУ СИНТЕЗУ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ СУПРОВОДЖЕННЯ ВИПРОБУВАНЬ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

В.Ю. Толмачов
Національний університет оборони України

Широкомасштабна збройна агресія російської федерації проти України підкреслює нагальну потребу в посиленні спроможностей сил оборони шляхом оснащення новітніми зразками озброєння та військової техніки (далі – ОВТ). Для успішного розроблення та впровадження перспективних зразків ОВТ необхідно розвивати не лише власні можливості оборонно-промислового комплексу, але й удосконалювати наявну систему випробувань ОВТ, яка є невід'ємним елементом життєвого циклу оборонної продукції, що забезпечує її якість, надійність та ефективність.

Одним із перспективних напрямів удосконалення цієї системи є автоматизація процесів підготовки, проведення та аналізу результатів випробувань, яку на практиці можливо реалізувати через впровадження спеціалізованої інформаційної системи супроводження випробувань (далі – ІССВ ОВТ). Більшість експертів, які працюють у цій галузі, сходяться на думці, що така система наддасть змогу оперативно обробляти та аналізувати дані, прогнозувати ризики та формувати

обґрунтовані управлінські рішення.

Основною складністю на шляху створення ефективної ІССВ ОВТ є відсутність уніфікованого підходу до її синтезу. Це зумовлює необхідність проведення наукового дослідження, мета якого – проведення порівняльного аналізу методів синтезу інформаційних систем та обґрунтування вибору методичного підходу до синтезу ІССВ ОВТ на основі розробленої системи показників і критеріїв багатокритеріального оцінювання, адаптованої до специфіки функціонування спеціалізованої випробувальної організації.

Для досягнення поставленої мети передбачається розв’язання низки конкретних завдань, що виконуватимуться в кілька взаємопов’язаних етапах, а саме:

на першому етапі здійснюється систематизація та класифікація існуючих методичних підходів до синтезу ІС за основними концептуальними архітектурними та технологічними ознаками;

на другому етапі – формування показників та критеріїв порівняльного аналізу методів синтезу ІС, що розглядаються, побудова математичного апарату для багатокритеріального оцінювання;

на третьому етапі – проведення порівняльного аналізу, що ґрунтується на якісно-кількісному оцінюванні характеристик методів за визначеним набором показників;

на четвертому етапі – формулювання рекомендацій щодо вибору найбільш прийнятного підходу до синтезу ІССВ ОВТ.

Такий методичний підхід дасть змогу сформувати класифікацію методів синтезу ІС за низкою ключових концептуальних, архітектурних і технологічних ознак, здійснити комплексне багатокритеріальне оцінювання з використанням якісно-кількісної експертної шкали, а також обґрунтувати вибір оптимального методу синтезу ІССВ ОВТ, що відповідатиме специфічним потребам спеціалізованої випробувальної організації в умовах воєнного часу.

Перспективи подальшого вивчення заявленої проблеми полягають у проведенні дослідженні, спрямованого на розроблення методики та моделі синтезу ІС для підтримки прийняття рішень у системі супроводження випробувань ОВТ. Особлива увага приділятиметься інтеграції структурованих даних, оптимальній побудові підсистем та адаптивним механізмам управління процесами аналізу, зберігання й використання результатів випробувань.

ВИПРОБУВАЛЬНІ ПОЛІГОНИ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ: ДОСВІД СУМІЖНИХ ДЕРЖАВ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ "ЗАЛІЗНОГО ПОЛІГОНУ" В УКРАЇНІ

О.В. Філіппенков, д.філос.
Навчально-науковий випробувальний полігон
високотехнологічного озброєння та військової техніки

В сучасних умовах ведення війни, що характеризуються стрімким розвитком технологій, широким використанням безпілотних (роботизованих) систем (платформ), засобів радіоелектронної боротьби та застосування штучного інтелекту випробувальні полігони озброєння та військової техніки (далі – ОВТ) відіграють ключову роль в забезпеченні ефективного та надійного використання зразків ОВТ, які надходять до збройних сил.

Особливої актуальності ця тема набуває для України, яка не лише використовує сучасне озброєння на полі бою, але і активно розвиває власний оборонно-промисловий комплекс. Саме в цих умовах створення та розвиток таких проєктів як "Залізний полігон" може стати запорукою технологічної незалежності та якнайшвидшого впровадження інноваційних проєктів.

На сьогодні суміжні з Україною держави (не враховуючи Російську Федерацію) не мають власних полігонів, основним призначенням яких є проведення та забезпечення проведення випробувань зразків ОВТ. Так, Республіка Польща має досить розгалужену мережу полігонів (Дравсько-Поморське, Жагань, Нова Демба), що входять до складу збройних сил, окремі ділянки яких спеціально обладнані для проведення випробувань зразків ОВТ (артилерійські системи, безпілотні системи (комплекси), бронетехніку). В Румунії також для проведення випробувань зразків ОВТ використовуються ділянки полігонів (Чинку, Бабадаг, Капу Мідія) збройних сил Румунії для проведення випробувань ракетних та авіаційних систем, в тому числі засобів ППО, бронетехніки та безпілотних систем. Болгарія активно розвиває полігон Нове Село, на ділянках якого проводять випробування бронетехніки, артилерійських систем, засобів захисту особового складу та засобів зв'язку. На авіабазах Папа і Тасар збройних сил Угорщини проводять випробування зразків авіаційного ОВТ.

Зараз "Залізний полігон" – це перспективний елемент оборонної інфраструктури України. Навчально-науковий випробувальний полігон

високотехнологічного ОВТ (далі – Полігон) є основою вищезгаданого проєкту, що забезпечує проведення випробувань та надає менторську допомогу у проведенні випробувань (досліджень, експериментів) з підтвердження заявлених вітчизняними виробниками тактико-технічних характеристик зразків ОВТ на випробувальних ділянках кожного тижня та з урахуванням побажань виробників в будь-який зручний для них час. Протягом 2025 року на Полігоні було проведено більше 300 випробувань, на яких було випробувано більше 1700 зразків ОВТ.

Серед проведених випробувань широкого спектру набули такі зразки ОВТ: антидронові системи, безпілотні наземні роботизовані комплекси (системи), боєприпаси, боєприпаси для скиду з безпілотних літальних апаратів, безпілотні авіаційні комплекси, засоби зв’язку, засоби маскування, засоби навігації, інженерні (фортифікаційні) споруди, комплекси бойового екіпірування, міни, монокуляри телевізійні, надводні безпілотні комплекси (системи), плати ініціації, засоби радіоелектронної боротьби, засоби радіоелектронної розвідки, радіолокаційні станції, стрілецька зброя та спорядження, човни.

Аналіз іноземних полігонів суміжних держав свідчить про відсутність саме випробувальних полігонів, які б забезпечували повний та замкнутий цикл випробувань зразків ОВТ.

Подальший розвиток проєкту “Залізний полігон” є стратегічно важливим для обороноздатності України та дозволить розширити можливості вітчизняних виробників для випробувань новітніх зразків високотехнологічного ОВТ шляхом використання інноваційних рішень та сучасного обладнання та скоротити час прийняття на озброєння (допущення до експлуатації) нових зразків високотехнологічного ОВТ завдяки можливості їх кодифікації на підставі позитивних результатів випробувань, проведених виробником.

ПОШУК ПРИЧИН ПРОМАХІВ ПРИ ЛЬОТНИХ ВИПРОБУВАННЯХ НЕКЕРОВАНИХ РЕАКТИВНИХ СНАРЯДІВ, ОСНАЩЕНИХ ТЕЛЕМЕТРІЄЮ НА БАЗІ БІНС ТА АПАРАТУРИ СУПУТНИКОВОЇ НАВІГАЦІЇ

П.Г. Хорольський, к.т.н., с.н.с.
Державне підприємство “Конструкторське бюро “Південне” ім. М.К. Янгеля

Точність стрільби є однією із головних характеристик, що входить до

складу вимог до ракетного озброєння, яку при льотних випробуваннях треба оцінити і, за необхідністю, досягнути, якщо не відповідає зазначеним вимогам.

Наразі як оцінювати результати випробувань в цілому відомо. Проблема виникає при малому обсягу пусків, особливо, якщо їх не більше двох.

Доведення точності стрільби до необхідного рівня складає більш загальну проблему, бо, в разі невідповідності, обов'язково проводиться незалежно від обсягу випробувань. Ця проблема більш складна, бо потребує виявлення причин, число яких складає не менше десятка, а можливе число тестових пусків, як правило, обмежене і заздалегідь невідоме.

Це питання завжди актуальне, особливо для нових розробок. Його вирішення забезпечує насамкінець виконання вимог ТЗ та визначення шляхів покращення озброєння.

Мета доповіді полягає в означенні шляхів досягнення зазначеного результату і проблемних питань визначення причин невідповідності отриманої точності заданим вимогам для реактивних систем залпового вогню при малому заданому числі пусків і недостатній вимірювальній полігонній базі.

Прийняте число пусків некерованих реактивних снарядів (РС) дає пропорційний обсяг вимірювальної інформації, яке використовується при пошуку причин отриманих результатів. Для збільшення обсягу при малому числі пусків РС оснащують системами телеметричної інформації (ТМІ) на базі БІНС та апаратурою супутникової інформації (АСН) з передавачем.

БІНС включає вимірювачі позірного прискорення (ПП) і кутової швидкості (КШ), а використання АСН визначає радіус-вектори та вектори швидкості центру мас РС.

Промах РС на місцевості розкладають на відхилення від точки прицілювання по дальності і боковому напрямку.

Проблема визначення причин відхилення по дальності полягає в неспостережуваності (неможливості розрізнити) в зміні позірного прискорення впливу коефіцієнту сили аеродинамічного опору (КСАО), похибок формування сили тяги двигунної установки і розкидів маси конструкції та заряду палива.

На практиці в якості узгоджувального коефіцієнта використовують КСАО. Але в разі підвищеного недольоту виникає проблема наявності впливу кута атаки, який визначається непрямо, як кут прецесії, а

внаслідок недостатньої точності вимірювань також визначається досить неточно само ПП. Використання датчиків кута атаки спотворює аеродинамічну форму і тому неможливе. Крім того, використання БІНС недоцільно при оснащенні РС гальмівними пристроями, бо вони спотворюють виміри ПП та КШ внаслідок сильної вібрації.

Виявлення причин відхилень по боковому напряму ще проблематичніше, оскільки їхні функції впливу в плані і в залежності від дальності польоту мають однаковий лінійний характер.

Внаслідок великих перевантажень на активному відрізку траєкторії суттєво спотворюються дані АСН і їх неможливо використовувати.

Якщо порох дуже димний, то неможливо використання оптичних вимірювань при старті, що унеможливлює визначення кута і кутової швидкості вильоту РС із пускової труби.

В цілому, основною причиною бокових відхилень є наявність кута атаки внаслідок аеродинамічної, ракетодинамічної та вагової асиметрії, розрізнити які по даним ТМІ практично неможливо.

Якщо вдається оцінити кутове положення у зв’язаній системі координат РС площини кута атаки та/або площини дії збурюючого моменту, то, в разі його наявності до кінця польоту, можна відкинути дію ракетодинамічної асиметрії. Для визначення причин підвищених відхилень РС на місцевості необхідно проведення додаткових наземних випробувань збурюючих факторів.

Таким чином, основними проблемами при визначенні підвищених промахів є: недостатній склад інформації, що можна отримати при льотних випробовуваннях (бо необхідні ще наземні); спотворення інформації при оснащенні гальмівними пристроями; неспостережуваність збурюючих факторів внаслідок практичного збігу форм їхніх функцій впливу.

ЗАСТОСУВАННЯ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННОЇ РОЗВІДКИ

В.В. Яровенко
Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії

Сучасна війна – це багатовимірне протистояння, що охоплює не лише традиційні форми збройної боротьби, а й новітні технологічні рішення, які кардинально змінюють характер бойових дій. Основними

засобами сучасного збройного конфлікту є високоточне озброєння, автоматизовані системи управління, штучний інтелект, безпілотні системи та роботизовані комплекси. У таких умовах ефективність армії залежить не тільки від її чисельності та вишколу, а й від здатності інтегрувати нові технології.

Збройні Сили України, перебуваючи у стані повномасштабної війни, активно впроваджують складові сучасної війни у свої частини та підрозділи. В умовах сьогодення, новітні технологічні рішення стали невід'ємною складовою поля бою, зокрема у напрямках розвідки, управління, ураження, підтримки та забезпечення. Серед усіх інновацій особливо активно розвивається напрям роботизації, передусім – застосування наземних роботизованих комплексів (далі – НРК).

Стрімкий розвиток військових технологій сприяє появі НРК, які здатні виконувати широкий спектр завдань, таких як: транспортування вантажів, евакуація поранених, мінування місцевості, знешкодження вибухонебезпечних предметів, ураження противника тощо. Їх застосування дозволяє мінімізувати ризики для особового складу, підвищити ефективність виконання завдань та зменшити навантаження на підрозділи.

Особливої актуальності набуває застосування НРК в умовах, коли поле бою насичене як розвідувальними, так і ударними безпілотними літальними апаратами. У таких умовах перебування особового складу на передових позиціях, на відкритій місцевості чи під час виконання розвідувальних або логістичних завдань супроводжується постійною загрозою ураження. Таким чином, НРК є не лише ефективним інструментом, а й засобом збереження особового складу.

Окремим напрямом, що потребує особливої уваги, є використання НРК для оптико-електронної розвідки. На жаль, сьогодні Збройні Сили України практично не мають у своєму розпорядженні спеціалізованих наземних комплексів для виконання таких завдань. Ураховуючи високі ризики для розвідників та зростаючу загрозу з боку противника, доцільним є розроблення, випробування і сертифікація комплексів, здатних забезпечити якісне ведення оптико-електронної розвідки, не наражаючи особовий склад на небезпеку.

Під час розроблення і випробування НРК для оптико-електронної розвідки доцільно звертати увагу на досвід застосування подібних комплексів та основні тенденції, перспективи розвитку цього напрямку, основними з них є:

а) модульність конструкції НРК, яка передбачатиме можливість

швидкої зміни функціонального призначення платформи шляхом встановлення відповідного корисного навантаження;

б) застосування штучного інтелекту та автономних функцій для зменшення навантаження на операторів і прискорення процесу прийняття рішень у динамічній бойовій обстановці;

в) інтеграція кількох сенсорів в єдину оптико-електронну систему, яка забезпечуватиме можливість комплексного виявлення, ідентифікації та супроводу цілей у реальному часі, незалежно від погодних умов чи часу доби;

г) забезпечення стійкого багатоканального зв’язку, який дозволить уникнути втрати керування в умовах активного впливу засобів радіоелектронної боротьби;

д) застосування телескопічної щогли для встановлення на ній оптико-електронної системи, забезпечить підйом сенсорів на потрібну висоту, що значно збільшить зону огляду, особливо в умовах пересіченої або забудованої місцевості.

Таким чином, розроблення, випробування та сертифікація НРК для оптико-електронної розвідки з дотриманням наведених вище основних тенденцій та перспектив розвитку дозволить значним чином підвищити ефективність ведення оптико-електронної розвідки, не наражаючи особовий склад на небезпеку.

CURRENT ISSUES OF TESTING AND CERTIFICATION OF THE WEAPONS AND MILITARY EQUIPMENT OF THE LAND FORCES AND CERTAIN BRANCHES OF THE ARMS

I. Hrachov; V. Shevaha
State Scientific Research Institute
of Armament and Military Equipment Testing and Certification

The russian-ukrainian war, which has been going on for more than 3.5 years, puts forward new requirements for the processes of testing and certification of weapons and military equipment (hereinafter referred to as WME). The picture of the modern battlefield has changed radically, demonstrating the failure of most warfare concepts developed in previous years. For example, the appearance of unmanned aerial systems (UAS) over the battlefield, the so-called “small aviation”, as well as the rapid development of robotic systems in general, led to a review of the tactics of combat use of armored vehicles, their additional modernization in the direction of finding

ways to create protection against new threats from the air. In these conditions, the issues of testing and certification of WME are gaining particular importance in the context of the russian-Ukrainian war, rapid technological development and integration of our country into NATO standards. The Land Forces of the Armed Forces of Ukraine are the largest component of the Security and Defense Forces of Ukraine, therefore, for them, the issues of testing and certification of munitions, including those provided by partner states within the framework of logistical assistance, are becoming even more relevant. For example, the Armed Forces of Ukraine use 7 types of main battle tanks manufactured in Germany, Great Britain, the USA, Sweden, Slovenia, a significant number of other models of armored vehicles, artillery systems, and small arms. The issues of their testing and certification are a real challenge for Ukraine.

In the field of certification, it seems that the problem lies in the need to standardize and unify WME systems in accordance with NATO standards. However, most of WME systems that are in service with the Lannd Forces of the Armed Forces of Ukraine were developed according to Soviet standards (GOST, OST), which does not meet modern requirements for compatibility with NATO equipment. A significant step in standardizing certification processes was the designation of the State Scientific and Research Institute for Testing and Certification of Armaments and Military Equipment as the only state certification body with appropriate powers and the introduction of a simplified certification procedure for systems developed in NATO countries that meet STANAG requirements. However, the problem of STANAG incompatibility with the Soviet certification system, which applies to models developed during the USSR, remains. In view of this, it is advisable to overcome the lack of adaptation to NATO standards as soon as possible by revising the certification methodology taking into account the requirements of NATO standards. As a result, a transition to STANAG standards should be made, fire control systems, communications, compatibility of ammunition, software and interfaces should be adapted to them.

Given that a significant part of new models of WME are created by private enterprises, establishing cooperation with them is an extremely urgent issue. However, establishing such interaction faces a number of problems, such as the lack of a unified technical policy, insufficient volume of state orders for serial production, and conducting tests according to simplified schemes. In this regard, there is a need to introduce clear requirements and equal conditions for access to the market for state and private manufacturers.

Regarding the testing direction, it should be noted that the main problems, as it seems, are outdated test sites and their equipment, laboratories and methods not always adequate to real conditions of application of equipment. Under these conditions, it is possible to propose a new approach, namely conducting experimental operation directly in the combat zone. Combat

operations provide daily use of a specific sample of WME, which is the best way to test the effectiveness of the systems; at the same time it stimulates the updating of technologies. The advantage of such a solution is, of course, a quick and practical assessment of the effectiveness and survivability of equipment. But this approach will also contain risks, such as incomplete compliance with regulatory requirements, a high probability of sample loss, and risk to personnel. However, there are already positive examples of the implementation of such an approach. In particular, the "Test in Ukraine" program, implemented through Brave1, allows foreign manufacturers to transfer prototypes of systems for real combat testing. Lithuanian UAV manufacturer Granta Autonomy practices sending its own CEO to the combat zone to collect data, which contributes to faster improvement of systems under real combat conditions.

Significantly increase the effectiveness of the tests can also include the survivability of the sample and its maintainability under the field conditions. This can be achieved by conducting simulated or real tests taking into account the results of the analysis of losses at the front. Survivability, as a key criterion for assessing the suitability of the sample for use, should be included in the tests.

There is also a problem of staffing the testing institutions, which causes a shortage of qualified specialists (engineers, experts, testers). It is seen that this problem can be solved by training personnel in the field of testing in military universities, creating appropriate training programs.

It should be noted separately that the integration of digital systems and systems with elements of artificial intelligence (hereinafter AI) into the structure of WME has created a new challenge for the testing and certification system, namely: the need to test AI systems, UAVs, automated control complexes. Software certification is a separate component that requires new standards for assessing safety and reliability. The problem is the lack of a regulatory framework for testing integrated systems with AI and complex digital systems.

Active use of the international cooperation channel will allow access to advanced methods, obtain authoritative certificates in the event of certification abroad, and will facilitate the entry of Ukrainian WME into international markets.

Conclusions:

Testing and certification of WME of the Land Forces require a deep reform, adaptation to modern war conditions and integration with international practice. Ukraine has significant potential in the development of new equipment, but its high-quality implementation requires:

– a unified technical policy;

– unification of methods taking into account STANAG standards;

– financial support for manufacturers;

– investment in training, equipping testing centers;

– development of the scientific base: stimulation of research on combat diagnostics, survivability, counteraction to CEW, autonomy, etc.;

– introduction of combat experience into testing methodology;

– expansion of combat testing initiatives, in particular through Brave1, international partners.

The combination of scientific research, regulatory and methodological support and combat experience is becoming critically important in modern conditions. Ukraine has a unique research and testing potential, which can become the foundation for reforming the system of testing and certification of munitions.

APPROACH TO EFFECTIVE MANAGEMENT OF HTTP REQUEST FILTERS IN SIDECAR COMPONENTS

O. Kolomiitsev[1], Doctor of Engineering Science, Professor,
Honored Inventor of Ukraine; S. Bulba[1], PhD, Associate Professor;
S. Nosko[1]; N. Oliinyk[2]
[1]National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute";
[2]State Scientific Research Institute
of Armament and Military Equipment Testing and Certification

The rapid development of microservice architectures and cloud technologies is driving private companies to transition to multi-tenant systems, which allow them to simultaneously serve multiple isolated groups of users or customers (tenants). This transition contributes to a significant reduction in infrastructure costs, increased resource efficiency, and improved system scalability.

However, the implementation of multi-tenant architectures creates a number of technical challenges related to data isolation between tenants, query processing performance, and the stability of system components in high-load environments. Sidecar components play an important role in the functioning of microservice architecture, ensuring modularity, centralization, and flexibility of the system. One of the key aspects of sidecar operation is the use of mechanisms for processing incoming HTTP requests through a set of filters. Filters allow you to perform tasks such as data validation, access control, header modification, routing, and statistical evaluation of requests. Thanks to their use, it is possible to centralize important business logic at the sidecar level, eliminating the duplication of functional components in microservices.

However, the high volume of parallel requests and the specifics of multi-

tenant environments create difficulties in processing data streams in systems with sidecar components. Lack of filter optimization can lead to delays in request processing, overload of key system components, and potential errors in inter-tenant interaction.

An approach to effective management of HTTP request filters in sidecar components is proposed based on the following developments: mathematical models of filter operation, which allow estimating the time required to process requests and the interrelationships between filters; dynamic data caching mechanisms to optimize the performance of filters, which reduce the number of calls to external systems (authorization servers); data isolation strategies between tenants, integrated into the filter process, which minimize the risk of accidental access to other clients' data.

IMPROVED METHODOLOGY FOR EVALUATING THE SURVIVAL OF ANTI-AIRCRAFT WEAPONS

O. Kolomiitsev[1], Doctor of Engineering Science, Professor,
Honored Inventor of Ukraine;
O. Balabukha[2], PhD; V. Kitov[2], PhD; V. Chemerys[3]
[1]National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute";
[2]Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University;
[3]State Scientific Research Institute
of Armament and Military Equipment Testing and Certification

The survivability of air defense systems is characterized by the system's ability to maintain (quickly restore) its combat capability when the enemy uses various means of destruction. The survivability coefficient can be used as an indicator of the degree of combat capability preservation of an anti-aircraft unit.

However, in order to effectively counter small enemy unmanned aerial vehicles (UAVs), it is necessary to create a targeted countermeasure system that includes both an "active" component (engaging UAVs with fire on the ground and in the air) and a "passive" (non-fire) component.

Thus, improving the methodology for assessing the survivability of anti-aircraft weapons is a pressing scientific task.

The report analyzes known methods for ensuring the survivability of anti-aircraft weapons, as well as their advantages and disadvantages.

It has been determined that such methods focus primarily on determining the enemy's capabilities to detect weapon systems using reconnaissance and direct fire strikes. However, these methods do not sufficiently take into account

factors that affect survivability and the time factor.

There are also methods that assess the survivability of air defense systems, taking into account the duration of combat operations, using Markov random processes.

However, in order to obtain an accurate assessment of survivability, this method requires a significant amount of time for calculations by the relevant military command officials.

The methodology for assessing the survivability of anti-aircraft weapons has been improved, taking into account various models of enemy strikes and the maneuverability characteristics of the means of mobility (anti-aircraft missile system combat vehicle or mobile weapon system).

The methodology allows determining the necessary values required for calculating the accepted survivability indicator for anti-aircraft weapons.

METHOD OF INTELLECTUAL FORMATION OF TEST SCENARIOS FOR C++ LIBRARIES BASED ON Q-LEARNING AGENT

O. Kolomiitsev[1], Doctor of Engineering Science, Professor,
Honored Inventor of Ukraine; M. Hulevych[1]; H. Heiko[1], PhD;
A. Vlasov[2], PhD, Senior Researcher
[1]National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute";
[2]Training and Research Testing Ground
of High-Tech Armament and Military Equipment

The development of modern software involves the use of high-quality C++ libraries, which relies on effective testing. This approach is relevant for libraries that are rapidly evolving and used in various fields (high-performance computing systems, etc.).

Thus, the development of a method for the intelligent formation of test scenarios for C++ libraries based on a Q-learning agent is a relevant scientific task.

The report analyzes known methods for optimizing test sets that operate at the level of indivisible test scenarios, prioritizing their execution according to a given criterion and excluding redundant test scenarios from test sets. It also analyzes methods that involve building new test scenarios at the level of forming sequences of application programming interface (API) elements, but these require access to specifications for the valid use of such APIs.

A method for intelligent generation of test scenarios for C++ libraries based on a Q-learning agent is proposed. The method works in the absence of

formal specifications for valid API usage and allows reducing the size of the original test sets for such libraries without losing the specified testing efficiency characteristics. It uses a multi-level reward function that takes into account both the achieved branch coverage and the length of the generated scenario. The agent adapts to API calls without needing access to the source code of the tested library. The proposed method is implemented as part of the CIDER tool and tested on two open-source C++ libraries with different API types. With the help of the agent, scenarios were generated that demonstrate shorter length and higher coverage density compared to the original ones. For BitmapPlusPlus, the number of instructions in the test set was reduced by 2 times, and for Hjson – by 3 times, improving code coverage. Among the action selection strategies, the best results are demonstrated by the greedy QLG3 agent and the Boltzmann QLB2 agent. The results of the study demonstrate the promise of reinforcement learning approaches in TSO test set optimization tasks for complex systems with rich interfaces, such as C++ libraries.

METHOD FOR OPTICAL AND VISUAL INSPECTION OF AIRCRAFT STRUCTURAL ELEMENTS

O. Kolomiitsev[1], Doctor of Engineering Science, Professor,
Honored Inventor of Ukraine;
V. Komarov[2], PhD, Senior Researcher, Honored Inventor of Ukraine;
A. Katunin[3], PhD, Senior Researcher; O. Filippenkov[4], PhD
[1]National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute";
[2]Kruty Heroes Military Institute
of Telecommunications and Information Technology;
[3]Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University;
[4]Training and Research Testing Ground
of High-Tech Armament and Military Equipment

Ensuring high efficiency in the use of aircraft for various purposes is related, on the one hand (internal factors), to the normal operation of automated control and regulation systems, digital computers, and various types of elements, assemblies, units, products, etc., and on the other hand (external factors) with maintaining the integrity of aircraft structural elements to determine airworthiness. The tasks of aircraft maintenance and repair include servicing and restoring not only failed equipment, but also identified degradation processes (fatigue and corrosion).

Thus, the development of a method for optical and visual inspection of

aircraft structural elements is a pressing scientific task.

The report analyzes known methods of optical-visual inspection of aircraft structural elements, as well as their advantages and disadvantages. The proposed method of optical-visual inspection of aircraft structural elements is a relevant scientific task.

The method is based on the use of copter-type unmanned aerial vehicles (UAVs) that provide an overview of aircraft structural elements. By placing video cameras on the UAV in three directions, a three-dimensional view of the aircraft structural elements is provided without changing the horizontal position of the UAV body.

The proposed method allows for the timely detection of cracks, corrosion, and structural damage (destruction of structural elements) so that measures can be taken to eliminate the detected defects.

The use of flaw detection methods at various stages of aircraft operation provides, as the most important direction of diagnostics, monitoring of the development of acceptable material damage during aircraft operation and, on this basis, forecasting the overall performance of the aircraft.

METHOD FOR TRANSMITTING LARGE VOLUMES OF DATA OVER NETWORK COMMUNICATION CHANNELS BASED ON LASER RADIATION

O. Kolomiitsev[1], Doctor of Engineering Science, Professor,
Honored Inventor of Ukraine;
O. Liubchenko[1]; V. Panchenko[1]; R. Oliinyk[2]
[1]National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute";
[2]State Scientific Research Institute
of Armament and Military Equipment Testing and Certification

Data transfer is a key process that ensures information communication and interaction in various spheres of human activity. Modern information technologies, such as the Internet, social networks, etc., have significantly changed the ways and means of data transfer. They allow instant data transfer around the world and provide high-quality access to the necessary information.

Thus, information technologies improve and create both ways and methods of data (information) transmission and means for increasing the volume of transmitted data.

Thus, the development of a method for transmitting large volumes of data over network communication channels based on laser radiation is a relevant

scientific task.

The report examines the data transmission system as a set of means used to transmit information. An analysis of existing network communication channels, their advantages and disadvantages is provided. It is noted that fiber optic communication can provide high data (information) transfer speeds. The use of wireless communication allows data transfer channels to be formed in areas with difficult geographical conditions where laying fiber optic trunk lines is impossible (economically impractical).

A method for transmitting large volumes of data (information) via network communication channels for fiber-optic cable technology and wireless atmospheric optical line technology is proposed. This method is based on the use of single-mode multi-frequency with synchronization of longitudinal modes of radiation from a single laser transmitter. The basic formulas for calculating the parameters of multi-mode laser radiation are given. Block diagrams of the data transmission channel formation device are presented. A narrowband Fabry-Perot interferometer tuned to the signal of the selected longitudinal mode (carrier frequency) or their combinations is selected as the basis for each of the optical channels of the device. The proposed method allows data (information) to be transmitted over long distances, including solving the "last mile" problem.

IMPROVING THE EFFICIENCY OF METHODS FOR PLANNING THE FLIGHT TRAJECTORIES OF UNMANNED AERIAL VEHICLES BASED ON MACHINE LEARNING TECHNOLOGIES

O. Kolomiitsev[1], Doctor of Engineering Science, Professor,
Honored Inventor of Ukraine;
I. Rudakov[1]; V. Kolomiitsev[1]; I. Yachna[2]
[1]National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute";
[2]Training and Research Testing Ground
of High-Tech Armament and Military Equipment

The increase in the number of unmanned aerial vehicles (UAVs) used to perform everyday tasks in modern cities leads to a higher density of flights, especially at low altitudes above buildings. Consequently, the number of air conflicts-situations where the trajectories of two or more UAVs come dangerously close to an obstacle below the minimum permissible distance-will occur much more frequently than in manned aviation. Under such conditions, traditional air traffic control methods do not guarantee an adequate level of safety.

Thus, ensuring the safety of UAV flights by preventing collisions is of paramount importance.

Currently, the concept of dynamic density corridors D2-C2 is a promising solution. It involves organizing airspace into dynamic segments (volumes) and high-speed corridors according to predefined rules for geo-orientation of flights. Dynamic segments allow for quick and flexible restructuring of airspace depending on current traffic density and UAV characteristics, while corridors with fixed directions of movement organize their flows so that they fly in agreed directions, reducing the likelihood of head-on collisions.

It is proposed to introduce means of predicting possible conflicts based on machine learning technologies to improve the efficiency of UAV flight path planning methods. The essence of the introduction is to anticipate potentially dangerous encounters in advance during the flight planning and execution stages and to dynamically adjust the UAV flight path to avoid collisions.

A neural network model has been developed that uses data on the current flight of the UAV and the surrounding environment to predict the risk of collision with obstacles (both static and moving) at a given interval.

The existing trajectory planning method (based on the D2-C2 concept) has been improved by integrating a conflict prediction module using an LSTM network.

IMPROVED MODEL OF RADIO HEAT EMISSION FROM AN OBJECT

V. Kudriashov[1], PhD, Senior Researcher;
O. Kolomiitsev[2], Doctor of Engineering Science, Professor,
Honored Inventor of Ukraine;
T. Kulieshova[3]; A. Lernatovych[4]
[1]O.Ya. Usikov Institute for Radiophysics and Electronics
of the National Academy of Sciences of Ukraine;
[2]National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute";
[3]Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University;
[4]State Scientific Research Institute
of Armament and Military Equipment Testing and Certification

It is known that heated bodies (objects) emit light, infrared, and ultraviolet waves, the intensity of whose thermal radiation continuously changes. At the same time, the magnitude and speed of change are unpredictable. That is, thermal radiation differs from the radiation generated by:

– thermal radiation occupies a very wide range of wavelengths;

– the power and spectral density of thermal radiation are not constant and fluctuate continuously.

Thus, improving the model of radio thermal radiation of an object is a relevant scientific task.

The report examines the characteristics of thermal radiation from objects in the radio range. It is noted that thermal radiation from objects differs from generated radiation in that thermal radiation occupies a very wide range of wavelengths. Its power and spectral density fluctuate continuously.

The physical essence of thermal radiation of various substances and objects is revealed. The main laws of thermal radiation are analyzed. Calculations of the spectral density of radiation of an object depending on its frequency and temperature are presented.

The model of radio thermal radiation of an object has been improved. The model is presented in the form of total radiation from several tiny elementary antennas powered by noise currents distributed throughout the volume of the radiator. It has been noted that radio heat radiation is caused by ultra-high frequency noise currents.

The intensity of radiation depends on the electrical characteristics of the radiating objects: conductivity and dielectric permeability. The conductivity of an object largely determines its absorption properties. Moreover, the better an object absorbs the energy of external radiation, the better it is as a thermal emitter.

UNIFIED STRUCTURE OF COMBAT MODULES

G. Nikiforov; O. Cherednikov, PhD in Engineering, Associate Professor;
V. Chupryna, Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor; T. Badyor
State Scientific Research Institute
of Armament and Military Equipment Testing and Certification

The unification of combat remotely controlled modules for machine guns is an important direction in the development of the design process of modern weapons, which allows not only to increase the effectiveness of firepower, but also to optimize production, logistics, maintenance and training of personnel. Taking into account the wide use of different types of machine guns (light, medium, large-caliber), as well as the variety of combat platforms (armored vehicles, pickup trucks, boats, stationary posts, drones), the unification of modules is a condition for the effective use of resources in combat conditions.

Unification allows you to create a single type of module that is easily adapted to various modifications of machine guns (PKM, M240, NSV, M2 Browning and others), grenade launchers or even anti-tank missile systems. This is achieved through universal mounting units, interchangeable mounts and weapon mounts, which ensure compatibility without the need for a global change in the entire design of the module. This is important not only at the stage of weapons deployment, but also during operation in the combat zone, when there may be a need to quickly change the type of weapon on the platform due to combat losses or the specifics of the tasks.

Equally important is the unification of electronic and software solutions. The same control panel, software, guidance, stabilization and optics systems are used regardless of the type of machine gun installed. This significantly simplifies operator training, reduces the need for specialized technical personnel and increases the combat readiness of units. Standardization of interfaces allows for easy integration of modules into the overall Battle Management System (BMS), including coordination with drones, reconnaissance, artillery and other firepower.

A key area of unification is the modularity of the design. Modern remotely controlled modules are created according to the “Lego” principle, which allows them to be easily configured depending on the mission: you can install a thermal imaging camera instead of conventional optics, replace a machine gun with a grenade launcher, add a laser rangefinder or satellite antenna. This provides flexibility and adaptability of the system to changing combat situations or theaters of operations. For example, in urban combat conditions, one configuration may be required, and in open terrain - a completely different one.

Simplification of production and logistics processes is also important. If components are standardized, it is possible to mass-produce modules with a high level of standardization, which allows reducing the cost of a unit of production and optimizing stocks of spare parts and consumables. This is critically important in conditions of prolonged combat operations, when constant repair and maintenance of equipment becomes an everyday necessity. For example, if one module is damaged, it can be easily replaced with a similar one, regardless of which platform it was previously used on. Unification has become particularly relevant in the context of modern wars, where mobility, speed of response and adaptability of systems are of crucial importance. Ukrainian experience of large-scale war has shown that the ability to quickly adapt weapons to available resources and specific tasks is often a decisive factor in the effectiveness of units. That is why national manufacturers are

actively implementing the principles of unification in their developments. For example, the combat modules “Shablya”, “Kresalo”, “Iva” or “Desna” are capable of operating with a wide range of weapons and platforms without the need for significant re-equipment.

At the same time, the experience of NATO armies confirms that the unification of combat modules is not only a technical but also a strategic advantage. It ensures interchangeability within the framework of coalition operations, a unified logistics and support system, and also simplifies the export and integration of weapons into other armies.

Thus, the unification of remotely controlled combat modules for machine guns is not just a matter of convenience or economy, but an important factor in increasing the combat capability, flexibility and resilience of military systems in modern and future conflicts. It opens up new opportunities for technical improvement, integration into the digital battlefield, as well as for the development of the defense-industrial complex.

СЕКЦІЯ 2

“АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ВИПРОБУВАНЬ І СЕРТИФІКАЦІЇ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ПОВІТРЯНИХ СИЛ”

Керівник секції: полковник Ю.О. Камак
Секретар секції: підполковник Т.В. Паращенко

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ БОРОТЬБИ З ВОРОЖИМИ БПЛА ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ МІЛІТАРИЗОВАНИХ ЛЕГКОМОТОРНИХ ЛІТАКІВ

В.Г. Башинський, д.т.н., проф., Заслужений діяч науки і техніки України, академік Академії технологічних наук України;
Ю.О. Камак; Н.М. Пантєлєєва, д.е.н., к.т.н., проф.
Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Характер повномасштабної військової агресії росії проти України зазнає серйозних змін через активне використання агресором БпЛА типу “Шахед”,“Орлан” і “Суперкам”. Аналіз застосування мобільних вогневих груп (МВГ) для боротьби з ними показав їх недостатню ефективність. Тому, постало завдання пошуку альтернативних засобів знищення ворожих БпЛА.

Набуття першого позитивного досвіду використання для цих цілей легкомоторних літаків Як-52 зумовило створення в СВ ЗСУ спеціальної ескадрильї, поставило завдання прискорення проведення контрольних випробувань літака Як-52 з бортовим стрілецьким озброєнням і прицільним пристроєм у бойових умовах. Дотримуючись принципу “ворога потрібно знати в обличчя”, відмітимо, шо агресор провів модернізацію навчально-тренувального Як-52 для знищення БпЛА. Корисне навантаження модернізованого Як-52Б2 включає радіолокаційну станцію (РЛС) кругового огляду та напівавтоматичний карабін 12-го калібру. РЛС може працювати у варіантах “повітря-повітря”, “повітря-земля”, а також як метеолокатор. Як-52Б2 має бортовий комп’ютер, сучасний пілотажно-навігаційний комплекс, який дозволяє виконувати польоти вдень і вночі в різних метеоумовах. Крім використання

легкомоторних літаків Як-52 для знищення ворожих БпЛА, висунуто пропозицію створення у складі ПС ЗСУ окремої експериментальної ескадрильї зі Cessna 208/AT-6. Передбачається їх закупівля в США та країнах ЄС, отримання від країн-партнерів в рамках міжнародної військово-технічної допомоги, закупівля у офіційного постачальника. Пропонується проведення дослідницьких випробувань літаків Cessna-172, Diamond DA-42 NG і DA-40, а також мілітаризованих вітчизняними підприємствами оборонно-промислового комплексу літаків L-410 і АН-28 щодо застосування стрілецької зброї, визначення оптимальних тактичних прийомів боротьби з ворожими БпЛА.

Проведена попередня оцінка потенційної результативності і ризиків застосування засобів ураження (ЗУ) з урахуванням конструктивних особливостей, допустимої маси корисного навантаження (КН) на легкомоторних літаках означених вище типів, показала, що найбільш реальним є встановлення авіаційних турелей на Diamond DA-42 NG, адже вони мають два двигуни, допускають КН ~500 кг, що дозволяє встановлювати підвісні дистанційно-керовані турелі типу FN RMP/FN Herstal (Бельгія) і Aselsan SARP-L (Туреччина), ПЗРК типу “Ігла”, “Стінгер” (у підвісному модулі), інші засоби боротьби (РЕБ-модулі, модуль з сітковим перехопленням та ін.). Вони будуть ефективні проти легких БпЛА, FPV-дронів або конверсійних БпЛА. Обмежену можливість мають Як-52 (КН ~300 кг) і Diamond DA-40 (КН ~400 кг). Для Як-52 при встановленні кулеметної турелі для ПКМ/КТ 7.62 слабким місцем є ручне керування нею та ймовірність зміщення центру мас при її встановленні. Оптимальним може бути розміщення турелі за інструкторською кабіною або фіксовано на спеціальному кріпленні під крилом або фюзеляжем. На літаках Diamond DA-40 також можуть виникнути певні проблеми при застосуванні за варіантами: підвісного модуля ПКМ/КТ-7.62 – складність наведення та низька ефективність ураження маневрених цілей; верхньої турелі з ПКМ/КТ-7.62 – погіршення аеродинаміки і безпеки екіпажу; ПЗРК типу “Ігла”, “Стінгер” – складність використання на швидкості. Для літаків типу Cessna (КН ~350 кг) за певних варіантах встановлення ЗУ варто враховувати обмеження в частині слабкості планера та виникнення ризику зміщення центру мас. Прийнятну ефективність літаків типу Cessna, але за умови суттєвих доопрацювань при їх мілітаризації, може туби досягнуто при встановлені підвісного контейнеру із кулеметом або ПЗРК під крилом на доопрацьованій балці. При встановлені навісної ручної або напівавтоматичної турелі малого калібру на даху фюзеляжу або у вікні правого боку літака може зумовити високий ризик

дестабілізації, що обмежить ефективність літаків у боротьбі з ворожими БпЛА. Достатній потенціал міцності і КН мають Ан-28 і L-410, щоб нести навіть комбіновані системи з дистанційно-керованими турелями та підвісним озброєнням (кулемети калібру 7.62 мм і 12,7 мм, ПЗРК, РЕБ-модулі), але обов'язкові заходи з балансування літаків і перевірки аеродинаміки після монтажу цих засобів.

Отже, рішення щодо застосування мілітаризованих легкомоторних літаках для боротьби проти ворожих БпЛА, на наш погляд, повинно спиратися на результати проведення дослідницьких випробувань. Крім того, важливо врахувати наявність технічної документації і тривалість погодження внесення змін до неї для проведення мілітаризації літаків, складність подальшої їх сертифікації (особливо для літаків зарубіжного виробництва), відсутність запасних частин і комплектуючих для Як-52 (радянська спадщина), а також економічну доцільність їх експлуатації через оцінювання вартості 1 год польоту, яка включає, поряд з іншими, витрати на мілітаризацію/купівлю літаків.

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ГРАФІВ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ ЗВ'ЯЗКУ ПОВІТРЯНОГО КОМАНДУВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ MESH-МЕРЕЖ

О.В. Білоус[1]; А.А. Засядько[2], д.т.н., проф.; В.В. Стригун[2]
[1]Національний університет оборони України;
[2]Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Сучасні умови ведення бойових дій вимагають високої ефективності, постійної готовності, стійкості, мобільності, пропускної спроможності та розвідзахищеності систем зв'язку, особливо у підрозділах Повітряного командування. Однією з перспективних технологій, що активно впроваджується, є mesh-мережі. Завдяки своїй децентралізації, вони демонструють стійкість до зовнішніх впливів, швидке відновлення маршрутизації та адаптивність до змін у топології мережі. Водночас, для забезпечення їх подальшого впровадження на рівні бойових підрозділів необхідно мати чіткі методики оцінювання ефективності їх функціонування.

Метою дослідження є розробка підходу до оцінювання ефективності функціонування систем зв'язку Повітряного командування із

застосуванням технології mesh-мереж на основі методу графів.

Метод графів дозволяє здійснювати формалізоване моделювання систем зв’язку, в яких вузли мережі розглядаються як вершини графа, а канали зв’язку – як його ребра. Такий підхід відкриває можливість застосовувати графові алгоритми для кількісного аналізу основних характеристик мережі, зокрема:

– надійність мережі – через кількість альтернативних маршрутів або ймовірність збереження зв’язку при виході вузлів з ладу (метрики зв’язності);

– пропускна здатність – через аналіз максимальної потужності потоку даних між джерелом і приймачем;

– затримка повідомлень – як мінімальна довжина шляху між вузлами з урахуванням ваг ребер;

– стійкість до відмов – через виявлення критичних вузлів або каналів, від яких залежить цілісність мережі.

Для реалізації підходу можуть бути використані такі алгоритми:

– алгоритми мінімального шляху (Дейкстри, Беллмана-Форда) – для моделювання маршрутизації та затримки;

– алгоритм Форда-Фалкерсона – для обчислення максимальної пропускної здатності;

– алгоритми пошуку компоненту зв’язності – для аналізу живучості мережі;

– методи кластеризації – для оптимізації структури управління трафіком.

У контексті застосування в системах Повітряного командування, метод графів дозволяє:

– моделювати процес автоматичної маршрутизації;

– оцінювати вплив змін у топології на ефективність мережі;

– виявляти вузькі місця в мережі, що потребують посиленого контролю;

– аналізувати ефективність функціонування мережі за допомогою моделювання сценаріїв у реальних і змодельованих умовах.

Оцінювання ефективності передбачає послідовне проходження етапів:

1. Формалізація топології системи у вигляді графа.
2. Збір даних про параметри вузлів і каналів.
3. Розрахунок ключових метрик із використанням відповідних графових алгоритмів.
4. Аналіз результатів для виявлення критичних ділянок і розробки

рекомендацій щодо покращення мережі.

Метод графів є універсальним інструментом для комплексного оцінювання ефективності функціонування систем зв'язку військового призначення. Його застосування у дослідженні для оцінювання ефективності функціонування системи зв'язку Повітряного командування з використанням технології mesh-мереж дозволяє формалізовано визначати слабкі місця, прогнозувати вплив змін у топології, а також підвищувати стійкість і надійність комунікаційної інфраструктури. Подальші дослідження повинні бути спрямовані на автоматизацію процедур побудови графових моделей, створення програмного забезпечення (спеціалізованих програмних засобів) для швидкого аналізу, а також інтеграцію цих підходів у процеси випробування і сертифікації засобів зв'язку Збройних Сил України.

ВПРОВАДЖЕННЯ НОВІТНІХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ ПОВІТРЯНИХ СИЛ

А.А. Булгаков, д.філос.; Н.О. Бурчак
Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України

Тема доповіді присвячена актуальним питанням випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки Повітряних Сил України. Вибір теми зумовлений динамічними змінами в тактиці застосування повітряних загроз і необхідністю швидкого ухвалення рішень на основі достовірної інформації. Актуальність проблеми полягає у потребі підвищення оперативності та ефективності процесів прийняття нових зразків озброєння і військової техніки в умовах сучасної війни. Метою доповіді є характеристика проблем сучасних систем бойового управління повітряною обороною і представлення сучасних цифрових рішень, що забезпечують інтеграцію та оперативність дій у повітряному просторі.

Одним із ключових аспектів підвищення ефективності повітряної безпеки є впровадження цифрових систем, які підтримують інтеграцію з союзницькими структурами. Традиційні автоматизовані системи бойового управління, такі як "Ореанда", хоча і оновлюються, не повністю відповідають сучасним вимогам інтеграції, мають недостатню швидкість оновлення даних та обмежену адаптивність, особливо в умовах активного застосування радіоелектронної боротьби.

У відповідь на ці виклики була створена цифрова система ситуаційної обізнаності SkyMap, розроблена українськими

ІТ-волонтерами та військовими фахівцями в період 2022–2023 років. Вона здатна інтегрувати різнорідні джерела інформації, має високий рівень кіберзахисту та сумісність із системами НАТО. Основною перевагою SkyMap є висока мобільність і можливість роботи безпосередньо в бойових умовах, що підтверджено її застосуванням у Києві під час виявлення та відстеження безпілотних літальних апаратів типу Shahed-136.

Порівняльний аналіз вказує, що російські системи протиповітряної оборони мають більшу вертикальну інтеграцію, проте недостатню адаптивність до сучасних динамічних бойових умов та не підтримують інтеграцію з НАТО. Українські ж підходи базуються на концепції мережево-центричної війни, де гнучкість, ситуаційна обізнаність та інтеграція з міжнародними партнерами є пріоритетними. Це підтверджується впровадженням інтерфейсів, сумісних як із західними, так і з радянськими зразками техніки.

Особливо важливою є співпраця з країнами НАТО з метою створення спільних платформ обміну інформацією, що значно підвищить оперативність прийняття рішень і адаптивність до змін у бойовій обстановці.

Отже, в умовах сучасних викликів підвищення ефективності повітряної безпеки неможливе без впровадження цифрових систем, сумісних із системами союзників, здатних швидко інтегрувати і аналізувати різнорідні дані. SkyMap є прикладом вітчизняного інноваційного рішення, яке успішно доводить свою ефективність у бойових умовах. Україна обирає шлях мережево-центричної війни, що забезпечує гнучкість, оперативність і високу якість ситуаційної обізнаності. Співпраця з міжнародними партнерами сприятиме подальшому розвитку ефективних інструментів для протидії сучасним загрозам у повітряному просторі.

СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ КРОКОВИМ ДВИГУНОМ В РЕЖИМІ ДРОБЛЕННЯ КРОКУ БЕЗ ПЕРЕПРОГРАМУВАННЯ КОНТРОЛЕРА

О.Л. Бурсала, к.т.н., с.н.с.; О.О. Бурсала
Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Для електроприводів механізмів позиціонування з малим прискоренням і постійним навантаженням застосовують крокові двигуни

(КД), які без зворотного зв'язку в режимі оперативного дроблення кроку забезпечують точне регулювання і позиціонування виконавчого органу. Режими дроблення кроку (повнокроковий, напівкроковий, мікрокроковий) задає програмований контролер системи управління електроприводу.

В процесі позиціонування необхідно забезпечити точне переміщення виконавчого органу механізму до заданої позиції без коливань зусилля. В розімкненій системі електроприводу з КД ці вимоги можна виконати в режимі послідовного дроблення кроку, що дозволяє зафіксувати ротор у будь-якій позиції без коливань моменту. Дроблення кроку призводить до зниження моменту двигуна і до підвищення плавності регулювання.

У відомих роботах наведений опис управляючого контролера системи управління КД, який виконано у вигляді дороговартісної замовної мікросхеми, але можливості її системи управління з зміни коефіцієнта дроблення кроку обмежені. Застосування мікроконтролера замість замовної мікросхеми дозволяє реалізувати всі можливі режими роботи КД з збереженням проблеми складності програмування мікрокрокових режимів. Формування імпульсних послідовностей для живлення обмоток КД здійснюється за допомогою програмованого таймера. Зміна коефіцієнта дроблення кроку в цій системі можлива внаслідок його перепрограмування. Існує проблема необхідності розробки систем управління КД, які дозволяють змінювати коефіцієнт дроблення кроку без перепрограмування управляючого контролера з метою забезпечення максимальної швидкості роботи коду і мінімальної витрати процесорного часу мікроконтролера.

Недоліки існуючих систем управління КД в режимі мікрокроку являються наслідком застосування табличного методу задання форм імпульсів напруги живлення в пам'ять контролера. Для цього краще використовувати ряд Фур'є на основі дискретних ортогональних функцій Уолша.

Проведені розрахунки показали, що апроксимація синусної функції табличним способом з похибкою 0,25 % вимагала врахування або її 64 дискрет, або апроксимації 16-ма функціями Уолша. При рівності кількості відліків функції кількості апроксимованих функцій Уолша помилка апроксимації дорівнюватиме нулю в точках, номера яких є двійково-раціональними числами.

Оскільки за інтервалами дискретності елементи матриці Уолша дорівнюють ±1, то при обчисленні амплітуд функцій Уолша операція множення під інтегралом усувається, що призводить до шуканого

результату без великих витрат часу.

Режим роботи КД задається величиною коефіцієнта дроблення кроку. Зниження коефіцієнта дроблення кроку наближає напругу живлення КД і струм до синусоїдальної форми, що призводить до зниження втрат в електродвигуні. Фазна напруга біполярного КД є непарною функцією, тому в ряду розкладання відсутні парні функції Уолша. В уніполярному КД половина значень напруги за інтервалами дискретності дорівнюють нулю. Це скорочує обсяг таблиць в пам’яті контролера без збільшення складності їх розшифрування.

Запропонована цифрова система управління КД в режимі дроблення кроку реалізує програму послідовного дроблення кроку з можливістю повторення будь-якого з запрограмованих коефіцієнтів дроблення кроку. На початковій ділянці процесу позиціонування для збільшення швидкодії реалізуються повнокрокові або напівкрокові режими, а з наближенням до заданої позиції можливий перехід на мікрокрокові режими, що забезпечить плавність регулювання і точну фіксацію кінцевого положення робочого органу механізму позиціонування.

В аналоговій системі управління КД перебудова дроблення кроку здійснюється регулюванням коефіцієнтів передачі підсумовуючих підсилювачів по кожній функції Уолша.

Аналогова система є універсальною, так як дозволяє сформувати найскладніший закон управління силовим перетворювачем, який живить електродвигун точної системи регулювання на борту літального апарату.

В точних електроприводах літальних апаратів складовою частиною безколекторного двигуна постійного струму являються автономні інвертори з широтно-імпульсною модуляцією вихідної напруги за синусоїдальним законом. При цьому виникає проблема стабілізації низької частоти зміни синусоїдальної модулюючої функції, яку дозволяє вирішити аналогова система управління, в якій високу частоту тактового генератора можна стабілізувати за допомогою кварцу з наступним її діленням і формуванням функцій Уолша з низькою стабільною частотою слідування. В результаті їх підсумовування з відповідними ваговими коефіцієнтами можна отримати квазісинусоїдальну модулюючу функцію з низькою стабільною частотою зміни. При цьому підсумовуються тільки ті чотири функції Уолша, що мають найбільші амплітуди, що дозволяє отримати вихідну напівсинусоїду з середньоквадратичною похибкою, яка не перевищує 3 %.

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ РОЗМІРІВ ЗОНИ НЕБЕЗПЕКИ ПРИ ПРОВЕДЕННІ СТРІЛЬБ ЗЕНІТНИМИ АРТИЛЕРІЙСЬКИМИ КОМПЛЕКСАМИ ІНОЗЕМНОГО ВИРОБНИЦТВА

О.І. Ведмідь[1], к.т.н., доц.; І.А. Нос[1], к.т.н.; К.К. Кулагін[1], к.т.н., с.н.с.; О.П. Губарєва[1]; В.В. Стригун[2]
[1]Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба;
[2]Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Вибір полігону для проведення випробувань зенітних артилерійських комплексів (ЗАК) іноземного виробництва, що надходять на озброєння Сил оборони України з інших країн для відбиття агресії російської федерації, організація відповідних випробувань, проведення навчань з бойовою стрільбою бойових обслуг, підрозділів, що мають відповідне озброєння, потребує визначення зон небезпеки цього озброєння. Відома Стандартна методика не має відповідного розділу, її розділ, що призначений для визначення зони небезпеки артилерійського озброєння, не враховує специфіку зенітного озброєння.

Сучасне зенітне артилерійське озброєння є автоматичним – відповідні технічні засоби без втручання операторів визначають необхідні дані для проведення стрільби. Відпала необхідність в таблицях стрільби. Крім того, відсутні алгоритми підготовки даних для ведення стрільби. Відсутні також аеродинамічні характеристики зенітних снарядів. Внаслідок цього виникають проблеми щодо розрахунку максимальних відстаней польоту снарядів зенітної артилерії в конкретних (типових або найгірших щодо безпеки) умовах.

Таблиці стрільби для ЗАК, що залишилися Збройним Силам України в спадок від колишнього СРСР, розраховувалися на Нормальну артилерійську атмосферу (НАА), визначену ще в 1927 році. Ця НАА застосована в відомому стандарті, що стосується розрахунку траєкторії руху некерованих засобів ураження, у тому числі й артилерійських снарядів. В західних країнах використовується стандартна атмосфера, яка є міжнародним стандартом, та більш точно завдає параметри атмосфери для розрахунку руху літальних апаратів.

В практиці розрахунків руху артилерійських снарядів їх аеродинамічні характеристики задавалися функцією опору повітря 1943 року або 1958 року та коефіцієнтом форми, якій є функцією кута кидання та числа Маха.

При відсутності інших аеродинамічних й інерційних характеристик рух снаряда приблизно описують рухом точки з відомою масою та початковою швидкістю. Внаслідок технологічних допусків на виготовлення снаряда, пороху та інших складових вистрілу, зношеності ствола гармати маса снаряда та його початкова змінюються від вистрілу до вистрілу.

Використовувався такий порядок визначення максимальної безпечної відстані. За даними щодо траєкторій руху снарядів відповідного ЗАК, що доступні в інтернеті, оцінюється коефіцієнт форми снаряда для функції опору повітря 1943 року для максимальної відстані стрільби для табличних значень маси та його початковій швидкості. Врахування можливого зменшеного тиску повітря робиться введенням віртуальної висоти розташування ЗАК відносно рівня моря. Зі збільшенням температури повітря для того же тиску, як слідує з закону Клапейрона, густина повітря знижується, що призводить до зменшення опору та зростання дальності польоту снаряду. Відповідне врахування робилося введенням поправки до балістичної температури та перерахунком віртуальної висоти. Для найгіршого випадку для максимальній маси снаряда, табличної швидкості, мінімального тиску повітря та максимально можливої температури при проведенні стрільб підбором відповідного кута кидання визначається максимальна дальність польоту снаряда. Остання з коефіцієнтом збільшення (наприклад 25 %) на невизначеність вихідних даних використовується в якості максимальної безпечної відстані. Отримана відстань повинна бути перевірена на відповідному полігоні відеореєстрацією в нічний час стрільбою трасувальними снарядами. Вважаємо доцільним мати психологічний запас до межи зони небезпеки від максимальній відстані польоту снарядів 1,5 – 2 км.

МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ РОЗВІДКИ ПОВІТРЯНОГО ПРОТИВНИКА В НАСТУПАЛЬНІЙ ОПЕРАЦІЇ ОПЕРАТИВНОГО УГРУПОВАННЯ ВІЙСЬК (СИЛ)

М.В. Веровок[1]; В.В. Бондар[1], д.філос.; О.В. Юла[2]; Е.І. Цуря[2]
[1]Національний університет оборони України;
[2]Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Під час проведення наступальної операції оперативного угруповання військ (сил) велику роль відводиться завоюванню переваги у повітрі та

створенню сприятливих умов для дій наступального угруповання. Одним із важливих завдань є протиповітряна оборона важливих об'єктів та військ від ударів засобів повітряного нападу (ЗПН) противника.

Проте, аналіз досвіду функціонування систем розвідки повітряного противника, що створювались для проведення наступальних операцій, дозволяє стверджувати про недостатню ефективність їх функціонування. Одними із причин цього є неврахування під час проведення планування операцій, особливостей функціонування цієї системи в сучасній наступальній операції.

Таким чином, виникає актуальне завдання, яке полягає в необхідності пошуку шляхів забезпечення потрібної ефективності функціонування системи розвідки повітряного противника в наступальній операції.

Для пошуку шляхів усунення вищеназваних причин було застосовано відповідний науково-математичний апарат, який дозволив провести оцінювання ефективності функціонування системи розвідки повітряного противника в наступальній операції та дослідити залежність функціонування цієї системи від зазначених факторів.

Було обрано відповідні показники оцінювання ефективності функціонування системи розвідки повітряного противника в наступальній операції ОУВ (с).

У доповіді наведена методика оцінювання ефективності функціонування системи розвідки повітряного противника в наступальній операції оперативного угруповання військ (сил), що дозволяє ураховувати особливості функціонування цієї системи в сучасній наступальній операції. Система розвідки повітряного противника розглянута як складна система військового призначення організаційного типу, що дало змогу при дослідженні її функціонування використати системний підхід, який передбачає декомпозицію системи на її складові. В доповіді проведено декомпозицію процесу функціонування системи розвідки повітряного противника в наступальній операції проведена за функціональною ознакою, тобто відповідно до бойових завдань.

Бойові завдання розглянуті, як сукупність елементів (процесів), призначених для опису конкретного класу бойових завдань у наступальній операції.

У відповідності з цим функціонування системи розвідки повітряного противника можна представити як сукупність дій його елементів, підпорядкованих єдиній кінцевій меті, а саме забезпеченні своєчасного виявлення та видачі інформації про повітряні об'єкти з потрібних

рубежів, яка необхідна для завоювання переваги в повітрі.

Методика дозволяє оцінити ефективність функціонування систем розвідки повітряного противника в наступальній операції з урахуванням особливостей функціонування цієї системи в наступальній операції.

ВИКОРИСТАННЯ SDR ПРИЙМАЧІВ ДЛЯ ЮСТУВАННЯ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ СТАНЦІЇ

М.В. Вовченко; А.В. Федоров, д.філос.
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Сучасний характер ведення війни в повітряному просторі, різноманітність засобів повітряного нападу з широким діапазоном швидкостей і висот польоту обумовлюють підвищені вимоги до радіолокаційних станцій та точності визначення координат повітряних об’єктів.

Важливим чинником, що визначає точність координатного супроводу повітряних об’єктів (ПО), є належне юстування радіолокаційних станцій (РЛС).

В сучасних умовах є можливість отримання координат ПО за допомогою SDR приймачів. Координати, що отримані від системи ADS-B мають високу точність та можуть бути розглянуті як еталонні при здійсненні здійснювати юстування РЛС.

Юстування за допомогою SDR приймачів полягає в наступному. Після юстування РЛС одним з відомих методів проводиться вимірювання прямокутних координат ПО. Також за допомогою SDR приймача визначаються координати того ж ПО шляхом прийняття наземними SDR приймачами відповідних повідомлень від бортових GPS навігаторів ПО.

Прийняті прямокутні координати інтерполюють до єдиного моменту часу, математично усереднюють та обчислюють корегування (поправки) для РЛС, яка юстується.

На заключному етапі порівнюють обчислені коригування з роздільною здатністю РЛС, яка юстується, і якщо коригування виявляються більшими за роздільну здатність РЛС, яка юстуються – змінюють настройки даної РЛС.

Основними перевагами юстування РЛС за допомогою SDR приймачів в порівнянні з існуючими є спрощення процесу юстування, визначення поправок без виведення РЛС з режиму нормального функціонування, можливість використання в якості контрольних об’єктів

випадкових ПО, що пролітають в зоні виявлення РЛС та оснащені SDR приймачами.

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ ВІДБОРУ ЦІЛЕЙ ДЛЯ ОБСТРІЛУ ПРИ УПРАВЛІННІ ВОГНЕМ ЗМІШАНИМ УГРУПОВАННЯМ ЗЕНІТНИХ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК

В.В. Воронін[1], к.т.н., доц.; В.В. Бурцев[1], к.т.н., проф.;
М.В. Гарячий[1]; С.М. Казначей[2]
[1]Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба;
[2]Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Після надання країнами-партнерами сучасних зенітних ракетних комплексів (ЗРК) іноземного виробництва, що мають досить високі тактико-технічні характеристики (ТТХ) та розширюють можливості зенітних ракетних військ (ЗРВ) щодо їх застосування, виникла проблема у забезпеченні та реалізації одночасного централізованого управління даного озброєння з підрозділами, що озброєні ЗРК радянського виробництва.

Для цього запропоновано реалізувати алгоритм максимізації показника упередженого збитку, у якому, при попередньому відборі цілей для обстрілу, враховується не тільки підлітний час конкретної повітряної цілі до рубежу виконання завдання, але й їх тактична важливість.

Даний алгоритм було раніше розроблено та реалізовано для вирішення завдань управління вогнем у багатоканальному ЗРК з удосконаленою системою управління. До переваг такого алгоритму слід віднести простоту його практичної реалізації, а також його незалежність від умов повітряного удару (нальоту) противника.

Алгоритм цілком може бути реалізованим, на приклад, в комплексі засобів автоматизації (КЗА) 9С162-2Р “Ореанда”.

Підґрунтям для цього є:

- наявність сучасних радіолокаційних систем (РЛС) AN/MPQ-64F1 і TRML-4D, що входять до складу ЗРК NASAMS і IRIS-T відповідно, які мають високі ТТХ та здатні з високою ймовірністю визначати класи повітряних цілей;
- реалізація технічного спряження даних РЛС з КЗА 9С162-2Р “Ореанда” та управління бойовими діями в автоматизованому режимі підрозділами ЗРВ, що озброєні ЗРК С-300ПТ(ПС), С-300В1, Бук-М1, NASAMS та IRIS-T.

Таким чином, актуальність обумовлена реалізацією завдання автоматичного (автоматизованого) попереднього відбору повітряних цілей для прийняття рішення на їх обстріл та вирішення завдання цілерозподілу на пунктах управління (ПУ) змішаним угрупованням ЗРВ.

Аналіз РЛС AN/MPQ-64F1 та TRML-4D, як джерел бойової інформації показує, що вони надають вихідну інформацію, яка повністю відповідає вимогам, щодо своєчасного обстрілу повітряних цілей при управлінні вогневими підрозділами з ПУ угруповань ЗРВ.

Тобто, усі недоліки, які пов’язані раніше з невизначенням класу повітряних цілей, завданнями, що вирішуються цілями в ударі (тактичною важливістю цілей) за допомогою інформації від даних РЛС в алгоритмі практично вирішено. Високі технічні характеристики даних РЛС забезпечують підвищення точності траєкторій супроводжених цілей КЗА ПУ угрупованням ЗРВ, що дає змогу забезпечити швидке виявлення засобами ЗРК та високу точність наведення зенітних керованих ракет на призначені для обстрілу цілі.

Окрім того, позитивним є те, що ЗРК NASAMS і IRIS-T мають відкриту архітектуру та можуть працювати у єдиній мережецентричній системі протиповітряної оборони з розподіленою архітектурою. Такий підхід дає можливість постійного безперебійного забезпечення радіолокаційною інформацією за даними РЛС AN/MPQ-64F1 і TRML-4D та створює формат єдиного інформаційного поля.

При цьому, розроблений раніше для управління вогнем в багатоканальному ЗРК алгоритм відбору повітряних цілей для обстрілу за критерієм максимуму показника упередженого збитку, адаптовано для управління змішаним угрупованням ЗРВ з урахуванням того, що при побудові оптимального плану ведення бою однозначно враховується тактичне призначення кожного ЗРК.

Таким чином, даний підхід, дозволить раціонально використовувати ресурс угруповання при обстрілі певного класу (типу) повітряних цілей.

РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ОПТИМІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ ЗОНДУВАЛЬНОГО СИГНАЛУ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ СТАНЦІЇ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ РОЗДІЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ

А.Ю. Гармаш; В.М. Ліщенко, д.філос.
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

З досвіду російсько-української війни відомо, наскільки важливо

мати можливість своєчасного виявлення на дальніх рубежах і стійкого супроводження навіть найменших та найшвидших повітряних об'єктів таких як, безпілотні літальні апарати, крилаті ракети чи високоточні боєприпаси. Радіолокаційну розвідку повітряного простору ускладнює активне застосування противником різних тактичних прийомів, нанесення масованих ударів із застосуванням засобів повітряного нападу різних типів у поєднанні із застосуванням засобів радіоелектронної боротьби, що вимагає від засобів радіолокації підвищення ефективності роботи.

Одним з можливих шляхів підвищення можливостей радіолокаційних станцій є вдосконалення зондувальних сигналів – робити їх широкосмуговими, змінювати форму та частоту залежно від обстановки, а також застосовувати сучасні методи цифрової обробки. Аналіз бойового досвіду доводить: чим вища роздільна здатність, тим ефективніше ведеться виявлення та супроводження цілей у складній обстановці. Це дозволяє своєчасно та краще виявляти малорозмірні повітряні об'єкти з малою ефективною поверхнею розсіяння, зокрема безпілотники-камікадзе, розвідувальні дрони та високоточні боєприпаси, на низьких висотах, а також забезпечує можливість відокремлення кількох цілей у просторі, наприклад, під час масованого удару, коли одночасно застосовуються ракети різних типів і рої дронів, що ускладнює розподіл сил та засобів для їхнього знищення та впливає на ймовірність перехоплення.

Таким чином, у сучасній війні висока роздільна здатність РЛС є ключовою умовою для ефективної боротьби з комплексними повітряними загрозами. Вона забезпечує оперативність реагування, зменшує ризик прориву противника і дозволяє максимально раціонально використовувати обмежені ресурси протиповітряної оборони.

ОПЕРАЦІЯ "ПАВУТИНА" – ВПЛИВ АСИМЕТРИЧНИХ ДІЙ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ

В.В. Герасименко, д.військ.н.; Р.В. Мосійчук
Національний університет оборони України

На початку 2025 року стратегічна авіація росії складалася з десятків бомбардувальників типів Ту-160, Ту-95МС та Ту-22М3, які є частиною повітряної складової ядерної тріади. Під час російсько-української війни ці літаки застосовувалися для запуску крилатих ракет по об'єктах

критичної інфраструктури, українських містах, фактично виконуючи роль засобу терору проти мирного населення. За даними експертів, стратегічні бомбардувальники стали ключовим елементом кампанії повітряних ударів росії, хоча первинно вони призначені для ядерного стримування.

Наприкінці травня 2025 року з’явилися дані про підготовку росією масштабної повітряної атаки. Російські джерела повідомляли про план “Молния Зевса”: у разі відмови України на переговорах у Стамбулі прийняти вимоги Кремля, десятки бомбардувальників мали завдати “нищівного удару” по Україні. Для цього рф перекинула значну кількість Ту-95МС і Ту-22М3 на авіабази “Олєнья” (Мурманська обл.) та “Енгельс” (Саратовська обл.), забезпечивши їх крилатими ракетами. Супутникові знімки підтверджували концентрацію авіації та боєприпасів для можливого масованого удару. Таким чином, на початок червня 2025 року над Україною нависала реальна загроза чергової хвилі ракетних обстрілів із повітря.

Для нейтралізації цієї загрози був введений в дію план активної фази операції “Павутина”, яка тривалий час перебувала в стадії узгодження усіх складових, учасників та ситуації на території країни агресора. 1 червня 2025 року Служба безпеки України у взаємодії з іншими складовими Сил оборони України нанесла нищівного удару по чотирьох з п’яти аеродромів на яких базується стратегічна та дальня бомбардувальна авіації росії, знищивши та вивівши з ладу до 30 % її ударного потенціалу.

Єдність і одностайність, висока дисципліна і принциповість, застосування сучасних технологій, широкого спектру підходів та прийомів, високий рівень взаємодії дозволили керівникам та учасникам операції “Павутина” провести її блискуче.

Операція “Павутина” – це приклад того, як поєднання сміливості, інновацій і ретельного планування може вплинути і змінити стратегічну ситуацію.

Досягнутий успіх дозволив змістити баланс сил у повітряній складовій російсько-Української війни, змусивши ворога переглянути свою тактику і розставивши нові акценти для світової воєнної науки.

Для освітнього процесу це жива історія, яка дає багатий матеріал для аналізу: як воювати розумніше, як навчати армію гнучкості, як тактичні дрони можуть вирішувати стратегічні завдання, і як відвага у поєднанні з розумом приносять плоди. Операція “Павутина” вже стала легендарною операцією, її уроки відображатимуться у підготовці нових поколінь військових фахівців як в Україні, так і по всьому світу.

ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ РАДІОЛОКАЦІЙНОГО РОЗПІЗНАВАННЯ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

О.В. Гладіщук
Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Радіолокаційне розпізнавання літальних апаратів є відносно новим, але надзвичайно важливим науково-технічним напрямом, ефективність якого значною мірою визначається якістю алгоритмів, що використовуються для розпізнавання повітряних об'єктів. Для адекватної оцінки ефективності роботи цих алгоритмів у різних умовах експлуатації необхідно використовувати відповідні показники якості. Математичною основою для обчислення цих показників може бути теорія прийняття рішень у поєднанні з теорією імовірностей. Тоді для оцінки якості двокласового розпізнавання можна використати імовірності:

– правильного розпізнавання;

– правильного нерозпізнавання;

– хибного розпізнавання (хибна тривога);

– хибного нерозпізнавання (пропуск цілі);

Застосовуючи байєсівський підхід, можна обчислити значення оптимального порогу розпізнавання з урахуванням вартостей помилок.

При багатокласовому розпізнаванні завдання дещо ускладнене, але може бути вирішене за рахунок застосування стратегій розпізнавання:

– "Один проти Всіх" (OvR);

– "Один проти Одного" (OvO);

– "Дерева рішень";

– "Ансамбль" (Random Forest) та ін.

Наведені стратегії можуть бути реалізовані на основі бінарних класифікаторів.

Незалежно від обраної стратегії розпізнавання, для оцінки його якості використовуються наступні основні інструменти:

– матриця плутанини, що показує, наскільки добре система розпізнає цілі, порівнюючи її прогнози з реальними значеннями. Ключові елементи матриці: TP (кількість коректно розпізнаних цілей), TN (кількість коректно проігнорованих цілей), FP (хибні тривоги), FN (пропуск цілі). Отже, матриця дозволяє визначити, які класи система не розпізнає або помилково розпізнає, виявити дисбаланс даних та "конфліктуючі" класи. Ідеальний класифікатор має ненульові значення лише на діагоналі

матриці.

На основі ключових елементів матриці обчислюються похідні метрики, такі як:

– точність (Precision), виражається як частка вірно прогнозованих “позитивних” серед усіх прогнозованих “позитивних” класів. Висока точність забезпечує мінімум хибних тривог;

– повнота (Precision), описує частку “позитивних” цілей, розпізнаних системою, серед усіх істинно “позитивних”.

– F1-оцінка, є гармонійним середнім між точністю і повнотою та використовується для збалансованої оцінки якості розпізнавання у випадку незбалансованості класів.

За результатами дослідження показників якості радіолокаційного розпізнавання встановлено, що вони є універсальними та придатними до застосування незалежно від обраного методу розпізнавання. Вони дозволяють оцінити ефективність роботи системи, виявити її слабкі сторони та окреслити шляхи удосконалення. Уніфікованих критеріїв оцінки якості розпізнавання наразі не існує – їх вибір залежить від конкретних вимог до системи та умов її застосування. Байєсівський підхід забезпечує імовірнісну оцінку належності об’єкта до класу, слугуючи основою для прийняття рішень в умовах невизначеності, оскільки враховує апріорну інформацію, імовірнісну невизначеність та вартості помилок. Натомість показники багатокласового розпізнавання ґрунтуються на емпіричних (фактичних) результатах. Поєднання цих підходів дає змогу не лише ухвалювати оптимальні рішення, а й об’єктивно оцінювати їх ефективність на основі реальних даних. Наведені показники не вичерпують всіх можливих підходів до оцінки якості розпізнавання, їх вибір обумовлюється характером задачі.

ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ПРОЦЕСАХ ОБРОБКИ СИГНАЛІВ РАДІОЛОКАТОРІВ

Д.Ю. Гнойовий; О.В. Очкуренко, к.т.н., доц.
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Російсько-українська війна прискорила процес зміни обліку літальних апаратів (ЛА). Станом на серпень 2025 року констатується тотальне застосування безпілотних літальних апаратів (БпЛА) різного класу в повітряному простору України. На даний час виникла необхідність якісного виявлення і супроводження БпЛА різного типу,

головним чином, на гранично малих та малих висотах. Забезпечення вирішення таких питань вимагає комплексного підходу, і в тому числі є обов'язковим застосування інформаційних технологій в процесах обробки сигналів.

Серед найсучасніших технологій, що направлені на покращення обробки сигналів, ефективне використання великих масивів радіолокаційної інформації, можна виділити 4 напрямки.

1. Мережеві технології в системі контролю повітряного простору. Необхідність координованої роботи кожного зразку РЛС в рамках системи контролю повітряного простору змушує об'єднувати в мережу нового рівня всі джерела інформації про повітряну обстановку.

2. Інтеграція даних РЛС і інформації про місцевість (геоінформація). Існуючі географічні інформаційні системи (ArcGIS, QGIS, MapInfo, Web Mapping Services та інші) можуть бути інтегровані з системами РЛС та дозволять провести точний розрахунок зон виявлення РЛС, розрахунок кутів закриття РЛС та інше.

3. Удосконалення вторинної обробки інформації. Перспективні РЛС повинні мати високий рівень автономності роботи та автоматизації процесів оброблення даних.

4. Використання технологій штучного інтелекту (ШІ). Необхідно застосувати потенціал ШІ для аналізу радіолокаційної інформації, приймання рішень згідно алгоритмів бойової роботи, автоматизації процесів в РЛС і взагалі для автономного виконання комплексу завдань з контролю повітряного простору.

Для потреб Повітряних Сил доцільне використання спеціалізованих ШІ-ботів, які дотримуються чіткого алгоритму, ніж ШІ що самонавчається. Це обумовлено необхідністю дотримання алгоритмів бойової роботи.

ВИЗНАЧЕННЯ ТОЧНІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПЛЕКСІВ АВІАЦІЙНОГО ОЗБРОЄННЯ ПРИ БОЙОВОМУ ЗАСТОСУВАННІ З КАБРУВАННЯ ТА ВРАХУВАННІ ВПЛИВУ ВІТРУ

Б.Б. Головко, к.т.н., доц.; О.М. Баранік, к.т.н., доц.;
В.Г. Березанський, к.т.н., доц.; М.О. Шеремет
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Вирішення задачі забезпечення необхідної ефективності ураження цілі комплексами авіаційного озброєння (КАОз) в тактичній глибині

останнім часом суттєво ускладнилася, що пов’язано з поступовим і все більш масовим застосуванням засобів протиповітряної оборони та радіоелектронної боротьби з боку противника.

Разом з тим, в сучасних умовах, визначальною особливістю циклу бойового функціонування КАОз став вихід в район цілі на малих та гранично-малих висотах, для наближення носія до максимальної ефективної дальності пуску (скидання) авіаційних засобів ураження (АЗУ) при кабруванні з метою зменшення імовірності ураження носія. Однак для таких умов існуючі нормативні формули щодо визначення значень точністних характеристик КАОз Збройних Сил України не враховують змін в умовах польоту АЗУ з гранично малих висот при кабруванні. Саме значна зміна середньої швидкості вітру з набором висоти траєкторії АЗУ, суттєво впливає на точністні характеристики КАОз, що найбільш всього проявляється при максимальних кутах нахилу траєкторії носія під час застосування АЗУ на максимальну дальність.

В таких умовах нехтування неоднорідністю атмосфери і використання осередненої швидкості вітру викликають значні похибки що негативним чином впливає на точність накриття узагальненою зоною ураження центру цілі, та як наслідок обумовлють низьку імовірність її ураження. Тому розробка методики визначення точністних характеристик КАОз при бойовому застосуванні АЗУ з кабрування є вкрай актуальною.

Для вирішення поставленої науково-технічної задачі була запропонована методика визначення характеристик точності КАОз при бойовому застосуванні АЗУ з кабрування, яка ґрунтується на врахуванні миттєвої швидкості вітру на траєкторію полоту АЗУ.

Проведені розрахунки точністних характеристик КАОз на основі діапазону припустимих (за рівнем безпеки польотів) величин швидкості вітру, шорсткості поверхні в напрямку цілі, кута пуску (скидання) та доданої швидкості АЗУ, показують що відносні значення зменшення випадкових складових середньоквадратичного відхилення групового розсіювання на прикладі некерованих авіаційних ракет типу С-8КОМ, за відповідними осями в процентах до нормативних значень лежать в межах від 8,4 до 35,6 %, що в свою чергу дозволяє додатково оцінити вплив миттєвої швидкості вітру на імовірність ураження цілі КАОз при кабруванні.

Таким чином представлений підхід дозволяє уточнити існуючу методичну базу щодо визначення групового середньоквадратичного відхилення АЗУ при бойовому застосуванні КАОз з кабрування.

ПРОБЛЕМАТИКА ЕКОЛОГІЇ В КОНТЕКСТІ ВІЙНИ

Б.М. Даниленко
Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Війна завдає руйнувань навколишньому середовищу, що неодмінно призводить до негативних наслідків, страждає уся екосистема: утворюється дисбаланс між її компонентами. Україна, перебуваючи у стані війни понад 10 років, зазнає значних людських та екологічних втрат.

Росія атакує нашу державу різними типами зброї. Велика кількість російських ракет майже щодня порушує наш кордон. Засоби ураження містять хімічні складники, а в разі їх спрацювання, шкідливі речовини потрапляють у повітря, воду та ґрунт. Під час детонації боєприпасів утворюється низка хімічних сполук: чадний та бурий газ, азот, водяна пара, тощо. До того ж, утворюється велика кількість токсичних органічних сполук. Такі токсичні речовини, як оксид сірки та оксид азоту, окислюючись, випадають у вигляді кислотних опадів. Ці речовини змінюють РН ґрунту, викликають опіки рослин, дихальних органів у людей і тварин.

Ще одна проблема, яка спровокувала екологічне лихо: знищення Каховської ГЕС. Ця техногенна катастрофа пошкодила 600 тис. га територій. Знищення лісових масивів та лісосмуг, загалом, призводить до зміни біогеоценозу. Подібні трансформації завдають незворотних змін у флорі та фауні країни, призводять до зменшення чисельності популяцій.

Втрати, яких зазнає наша держава є масштабними. Після завершення бойових дій, постане питання щодо відновлення інфраструктури країни, в тому числі, потрібно буде приділити велику увагу вирішенню екологічних питань. Насамперед, це економне використання ресурсів та відповідальне ставлення до оточуючого середовища.

У більш широкому розумінні, шляхи покращення екологічної ситуації мають враховувати утилізацію зброї, побутового сміття, очищення забруднених територій, проведення меліоративних заходів із залученням природозахисних іноземних організацій.

Тому, усвідомлення важливості цієї проблеми стане поштовхом для її ефективного вирішення.

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ ІМІТАТОРА РОБОТИ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СТАНЦІЙ МЕТРОВОГО ДІАПАЗОНУ ХВИЛЬ

І.Ю. Дубовой;
О.В. Костянець, к.т.н.
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Четвертий рік російсько-української війни показав переорієнтацію застосування засобів озброєння в бік використання роботизованої техніки. І основну роль в ній відіграють саме повітряні засоби озброєння, які дозволяють проводити як розвідку різноманітних об’єктів, так і їх знищення. При цьому засоби розвідки оснащуються великою кількістю сенсорів, які розширюють їх можливості. Такі БпЛА як “Орлан - 10”, “ZALA - 421” та багато інших стали базовими на які встановлюються радіоелектронна апаратура залежно від місії їх виконання.

Традиційно для виявлення засобів повітряного нападу використовуються радіолокаційні станції в різних частотних діапазонах. Однак, неможливість створення суцільного радіолокаційного поля не завжди дозволяє своєчасно виявити засоби повітряної розвідки противника, а обмеженість засобів їх ураження вимушує шукати шляхи ввести противника в оману без зміни позиції радіолокаційних засобів. Для цього традиційно використовуються хибні позиції. Наявність у противника крім оптичних засобів виявлення ще й радіотехнічних вимагає максимально наблизити такі хибні позиції до реальних.

Для розв’язання цих задач в роботі проводиться аналіз реальних засобів імітації радіолокаційних станцій в поєднанні з маскуванням основних частин техніки, які дозволяють створити у противника ілюзію відносно істинності бойових позицій радіотехнічних підрозділів.

Особливу увагу в роботі звертається на можливість використання активних імітаторів реальної радіолокаційної станції, що дозволяє повністю відтворити не тільки візуальне сприйняття бойової позиції но і її електромагнітне випромінювання.

В доповіді наводяться результати створення реального імітатора радіолокаційної станції П - 18 “Малахіт”. Він являє собою поєднання власних розробок та готових підсилювачів, що дозволяють збільшити амплітуду сигналу достатню для пеленгації засобами радіоелектронної розвідки противника.

ЩОДО ПИТАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ НА ОСНОВІ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

В.О. Дяченко; С.М. Коротін, к.т.н., доц.
Національний університет оборони України

Вважається, що системи автоматичного управління об'єкту дослідження (САУ) повинні забезпечувати не тільки точну, але й оперативну реакцію на зміну керуючих сигналів, незважаючи на можливі зміни в умовах експлуатації. Через це під час проектування САУ необхідно приділяти особливу увагу забезпеченню високих динамічних характеристик, навіть у разі значних параметричних невизначеностей. Системи повинні залишатися адаптивними та ефективними, незалежно від варіацій у зовнішньому середовищі або внутрішніх параметрах. Оскільки в сучасних САУ широко використовуються традиційні пропорційно-інтегрально-диференціальні регулятори (ПІД-регулятори), вони не зовсім ефективні для нелінійних динамічних систем. Для вирішення завдання стабілізації динамічних об'єктів в сучасних САУ все частіше застосовують різноманітні інтелектуальні методи.

Мета дослідження – синтез системи автоматичного управління з нечітким регулятором, що забезпечує одночасну кутову стабілізацію по тангажу та курсу з покращеними динамічними характеристиками.

Проведено моделювання САУ в програмному середовищі імітаційного моделювання SIMULINK. Для проведення моделювання, в Simulink здійснено побудову каналів управління з використанням ПІД-регулятора та нечіткого регулятора.

Моделювання проводилось у два етапи: на першому етапі проводилось моделювання САУ з ПІД-регулятором; на другому етапі проводилось моделювання САУ з використанням нечіткого регулятора. Для аналізу САУ використовувались частотні критерії оцінки її за допомогою вбудованої системи аналізу у програмному середовищі SIMULINK.

Аналіз отриманих результатів моделювання показав, що в системі з нечітким регулятором похибку відхилення для каналу стабілізації по куту тангажа зменшено у 0,8 разів, а час регулювання зменшено у 2 рази, похибку відхилення для каналу стабілізації по куту курсу зменшено у 0,9 разів, а час регулювання зменшено у 2 рази. Отже, отримані результати дозволили підвищити точність і динамічні показники САУ.

Синтез САУ з нечітким регулятором забезпечує одночасну

стабілізацію по тангажу та курсу з покращеними показниками точності, швидкодії та плавності керування. У порівнянні з ПІД-регулятором, запропоноване рішення забезпечує кращу якість управління та підвищує ефективність САУ.

ЩОДО ПИТАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ВИБОРУ ПАРАМЕТРІВ РАДІОПЕРЕШКОДИ

В.О. Дяченко; С.М. Коротін, к.т.н., доц.
Національний університет оборони України

Застосування безпілотних літальних апаратів (БпЛА) у сучасних збройних конфліктах супроводжується високими ризиками знищення з боку керованих засобів ураження (КЗУ) класів “повітря-повітря” та “поверхня-повітря”, оснащених радіолокаційними головками самонаведення (РГСН). Забезпечення живучості БпЛА в таких умовах вимагає впровадження ефективних систем активного захисту, зокрема засобів радіоелектронного подавлення (РЕП). Водночас традиційні методи РЕП характеризуються фіксованими налаштуваннями параметрів радіоперешкод і, як наслідок, обмеженою адаптивністю до змін параметрів зондуючих сигналів, що знижує ефективність впливу на РГСН.

Мета дослідження – розробка удосконаленої методики вибору параметрів радіоперешкоди, що забезпечує адаптивне радіоелектронне подавлення радіолокаційної головки самонаведення.

Сучасні засоби протидії КЗУ класу “повітря-повітря” та “поверхня-повітря” з РГСН потребують постійного вдосконалення в умовах стрімкого розвитку адаптивних систем наведення КЗУ противника. Існуючі методи РЕП ґрунтуються на застосуванні запрограмованих сигналів радіоперешкод, що істотно обмежує їхню ефективність щодо сучасних типів КЗУ, які використовують адаптивні алгоритми обробки та розпізнавання сигналів радіоперешкод.

Одним із перспективних напрямів підвищення ефективності РЕП РГСН КЗУ є удосконалення методики вибору параметрів сигналу радіоперешкоди шляхом впровадження нечіткої системи Такагі-Сугено. Такий підхід забезпечує можливість динамічного налаштування параметрів сигналу радіоперешкоди залежно від параметрів зондувального сигналу виявленої РГСН.

Запропонована удосконалена методика вибору параметрів радіоперешкоди на основі нечіткої логіки Такагі-Сугено є перспективним напрямом підвищення ефективності активного захисту БпЛА. Її

застосування дозволяє адаптивно реагувати на зміну параметрів сигналу РГСН, ефективно знижуючи ймовірність ураження БпЛА з боку КЗУ з РГСН. Результати дослідження можуть бути використані для створення компактних, енергоефективних і високоточних засобів радіоелектронної РЕП, інтегрованих у сучасні системи захисту БпЛА.

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ КЛЮЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВІЙСЬКОВОЇ АВІОНІКИ

Ю.В. Жежерун, к.е.н., доц.; О.М. Походенко; Р.В. Місценко; В.О. Колесник
Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Дослідження тенденцій розвитку ключових технологій військової авіоніки свідчить про впровадження нових технологій, які значно розширюють бойові можливості авіації. Концепція мережево-центричної війни вплинула на інтеграцію різних платформ та сенсорів в сучасні авіонічні системи для підвищення рівня координації між різними родами військ, досягнення загальної ефективності та синергії під час проведення військових операцій.

Сучасний стан ключових технологій військової авіоніки характеризується швидким розвитком та інтеграцією передових рішень з різних галузей. Активізація даного процесу зумовлюється наступними ключовими факторами:

– посилення геополітичної напруженості у світі та збільшення оборонних витрат багатьох країн, що призводить до зростання попиту на сучасну військову техніку, в т.ч. авіоніку;

– швидкий технологічний прогрес у сфері авіонічних систем (зокрема в галузі радарних технологій, штучного інтелекту, комунікаційних систем та засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ)) стимулює розробку та впровадження нових, більш досконалих систем;

– підвищення ролі безпілотних літальних апаратів (БпЛА) у військових операціях зумовлює підвищений попит на спеціалізовані авіонічні системи, здатні забезпечувати автономне або дистанційне керування;

– зростаюча увага до питань РЕБ та кібербезпеки вимагає розробки та впровадження більш захищених, стійких до зовнішніх впливів авіонічних систем;

– необхідність модернізації застарілих парків військових пілотованих літальних апаратів (ПЛА) шляхом встановлення сучасних цифрових

авіонічних комплексів.

Характерними особливостями нового покоління військової авіаційної техніки є високий технологічний рівень авіоніки (в першу чергу, засобів пошуку, виявлення та ідентифікації цілей), новий обрис інформаційно-керуючого поля кабіни (багатофункціональні рідинно-кристалічні кольорові дисплеї, тактильне керування), застосування високоточної зброї, активне впровадження нового покоління засобів оптико- та радіоелектронної протидії, інтелектуальна підтримка екіпажів (політ за маршрутом, бойове застосування, контроль стану бортових систем тощо).

Перспективними ключовими розробками та системами є:

– системи навігації (інтегровані супутникові та інерціальні системи, що забезпечують точне визначення місцезнаходження ПЛА навіть в умовах придушення сигналів GPS);

– бортові обчислювачі та дисплеї (розробка елементів так званої “скляної кабіни” (Glass Cockpit) – багатофункціональних дисплеїв, що замінюють аналогові прилади та надають пілоту всю необхідну інформацію в зручному вигляді);

– системи РЕБ (станції попередження про опромінення РЛС, системи постановки активних та пасивних завад, комплекси захисту від ракет з інфрачервоними головками самонаведення);

– системи керування зброєю (цифрові системи, що дозволяють інтегрувати в арсенал ПЛА сучасне високоточне озброєння, зокрема українського виробництва).

Таким чином, основні тенденції розвитку ключових технологій військової авіоніки спрямовані на підвищення рівня автономності, інтеграції, мережецентричності та ситуаційної обізнаності, що дозволяють посилити бойову ефективність ПЛА. Основні виклики, які визначають перспективи подальшого розвитку військової авіоніки передбачають вирішення проблем інтеграції, сумісності, кібербезпеки, вартості та термінів розробки, а також навчання персоналу.

ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІЛОТОВАНОЇ АВІАЦІЇ

М.М. Жуков; В.М. Горбенко, к.військ.н., доц.
Національний університет оборони України

З огляду на сучасні методи ведення війни, безпілотні літальні апарати (БпЛА) стали невід’ємною частиною бойових операцій. В умовах,

коли протиповітряна оборона (ППО) противника має розвинуту систему виявлення та перехоплення цілей, використання БпЛА, в тому числі як хибних цілей, є вимушеним та виправданим рішенням. Такий підхід дозволяє збільшити спроможності пілотованої авіації та знизити ризики втрат екіпажів літаків (вертольотів).

Основна мета використання БпЛА в якості хибних цілей полягає в наступному:

1. Відволікання та виснаження ресурсів вогневих засобів ППО противника**.** БпЛА можуть бути використані для демонстраційних дій як приманка для ППО, провокуючи противника на активні дії.

2. Виманювання винищувачів противника**.** Імітація дій ударних груп, чи розвідувальних польотів може змусити противника зосередити винищувачі на іншому напрямку.

3. Супровід ударних груп. Використання БпЛА для супроводу груп пілотованої авіації дозволяє відволікти увагу противника від основних груп, створюючи ілюзію множинності цілей та забезпечує ефект раптовості.

4. Провокація систем ППО**.** Малі та середні БпЛА запускаються в напрямку передбачуваних зон дій засобів ППО противника для перевірки їх готовності та провокувати пуски зенітних керованих ракет. Тим самим розкриваючи позиції ППО для подальшої їх атаки пілотованими або безпілотними ударними апаратами та іншими вогневими засобами. Такі маневри підвищують шанси для успішного подолання ППО противника основними силами пілотованої авіації безпечним маршрутом.

Окрім цього, БпЛА можуть бути оснащені системами імітації радіолокаційних сигналів літаків (їх сигнитури), що також збільшує ймовірність дій засобів ППО противника саме по хибним цілям.

5. Політ БпЛА у складі ударних груп. Використання БпЛА у складі спільних груп дозволить виконувати функції охорони та прикриття пілотованих ЛА.

Така тактика може бути особливо ефективною в районах з концентрованою ППО, де наявність великої кількості цілей вводить противника в оману.

Сучасні БпЛА можуть бути оснащені радіолокаційним обладнанням, що дозволяє фіксувати наближення винищувачів і за потреби змінювати маршрут, ухиляючись від переслідування та атак.

У випадку небезпеки для пілотованих літаків БпЛА супроводу можуть відволікти винищувачі противника на інший напрямок, забезпечуючи відхід основної групи.

Під час бойового польоту БпЛА можуть також виконувати розвідувальні завдання, передаючи актуальну інформацію про місцезнаходження та характер дій об’єктів ППО противника. Це дозволяє оперативно коригувати удари та траєкторію пілотованих літаків і забезпечувати безпечний політ в зоні ураження засобів ППО противника.

Переваги використання БпЛА як хибних цілей.

Зниження втрат пілотованих ЛА. Використання БпЛА зменшує ймовірність ураження пілотованих літаків (вертольотів), оскільки основна увага ППО буде спрямована на хибні цілі.

Економія ресурсів та підвищення бойової ефективності. БпЛА є дешевшими у виробництві, порівняно з пілотованими ЛА, що дозволяє не витрачати критично важливі ресурси.

Можливість тривалих місій та віддаленого управління. БпЛА здатні тривалий час знаходитися в повітрі (більше чим пілотовані), очікуючи на відповідний момент для провокації противника або виманювання його винищувачів.

Застосування БпЛА спільно з пілотованою авіацією є ефективним способом ведення бойових дій, який дозволяє уникнути великих втрат, оптимізувати використання ресурсів і підвищити ефективність повітряних ударних операцій. Впровадження тактики з використанням БПЛА для відволікання уваги противника є важливим напрямком розвитку ПС ЗС України в сучасних умовах, що дозволяє адаптуватися до триваючого високотехнологічного протистояння та війни на виснаження.

Реалізація такої тактики потребує розроблення, створення, випробування та сертифікації БпЛА з відповідними можливостями.

ЩОДО СТВОРЕННЯ РАКЕТНОГО КОМПЛЕКСУ ПОВІТРЯНОГО БАЗУВАННЯ НА БАЗІ ВІТЧИЗНЯНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЛІТАКІВ

І.В. Заріцький; С.М. Сторожук; І.В. Ілюхіна; О.С. Чечет
Державний науково-дослідний інститут авіації

Розширення російської агресії та ведення інтенсивних бойових дій визначили критичні питання в організації оборони країни, одними з яких є:

– відсутність розвідувальних літаків дальнього радіолокаційного виявлення (ДРЛВ);

– відсутність ракетних комплексів повітряного базування з дальністю дії до 1000 км.

Одним із шляхів вирішення зазначених задач і є створення

вітчизняного літака, який об'єднає функції літака ДРЛВ та ракетного комплексу повітряного базування. На період до 2035…2040 років передбачено заміну літаків транспортної авіації Повітряних Сил Збройних України на літаки вітчизняного виробництва.

На сьогодні найбільш поширеним літаком ДРЛВ країн-членів НАТО є літак Е-3А. Взявши за основу льотно-технічні характеристики літака Е-3А, можна визначити тип літака, який за своїми характеристиками найбільше підходить для реалізації варіанту створення вітчизняного літака ДРЛВ з бортовим обладнанням виробництва країн-партнерів.

Також слід зауважити, що вітчизняний літак повинен мати ряд переваг, а саме: можливість експлуатації з ґрунтових злітно-посадкових смуг короткого злету; всепогодна експлуатація в будь-який час доби на всіх широтах; співвідношення високої крейсерської швидкості з низькою витратою палива; можливість автономної експлуатації на необладнаних аеродромах.

Потенціал бортової електричної системи має забезпечувати роботу відповідного (для оснащення ДРЛВ) радіоелектронного обладнання та ракетного комплексу повітряного базування.

Пропонується розглянути концепцію повністю електрифікованого літака, яка передбачає використання в якості основного виду енергії – електричну.

При реалізації даної концепції суттєво змінюється обрис системи запуску: повітряна замінюється електричною з використанням електричної машини подвійного призначення – стартер-генератора.

Слід зазначити, що електрифікацію літального апарату пропонується здійснити шляхом підвищення ефективності найбільш енергоємних його елементів. В першу чергу, це силова установка і система кондиціювання. Поступово перевести на живлення електричною енергією рульових приводів системи автоматичного управління польотом з метою позбавлення їх від трубопроводів централізованої гідросистеми та тяг в системі управління. Такий підхід дозволить відпрацьовувати окремі елементи повністю електрифікованого літака на існуючих моделях літаків шляхом їх модернізації, та дасть змогу знизити економічні ризики подальшого їх впровадження.

Подальші кроки використання електричної енергії повинні бути сумісні з іншими перспективними технічними рішеннями до яких слід віднести: систему активного вбудованого контролю, енергетично ефективний газотурбінний двигун, прогресивне крило, деталі конструкції з композитних матеріалів тощо. На сьогодні в цю концепцію органічно

вписується турбогвинтовий двигун з багатолопастним високонавантаженим гвинтом (так званий гвинтовентиляторний двигун).

Таким чином, застосування зазначеної концепції в частині заміни повітряної системи запуску на електричну прямої дії дасть можливість підвищити потенціал бортової електричної системи до потрібного рівня для реалізації ДРЛВ та ракетного комплексу повітряного базування.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АВІАЦІЙНИХ ЗАСОБІВ УРАЖЕННЯ В УМОВАХ СУЧАСНИХ КОНФЛІКТІВ

В.М. Зозуля; Є.В. Пісклов
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Еволюція авіаційних засобів ураження (АЗУ) є одним із найдинамічніших напрямів військових технологій, що безпосередньо впливає на характер і результативність повітряних операцій. Повномасштабна російсько-українська війна продемонструвала ключову роль високоточних керованих боєприпасів, безпілотних платформ, інтеграції штучного інтелекту та стелс-технологій у сучасному бою. Актуальність проблеми зумовлена необхідністю ефективної адаптації авіаційного озброєння до умов інтенсивного застосування засобів протидії, радіоелектронної боротьби (РЕБ) та новітніх тактик.

Сучасні АЗУ поділяються на керовані та некеровані. Керовані АЗУ включають ракети класу “повітря-повітря” (малої, середньої та великої дальності), “повітря-поверхня” (протитанкові, протикорабельні, протирадіолокаційні, стратегічні крилаті), керовані авіаційні бомби (JDAM, LGB, планерні боєприпаси). Вони забезпечують високу точність ураження, зменшення супутніх втрат і гнучкість застосування. Некеровані АЗУ охоплюють авіаційні гармати, некеровані ракети та вільно падаючі бомби, що залишаються актуальними для масованих ударів та вогневого придушення. Перспективними напрямками розвитку АЗУ являються**:** гіперзвукова зброя (M>5), складна для перехоплення; спрямована енергетична зброя (лазери, мікрохвилі), насамперед для протидії безпілотним літальним апаратам; високоточні ракети нового покоління зі стійкістю до завад і здатністю перенацілювання; розширення ролі безпілотних літальних апаратів, як ударних платформ; використання концепції роїв дронів з координацією за допомогою штучного інтелекту; автономні системи озброєння з елементами штучного інтелекту;

впровадження та розвиток стелс-технологій для підвищення живучості носіїв.

Ефективність АЗУ визначається інтеграцією з бортовими сенсорами, радіолокаційними станціями, супутниковими та наземними системами виявлення, комплексами дальнього радіолокаційного виявлення, мережами тактичного обміну даними. Засоби протидії включають РЕБ, відстріл хибних цілей, системи активного захисту (DIRCM) та знищення носіїв.

УДОСКОНАЛЕНА МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ТРАЄКТОРІЇ НАВЕДЕННЯ АВІАЦІЙНОЇ КЕРОВАНОЇ РАКЕТИ КЛАСУ “ПОВІТРЯ-ПОВІТРЯ” НА ОСНОВІ ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ

О.М. Каплюк
Національний університет оборони України

Тенденція до збільшення інтенсивності застосування противником ударних безпілотних літальних апаратів (БпЛА) типу “Shahed”/“Герань-2” для ударів по важливих державних і військових об’єктах України підвищує актуальність досліджень, спрямованих на створення нових зразків авіаційних керованих ракет (АКР), призначених для їх ураження.

Одним із перспективних напрямів є створення АКР класу “повітря-повітря” малої дальності (до 10 км) з бойовою частиною кінетичного типу. Для такої ракети вирішальне значення має кінцева кінетична енергія в момент влучання у ціль, яка прямо залежить від швидкості.

Було висунуто припущення, що відомі методи наведення, зокрема метод пропорційної навігації, не забезпечать формування траєкторії наведення з максимально можливим значенням кінцевої кінетичної енергії в момент зустрічі з ціллю.

З метою перевірки висунутого припущення було розроблено удосконалену методику розрахунку траєкторії наведення АКР класу “повітря-повітря” на основі генетичного алгоритму, яка, на відміну від існуючих, застосовує генетичний алгоритм для визначення оптимального значення кута підйому вектора швидкості ракети та розрахунку оптимальної траєкторії наведення (за показником максимальної кінцевої кінетичної енергії).

Результати комп’ютерного моделювання у середовищі MATLAB

сценарію перехоплення ударного БпЛА типу “Shahed”/“Герань-2” показали, що траєкторія, розрахована за допомогою удосконаленої методики, проходить на більшій висоті в порівнянні з траєкторією, розрахованою за методом пропорційної навігації. Це дозволяє використовувати перевагу меншої щільності атмосфери для зменшення аеродинамічного опору, що особливо важливо після закінчення роботи ракетного двигуна. У перевірених умовах оптимізована траєкторія забезпечила приріст кінцевої швидкості АКР на 13 % та, як наслідок, приріст кінцевої кінетичної енергії, спрямованої на ураження цілі бойовою частиною кінетичного типу, на 26 % у порівнянні з траєкторією, розрахованою за методом пропорційної навігації.

Результати дослідження підтверджують, що застосування удосконаленої методики розрахунку траєкторії наведення АКР класу “повітря-повітря” на основі генетичного алгоритму, забезпечує формування траєкторії наведення з максимально можливим значенням кінцевої кінетичної енергії в момент зустрічі з ціллю.

Використання отриманої методики під час випробувань нових зразків АКР з бойовою частиною кінетичного типу, призначених для ураження ударних БпЛА, дозволить проводити обчислювальні експерименти, формуючи для різних сценаріїв перехоплення еталонні траєкторії наведення і порівнювати їх з отриманими в ході натурних випробувань.

Інтеграція запропонованої методики у процес випробувань сприятиме не лише підвищенню їх якості, але й оптимізації витрат ресурсів та скороченню загальних термінів створення нових ефективних авіаційних засобів ураження для Повітряних Сил.

ОСОБЛИВОСТІ ЗАМІНИ КОМПОНЕНТІВ ПАЛИВА РІДИННИХ РАКЕТНИХ ДВИГУНІВ

*М.О. Катренко, д.т.н., с.н.с.; Г.О. Стрельников, д.т.н.;
Н.С. Прядко, д.т.н.*
*Інститут технічної механіки Національної академії наук України
і Державного космічного агентства України*

В умовах збройного конфлікту, є актуальною складовою забезпечення обороноздатності держави, зокрема забезпечення використання наявного ракетного озброєння. Для деяких зразків ракетного озброєння існує проблема наявності компонентів палива, на які

були спроектовані та виготовлені зразки техніки, що обумовлює необхідність проведення наукових досліджень з принципів можливої заміни одного або обох компонентів палива. Розглядаються рідинні ракетні двигуни (РРД) на висококиплячих компонентах палива, що працюють по схемі без допалювання генераторного газу. Метою дослідження є розробка критеріїв вибору і принципів заміни відсутніх компонентів палива для РРД, які використовуються в існуючих зразках озброєння на наявні.

Загальний метод оцінки можливостей заміни компонентів палива РРД пропонується виконувати наступними етапами, а саме: визначення фізико-хімічних характеристик компонентів палива; визначення параметрів газогенератору та камери згоряння; визначення параметрів системи постачання та зберігання компонентів палива; визначення тягових параметрів двигуна, профілю сопла, його дросельної і висотної характеристик; проведення оцінки умов заправки, надійності роботи двигуна та безпеки зберігання та транспортування.

Визначення фізико-хімічних параметрів компонентів, таких як тиск насиченої пари при температурі заправки, в'язкості, густини рідин, температури розкладання і кристалізації та хімічна взаємодія з матеріалами реального виробу виконується як **перший** етап.

На **другому** етапі виконується визначення параметрів камери і газогенератору таких як показник політропи згоряння, тиску і температури газу у камері і газогенераторі, його газова стала, параметр працездатності відносно коефіцієнту співвідношення компонентів у камері і газогенераторі відповідно до пнемо-гідравлічної схеми (ПГС) двигуна. Проводяться порівняльні розрахунки процесів згоряння у камерах двигуна та газогенератору з метою отримання основних параметрів двигуна на заданий тиск у камері та на зрізі сопла, тяги двигуна, питомого імпульсу, коефіцієнту надлишку окиснювача і коефіцієнту співвідношення компонентів, тощо, відповідно до ПГС двигуна.

На **третьому** етапі виконується опрацювання параметрів системи постачання по забезпеченню тиску у камері згоряння, витрат компонентів з максимальною ефективністю насосів і турбіни – для насосної системи постачання компонентів палива.

Четвертий етап містить порівняльний розрахунок запуску та вимикання двигуна на базових та нових компонентах палива.

П'ятий етап – експлуатаційний, в якому визначаються особливості та відповідності можливих умов заправки, надійності роботи двигуна,

безпеки зберігання та транспортування, властивостей компонентів палива до умов роботи двигуна на нових компонентах палива.

Оцінки щодо заміни компонентів або одного компонента палива РРД виконуються на базі сформованого масиву відносних основних параметрів двигуна, та співвідношень щодо забезпечення дальності використання та маси корисного навантаження виробу на нових компонентах палива по відношенню до базового. Попередні дослідження показують, що не завжди заміна палива можлива в принципі, а при теоретичному здійсненню заміни можливо погіршення показників двигуна та виробу, в якому він використовується.

Імпульсні показники літального апарату можуть при заміні компонентів палива як покращуватись, так і погіршуватись, зокрема показники дальності використання виробу та його корисного навантаження. Вибір раціонального нового палива проводиться за результатами оцінок різних варіантів двигунів, з можливістю незначної модифікації базової конструкції. Розробка двигуна на нових компонентах палива потребує додаткового, експериментального відпрацювання нових рішень щодо камери згоряння, газогенератору, систем постачання та зберігання компонентів палива. Принципи заміни компонента або компонентів палива для РРД в складі існуючого виробу являє собою складну науково-технічну проблему.

ЕВОЛЮЦІЯ ЗАСТОСУВАННЯ КЕРОВАНИХ АВІАЦІЙНИХ БОМБ: ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ВІТЧИЗНЯНИХ ЗРАЗКІВ

Л.М. Кірдей; С.А. Калетнік; О.О. Гончаренко, к.е.н., доц.
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Керовані авіаційні бомби (КАБ) стали одним із головних інструментів російської авіації у війні проти України: росія вперше застосувала КАБ ще в березні 2022 року, з 2024 року розпочались масовані атаки (в середньому 40 одиниць щодня), а за 2025 рік вже було скинуто понад 15 тис. КАБ. Дані за серпень 2025 року засвідчують спрямування тактики росії на Покровському/Донецькому та Запорізькому напрямах на щільне “розм’якшення” переднього краю саме КАБами (ФАБ-500/1500 з УМПК), що руйнують оборонні позиції й цивільну інфраструктуру. Наразі ворог використовує таку номенклатуру КАБів:

УПАБ-1500В, “Гром-Э2”, бомба-гібрид “Гром-Э1”, касетна бомба “Дрель”, а також універсальні модулі планерування та корекції, до складу яких входять фугасні авіаційні бомби (АБ) калібру від 250 до 3000 кг. На противагу, Україна одержала в рамках міжнародної допомоги інструменти для відповіді: від США – JDAM-ER (включно з новими 1000-фунтовими), від Франції – AASM HAMMER (сумісні з Mirage), які забезпечують реалізацію воєнних оперативних завдань: стримування/контрудар по “вузлах наступу” росії (КАБи є високоточною зброєю зі значним руйнівним ефектом і одночасно недорогим варіантом в порівнянні з крилатими ракетами (JDAM-ER – 35 – 40 тис. дол., AASM HAMMER – 210 тис. дол., SCALP-EG / Storm Shadow – $1,1–1,3 млн); підтримка маневреної оборони (швидкі удари по артилерійських позиціях/техніці, які росія висуває під прикриттям власних КАБів; застосування Україною КАБів з-за лінії фронту, мінімізуючи ризик для носіїв); підвищення “живучості” авіації (збільшена дальність нових модифікацій HAMMER (публічно заявлені плани модернізацій) означає пуски далі від зони ураження ЗРК і баражуючої авіації ворога); симетрична відповідь на російські КАБи і боротьба з РЕБ (попри активність РЕБ росії, Збройні Сили України нарощують і власні засоби (в т.ч. рішення для дезорієнтації російських бомб), але головне — не лише захист, а й власні високоточні масовані скидання. Проте, застосування КАБ іноземного виробництва з вітчизняних літаків МиГ-29, Су-24, Су-25, Су-27 потребувало їх модернізації (доопрацювання балками перехідними) та проведення спеціальних випробувань з метою: оцінки схемних, конструктивних та інших змін, які виникли під час доопрацювання серійних літаків, що спрямовані на розширення їх бойових можливостей; перевірки відповідності дослідних зразків балок перехідних вимогам експлуатаційної документації; оцінки особливостей та безпеки застосування з модернізованих літаків КАБ іноземного виробництва у визначених умовах бойового застосування; отримання матеріалів для відпрацювання (уточнення) експлуатаційної документації для літаків при бойовому застосуванні КАБ; надання рекомендацій щодо можливості допуску літаків, доопрацьованих балками перехідними, до експлуатації в Збройних Силах України.

Поряд з нарощуванням виробництва авіаційного озброєння країнами-партнерами (Франція в 2025 році збільшує обсяг виробництва AASM-HAMMER до ~1 200 од. на рік (проти ~830 у 2024 році), Україна з 2024 року розгорнула виробництво власних “розумних бомб”, використовуючи залишки радянських АБ ОФАБ-100-120, ОФАБ-250Т, ФАБ-250-М62,

ФАБ-500Т як базових компонентів КАБів. При розробці КАБ ставились такі цільові завдання: 1) висока точність ураження цілі, тобто забезпечення допустимого відхилення від запланованої точки ураження у межах десятка метрів; 2) мінімізація побічних втрат навколо цілі ураження за умови використання боєприпаса для операцій у міських умовах, що має на меті зменшення ризику втрат серед цивільного населення та інфраструктурних об’єктів; 3) розширення зони бойового застосування КАБ шляхом збільшення дальності польоту, що дозволяє здійснювати ураження об’єктів противника без входження літака-носія у зону ураження ППО. Реалізація зазначених завдань розробниками здійснюється за власними конструктивними підходами, які в своїй сукупності передбачають такі підходи: для забезпечення заданої точності використовується система (модуль) зміни напрямку в процесі руху АБ (кориговані АБ); збільшення дальності реалізується за допомогою висувних аеродинамічних поверхонь – комплектів (модулів) планерування (планеруючі АБ). Перспективним напрямком вітчизняного розвитку є оснащення АБ турбореактивним двигуном (бомби-гібриди), що забезпечить збільшення дальності їх польоту до 500 км. Проте, оцінка відповідності дослідних зразків основним тактико-технічним характеристикам, заявленим розробником, та видача рекомендацій замовнику про можливість допуску дослідного зразка до експлуатації здійснюється виключно за результатами попередніх випробувань. Отже, враховуючи обґрунтовану потребу України в КАБ та економічну доцільність їх національного виробництва, нагальною потребою є якомога швидше отримання позитивних результатів випробувань КАБ та допуск їх до експлуатації у Збройних Силах України.

ВИМОГИ ДО ЦИФРОВОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЗОНДУВАЛЬНИМИ СИГНАЛАМИ ПЕРСПЕКТИВНОГО ТВЕРДОТІЛЬНОГО БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОГО РАДІОЛОКАТОРУ L-ДІАПАЗОНУ

А.Є. Коба; Г.С. Залевський, д.т.н., с.н.с.
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Особливості сучасної війни у повітрі, застосування засобів повітряного нападу різних типів, швидкість і висота яких змінюється у широких межах, зумовлюють постійно зростаючі вимоги до радіолокаційних станцій. У даний момент армії провідних країн світу

мають у своєму арсеналі високомобільні твердотільні багатофункціональні цифрові радіолокаційні станції, які здатні функціонувати у різних режимах роботи та швидко їх змінювати залежно від повітряної обстановки. Прикладом такого радіолокатора є TPS-77 (США).

Для підвищення якості радіолокаційного спостереження повітряних об'єктів різних типів можуть застосовуватися різні зондувальні сигнали. Російсько-українська війна показала необхідність у багатофункціональних радіолокаторах, здатних здійснювати як круговий, так і секторний огляд простору із швидким електронним скануванням, а також виявляти та супроводжувати аеродинамічні і балістичні об'єкти.

Незважаючи на російську збройну агресію, Україна залишається державою, здатною проєктувати та виготовляти сучасні радари. У доповіді стисло наводяться результати аналізу можливостей сучасних багатофункціональних радарів щодо радіолокаційного спостереження як малопомітних малошвидкісних об'єктів, так і балістичних цілей. На підставі проведеного аналізу обґрунтовано вимоги до цифрової системи управління зондувальними сигналами перспективного багатофункціонального радіолокатора L-діапазону, здатного оперативно переналаштовуватися зі спостереження безпілотних літальних апаратів типу "Орлан-10", "Герань-2(3)" на радіолокацію крилатих ракет та високошвидкісних балістичних цілей.

Цифрова система, яка розглядається, враховує особливості функціювання твердотільних передавально-приймальних модулів, у яких здійснюється формування зондувальних сигналів та обробка прийнятих сигналів безпосередньо на виході антенної системи.

НАПРЯМИ ПІДВИЩЕННЯ БОЄЗДАТНОСТІ ТАКТИЧНОЇ АВІАЦІЇ УКРАЇНИ

А.В. Коваленко; Н.М. Пантєлєєва; М.Е. Хуторна, д.е.н., проф.
Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Одним з дієвих механізмів збереження боєздатності парку авіаційної техніки (АТ) є модернізація. Водночас, модернізовані літаки, що стоять на озброєнні ЗС України навіть до рівня 4+ об'єктивно не зможуть протистояти не лише літакам 5-го покоління, але також поступаються навіть F16AM/BM. Це обумовлює необхідність комплексного

дослідження проблематики поточного збереження та стратегічного підвищення боєздатності парку АТ. Так, наразі актуалізується питання можливості та особливостей модернізації F-16, що передані Україні у рамках міжнародної військово-технічної допомоги. Відмітимо, що європейські F-16 в 90-ті роки пройшли модернізацію та наразі це літаки версії M6.5 tape. Загалом всім їм притаманний однаковий технічний рівень та ступень зношеності. Також у цих літаків практично вичерпано ресурс планера, а активна експлуатація в умовах війни на недосконалій інфраструктурі пришвидшує цей процес.

Модернізація АТ зарубіжного виробництва апріорно складна та включає технічний, виробничий, фінансовий та бюрократичний аспекти. Останнє стосується дозвільної системи як щодо безпосередніх запчастин, комплектуючих, обладнання, так і виробничо-технологічного процесу, інфраструктури. Іншим бюрократичним аспектом є часовий ресурс та загалом тривалий час прийняття рішення. Наразі Україна об’єктивно немає фінансових можливостей для глибокої модернізації переданих F16, а тому доречно приділити увагу таким аспектам: модернізації / ремонту злітно-посадкової смуги; розвитку мережі сховищ; навчанню технічного персоналу. В аспекті модернізації доречно виокремлювати поточні і стратегічні плани. Перші мають на меті розширення номенклатури авіаційного озброєння та інтеграцію штатного і нештатного озброєння. Останнє впершу чергу стосується КАР та КАБ європейського виробництва, які надають країни-партнери у рамках військово-технічної допомоги.

Стосовно стратегічних планів, то мова повинна йти про: реалізацію програми ремонту планеру; заміну радара AN/APG 66(v2) на AN/APG-83, що надасть перевагу у сфері виявлення цілі, а також значно поліпшить можливості роботи літака по наземним цілям. Без цього ефективне ведення повітряного бою з літаками ворога неможливе.

Отримання Україною F-16 MLU беззаперечно підвищує бойову спроможність вітчизняних Повітряних Сил. Водночас, отримані літаки при інтенсивній експлуатації в умовах реальних бойових дій не стають новішими та об’єктивно потребуватимуть дороговартісної модернізації. Саме тому, це необхідно сприймати лише як перший крок до побудови сучасного, технологічного та повністю боєздатного повітряного флоту, а подальший розвиток української військової авіації вкрай обмеженого військового бюджету потребує виваженого та стратегічного підходу.

Поточна повномасштабна військова агресія росії та невизначеність її тривалості змушує також розглянути можливість і здійснити пошук

шляхів реалізації амбіційного плану – налагодження власного виробництва винищувачів. Варіант організації в Україні повного циклу виробництва бойових літаків наразі є неможливим через дефіцит фінансового ресурсу, низьку якість технологічної бази ОПК та відтік інтелектуального потенціалу. Наразі максимум про що може йти мова – це про "бюджетний" легкий винищувач, який зможе опціонально виконувати функції штурмовика та навчально-тренувального повітряного судна. Основною його перевагою є можливість застосовувати найкращі західні зразки авіаційного озброєння. Основою ж силової установки винищувача можуть стати як двоконтурні турбореактивні двигуни виробництва "Мотор Січ", так і зарубіжні аналоги. Успішність його реалізації суттєво залежить від міжнародної підтримки у рамках військово-промислового співробітництва, взаємовигідність якої обумовлюється виконанням таких умов: відсутність політичного антагонізму чи суперництва за вплив у регіонах чи у світі загалом; посилення воєнної безпеки усіх сторін договірних відносин / партнерства. У рамках країн ЄС ці дві умови виконуються, а створення передумов до забезпечення переваги України у повітрі над росією – це безпосередній крок до взаємного посилення воєнної безпеки всіх країн європейського континенту.

Значно реалістичнішим є сценарій розробки військової АТ у військово-промисловій кооперації з іншими країнами. Мова йде про електронне авіаційне обладнання, наприклад, радіолокаційну станцію, систему попередження про опромінення, комплекси РЕБ та ін., для виробництва яких гарантовано необхідна міжнародна кооперація. Інше, що доцільно розглянути – це долучення України до реалізації вже існуючих закордонних ініціатив.

ЩОДО ПИТАННЯ АКТУАЛЬНОСТІ РОЗРОБЛЕННЯ СУЧАСНИХ ЗРАЗКІВ КЕРОВАНИХ АВІАЦІЙНИХ ЗАСОБІВ УРАЖЕННЯ

С.М. Коротін, к.т.н., доц.; В.О. Дяченко
Національний університет оборони України

Активне використання керованих авіаційних бомб (КАБ) в російсько-українській війні стало суттєвим елементом переваги на тактичному рівні. Так, висока інтенсивність атак російських КАБ змушує український військово-промисловий комплекс (ВПК) розробляти власні

високоточні КАБ, одночасно з цим адаптувати західні технології для застосування західних зразків КАБ з літаків типу Су-25, МіГ-29, Су-27 ЗС України.

Ми бачимо, як російська федерація скопіювала американські технології (комплекти КАБ JDAM), максимально масштабувала їх під час війни проти України та перетворили бомби вільного падіння на високоточні плануючі КАБ.

Мета дослідження – посилити інформаційну підтримку та аналітичне забезпечення у сфері національної безпеки, оборони України з питань розроблення керованих авіаційних бомб власного виробництва.

Відомо з відкритих джерел, що у 2025 році росія планує виробити понад 70 000 таких керованих авіабомб, оснастивши радянські фугасні бомби (зокрема ФАБ-250, ФАБ-500, ФАБ-1500) модулями планування і корекції.

З метою підвищення ефективності застосування ударної авіації в Україні здійснюються власні розробки. Певна кількість підприємств в Україні сьогодні активно працює над створенням плануючих високоточних авіаційних бомб.

Поряд з цим, одночасно застосовуються західні керовані авіаційні бомби. Повітряні Сили ЗС України використовують КАБ західного виробництва. Зокрема, це американські бомби GBU-39 та GBU-62, оснащені комплектами JDAM, французькі бомби Armement Air-Sol Modulaire (Hammer).

Для використання західних високоточних бомб GBU і HAMMER Повітряні Сили пристосували бойові літаки типу Су-25, МіГ-29 та Су-27. Бомби HAMMER також використовуються з літаків Mirage - 2000. КАБ GBU-39 також використовується з літаків F-16. Точність таких бомб досить висока. Ймовірна кругова похибка складає до 6 метрів. Однак в умовах радіоелектронної боротьби ефективність супутникових навігаційних систем значно знижується, а отже, точність зменшується. Це змусило і США, і країни НАТО удосконалювати свої комплекти, щоб підвищити стійкість автопілоту КАБ до впливу систем РЕБ противника.

Досвід застосування КАБ, що розроблені в країнах-членах НАТО, показав, що висока ефективність застосування КАБ спостерігається при комплектації її гібридними навігаційними системами, обладнанні декілька ступенями захисту від впливу систем РЕБ противника.

На практиці авіація ПС ЗС України застосовує КАБ зі значно менших висот, щоб мінімізувати час перебування літака в зоні зенітних ракетних комплексів та винищувальної авіації противника в режимі активного

маневрування, з максимальною дальністю застосування до 40 км.

Отже, реалії умов бойового застосування плануючих керованих авіаційних бомб суттєво впливають на їх практичну дальність та ефективність. Для отримання переваги над противником нам необхідна значна кількість авіаційного озброєння, сучасної авіаційної техніки, підготовленого льотного та інженерно-технічного складу. Вітчизняні розробки авіаційного озброєння потребують потужної фінансової підтримки, впровадження сучасних технологій та як можна швидкої їх реалізації на вітчизняних підприємствах ВПК.

ШЛЯХИ ЗБІЛЬШЕННЯ ШИРИНИ СПЕКТРУ СКЛАДНИХ СИГНАЛІВ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ СИНТЕЗАТОРІВ ЧАСТОТИ

І.В. Красношапка, к.т.н., доц.; К.В. Садовий, к.т.н., доц.; К.О. Самойлов; Р.Р. Торба
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Війни 4-го покоління – це конфлікти, в яких сторони використовують не лише традиційні військові сили, а й інші методи, такі як інформаційна війна, кібератаки, психологічні операції та асиметричні бойові дії. Український досвід чітко показав, що високотехнологічна зброя надає суттєву перевагу. У цьому контексті, радіолокація відіграє критичну роль у виявленні ворожих об’єктів, таких як літаки, ракети та БПЛА. В сучасних радіолокаційних системах велике поширення одержали складні сигнали, і найпоширенішим їхнім типом є сигнали з лінійною частотною модуляцією (ЛЧМ). Вони забезпечують високу роздільну здатність по дальності без зменшення тривалості зондувальних імпульсів, що є критично важливим для ефективного виявлення цілей. Підвищення просторової роздільної здатності когерентно-імпульсних радіолокаційних систем, які використовують сигнали з лінійною частотною модуляцією (ЛЧМ), досягається шляхом збільшення частотної девіації та застосування спектрального формування з ваговою обробкою. Це забезпечує ефективне подавлення бічних пелюсток імпульсно-компресованого сигналу. Однак апаратні обмеження цифрових формувачів сигналів, зокрема обмежена тактова частота (як правило, у межах 250–500 МГц), істотно ускладнюють генерацію ЛЧМ-сигналів із широкою девіацією частоти.

У доповіді розглядається метод формування ЛЧМ-сигналів,

заснований на використанні балансних змішувачів у квадратурних каналах та модулюючих V-подібних сигналів з відповідними фазовими зсувами. Цей метод висуває високі вимоги до точності формування модулюючих сигналів та припустимих похибок встановлення фазових зсувів у квадратурних каналах. Його ключові переваги полягають у тому, що модулюючий сигнал формується на низькій частоті, що знижує вимоги до швидкості цифрових синтезаторів, а також у можливості одночасного перенесення спектра сигналу на високу частоту та збільшення девіації частоти, що критично для забезпечення високої роздільної здатності.

ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ПРОТИПОВІТРЯНОГО ПРИКРИТТЯ ТА ІНШІ ДОДАТКОВІ ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ЗАХОДІВ БОЙОВОЇ ПІДГОТОВКИ (ПОЛІГОННИХ ВИПРОБУВАНЬ) НА ПОЛІГОНАХ В УМОВАХ ВОЄННОГО ЧАСУ

К.К. Кулагін[1], к.т.н., с.н.с.; О.І. Ведмідь[1], к.т.н., доц.;
К.П. Квіткін[1]; О.В. Юла[2]
[1]Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба;
[2]Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Збройна агресія російської федерації проти України призвела до певних тимчасових втрат та обмежень використання полігонної бази Повітряних Сил (ПС) Збройних Сил (ЗС) України, особливо для застосування та/або полігонних випробувань зразків ракетного та зенітного ракетного озброєння (ЗРО). Однак, наявні полігони та тимчасові майданчики (ТМ), розташовані в тилових районах країни і районах приморського базування на підконтрольній Україні території, як і раніше, здатні забезпечувати практичні заходи бойової підготовки (ПЗБП) та полігонні випробування з урахуванням ризиків застосування засобів повітряного нападу противника та відповідної організації протиповітряного прикриття полігонів (ТМ) та запровадження низки інших додаткових заходів безпеки.

Результати аналізу ідентифікованих додаткових ризиків та загроз для особового складу, озброєння та військової техніки, які можуть бути реалізовані в наслідок застосування противником по об’єктам на полігонах (ТМ) засобів ураження, показали, що окрім додаткових організаційних та технічних заходів безпеки необхідно докорінно змінити порядок підготовки та організації протиповітряного прикриття позицій на

полігонах (ТМ) та забезпечити рівень ризику для особового складу і техніки, розгорнутих на них, на рівні не вище припустимого для воєнного часу, а для цивільного населення і об'єктів інфраструктури, що потрапляють в зону небезпеки – на рівні унормованих для мирного часу показників. Необхідно значно розширити номенклатуру засобів для прикриття від повітряних загроз та радіоелектронної боротьби. Окрім традиційних зразків протиповітряної оборони, необхідно передбачати залучення протидронових безпілотних систем, антидронових рушниць та різноманітних засобів радіоелектронної протидії. Наряду із розширенням номенклатури засобів протидії, необхідно суттєво змінити традиційний для мирного часу порядок організації ситуаційної обізнаності і контролю за повітряним, наземним і морським простором, а також порядок взаємодії із силами та засобами інших підрозділів ПС, видів ЗС України та структурами сил безпеки і оборони країни, включаючи доступні спроможності країн-партнерів.

Додаткові заходи безпеки мають забезпечити пом'якшення ризиків застосування засобів повітряного нападу до прийнятного рівня і, відповідно, зменшити ймовірність ураження особового складу, розгорнутого озброєння та військової техніки, засобів полігонного обладнання та полігонного вимірювально-обчислювального комплексу, забезпечити нормальну роботу пункту управління полігону, керівництва ПЗБП та/або комісії з полігонних випробувань, інформаційно-вимірювальних засобів, засобів відеоспостереження та об'єктивного контролю, своєчасну евакуацію особового складу і критично важливих елементів озброєння під час раптово виникаючих загроз, оперативну ліквідацію наслідків застосування засобів ураження противником та надання медичної допомоги. Вони мають включати: організаційні заходи підготовки до ПЗБП та/або випробувань; заходи скритого висування на полігон та оперативного розгортання/згортання за різними маршрутами; інженерні заходи з додаткового облаштування укриттів для озброєння та особового складу, підземних комунікацій, а також декількох альтернативних стартових майданчиків, технічних та інших позицій, включаючи хибні позиції з розгорнутими на них імітаційними макетами озброєння; заходи з легендування та маскування реальних заходів, точного місця та часу їх проведення; заходи з підвищення ситуаційної обізнаності, взаємодії та координації зусиль тощо.

В доповіді розглянуті результати аналізу можливих варіантів застосування противником засобів ураження по об'єктах, що розгортаються на полігонах під час проведення ПЗБП та/або полігонних випробувань із бойовим застосуванням ЗРО по повітряним мішеням,

визначені вимоги до організації протиповітряного прикриття, запропоновані додаткові до мирного часу шляхи забезпечення безпеки в умовах ймовірного впливу противника у воєнний час.

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ФОРМУВАННЯ АЕРОДИНАМІЧНОГО КОМПОНУВАННЯ ПЛАНЕРУЮЧОЇ КОРИГОВАНОЇ АВІАЦІЙНОЇ БОМБИ

*В.М. Кумпаненко, к.т.н., с.н.с.; В.В. Тараненко, к.т.н.;
С.Д. Войтенко, к.т.н., с.н.с.
Державний науково-дослідний інститут авіації*

Одним із напрямів підвищення спроможностей авіації Повітряних Сил Збройних Сил України щодо виконання бойових завдань за призначенням є оснащення літаків сучасними авіаційними засобами ураження (АЗУ). У цьому напряму особливу увагу приділяють розробці (удосконаленню) планеруючих коригованих авіаційних бомб (ПКАБ). Сучасний військово-промисловий комплекс, науковці України та небайдужі підприємці з великою інтенсивністю підключились до таких розробок із подальшими проведеннями попередніх випробувань.

Однак, при проектуванні будь якого літального апарату (ЛА) практично завжди виникає проблема вибору його аеродинамічної схеми та компонування. Загальним принципом такого вибору є необхідність забезпечення максимальної аеродинамічної якості, стійкості ЛА, мінімальної маси конструкції та витрат на його виготовлення. При цьому вибір аеродинамічної схеми та компонування повинен враховувати взаємний вплив складових ЛА на його аеродинамічні характеристики, що ускладнює прийняття рішення за наведеним питанням.

Однак в рамках вже реалізованих чи запропонованих рішень може бути організовано пошук найкращого рішення з точки зору оціночних критеріїв, в нашому випадку – це максимальна аеродинамічна якість K_{max} та критерій обмеження – це критична швидкість польоту для обраної конфігурації число Маха – $M_{кр}$. Негативним наслідком цього явища є виникнення та суттєве зростання додаткового лобового опору, яке в аеродинаміці іменують хвильовим. Режими польоту вище $M_{кр}$ в межах запропонованої роботи не розглядаються.

Таким чином, для забезпечення найбільш пологого планерування, що забезпечує максимальну відстань планерування можна отримати на режимі максимальної аеродинамічної якості.

Для визначення максимальних значень аеродинамічної якості при

зміні геометричних параметрів ПКАБ дослідження було розбито на три основні блоки:

1. Аналіз впливу зміни кута стрілоподібності крила (при незмінній його площі).

2. Аналіз впливу зміни довжини корпусу та діаметру його Міделевого перетину (при незмінних площі та куті стрілоподібності крила при збереженні його початкового внутрішнього об'єму для можливості розміщення корисного навантаження).

3. Аналіз впливу Х-образного хвостового та V-образного хвостового оперення з верхнім розміщенням поверхонь оперення (при незмінних площі та куті стрілоподібності крила та визначеній довжині корпусу та діаметру його Міделевого перетину).

За результатами розрахунків побудовано залежності K_{max} в залежності від кута стрілоподібності крила та числа Маха. В межах запропонованої роботи були визначені значення критичного числа Маха:

для крила зі стрілоподібністю 30^0 – $M_{кр} = 0,75$; для крила зі стрілоподібністю 20^0 – $M_{кр} = 0,68$; для крила зі стрілоподібністю 10^0 – $M_{кр} = 0,66$; для крила зі стрілоподібністю 0^0 – $M_{кр} = 0,64$.

Аналіз значень максимальної аеродинамічної якості свідчить, що для варіанту зі стрілоподібністю 10^0 основний оціночний критерій – максимальна аеродинамічна якість K_{max} в діапазоні швидкостей з $M = 0,45$ до значень $M_{кр} = 0,66$ має найбільші значення. До того ж, до швидкості $M<0,45$ значення K_{max} має незначне зменшення відносно варіанту зі стрілоподібністю 0^0.

За результатами аналізу проведених досліджень щодо зменшення діаметру Міделева перетину – D_{mid}, отже й площі Міделева перетину – S_{mid} при збільшенні довжини корпусу – $L_ф$ дозволить зменшити силу лобового опору корпусу та ЛА в цілому, що в свою чергу вплине на збільшення аеродинамічної якості ЛА.

Аналіз застосування V-образного хвостового оперення показує, що основний оціночний критерій – максимальна аеродинамічна якість K_{max} має найбільші значення. Використання комп'ютерних технологій у системах управління ЛА змінило ситуацію щодо його масового застосування. Такий різновид оперення ЛА одночасно виконує функції горизонтального та вертикального оперення. Бортовий комп'ютер формує комбіновані управляючі сигнали для відхилення аеродинамічних поверхонь з метою формування заданої траєкторії польоту в залежності від програми польоту.

Таким чином, результати наведених теоретичних досліджень

розкривають напрями щодо можливого збільшення основного оціночного критерію – максимальної аеродинамічної якості ЛА, дозволяють скоротити обсяг експериментів та попередніх випробувань та можуть бути використані при прийнятті рішення щодо розробки та уточнення тактико-технічних вимог до перспективної ПКАБ.

ПЕРСПЕКТИВИ УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ОЦІНЮВАННЯ НАДІЙНОСТІ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ ПРИ МАЛІЙ КІЛЬКОСТІ ДОСЛІДІВ

О.В. Кушніренко; В.М. Чуприна, д.т.н., доц.; В.М. Феденько
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Оцінювання надійності авіаційної техніки є одним з ключових завдань забезпечення безпеки польотів та ефективності експлуатації авіаційної техніки (АТ), особливо у військовій сфері. Більшість відомих методик орієнтовані на значні вибірки експериментальних даних і не враховують специфіку роботи з одиничними дослідними зразками, що є типовою ситуацією на етапах розробки, модернізації чи випробувань модернізованих або модифікованих зразків авіаційної техніки. Відсутність повноцінно розробленого підходу до оцінювання надійності за малої кількості дослідів обмежує можливості своєчасного прийняття технічних рішень, створює ризики недооцінки чи переоцінки ресурсу, а також ускладнює процедури підтвердження льотної придатності. Тому розробка і впровадження методики, адаптованих до умов мінімального обсягу випробувальних даних, є актуальним науковим і практичним завданням, що має значний вплив на безпеку та ефективність використання авіаційних систем.

Висока надійність АТ, насамперед, важлива для експлуатантів, адже впевненість у високій надійності є запорукою підтримання встановленого часу підготовки АТ до бойового завдання. Виробникам важливо забезпечувати високий рівень надійності АТ, що зменшує необхідність виконання рекламаційних робіт, що дозволяє концентрувати увагу на розробці та модернізації зразків АТ.

Метою досліджень є визначення основних напрямків удосконалення методики оцінювання надійності АТ в умовах малої кількості дослідів, а також пропозиція комплексного підходу, який поєднує різні методи для підвищення ефективності та достовірності оцінки.

Перспективним напрямом розвитку є розробка удосконаленої методики оцінювання надійності авіаційної техніки за показником міцності, яка базується на розрахунку ймовірності безвідмовної роботи за коефіцієнтом запасу міцності та квантилем нормального розподілу для заданого рівня довірчої ймовірності. Методика враховує як статичні, так і втомні навантаження, що дозволяє комплексно оцінити вплив граничних станів на показники надійності.

Також для вирішення цієї проблеми в методиках випробувань пропонується застосувати комплексний підхід оцінювання надійності АТ, до якого варто включити:

1) метод математичного планування експерименту, що скорочує кількість дослідів, матеріальні витрати та терміни проведення досліджень шляхом пошуку оптимального рішення;

2) експертне оцінювання важливості критеріїв надійності (зокрема, методом аналізу ієрархій), що дозволяє формалізувати суб'єктивні судження експертів;

3) функціональний аналіз відмов (за скороченим варіантом) для ідентифікації критичних функцій та елементів/підсистем та оцінювання ймовірних наслідків відмов.

У разі наявності попередніх даних від зразків-аналогів або статистичних даних стендових випробувань доцільно використовувати метод контрольних карт Шухарта для виявлення змін у поведінці показників надійності під час випробувань та байєсівський підхід до оновлення оцінки надійності на основі нових спостережень, що дозволяє адаптувати оцінку надійності до реальних умов.

Удосконалена методика дозволить ефективно оцінювати надійність АТ в умовах обмежених випробувань, що підвищує обґрунтованість рішень щодо продовження ресурсу, модернізації або відновлення льотної придатності на відміну від існуючих підходів.

ПРОБЛЕМА РОЗРОБКИ ВІТЧИЗНЯНИХ МАЛОГАБАРИТНИХ ТУРБОРЕАКТИВНИХ ДВИГУНІВ ДЛЯ АВІАЦІЙНИХ БОЄПРИПАСІВ ВЕЛИКОЇ ДАЛЬНОСТІ

Є.В. Лайське; Н.М. Пантєлєєва, д.е.н., к.т.н., проф.
Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Ринок малогабаритних двигунів став стрімко розвиватися під

впливом зростання попиту завдяки використанню у військових операціях безпілотних літальних апаратів і керовані авіаційні бомби (КАБ). Так, обсяг глобального ринку високоточних боєприпасів, сегментом якого є КАБ, у 2024 р. становив 36,36 млрд дол США, а за прогнозами до 2030 р. він досягне 49,71 млрд дол США (5,9 % CAGR). Країни-лідери, реалізуючи програми розробки КАБ, використовують різни типи двигунів: США – твердопаливний маршовий двигун, компактний турбореактивний двигун (ТРД), наприклад, для Powered JDAM, JDAM-ER; Іран – малогабаритні реактивні/твердопаливні двигуни (Shahed-бомби); Китай – маршові двигуни малої ваги та ТРД (КАБ FT-200); Туреччина – ТРД (КАБ Turkish KGK-SİHA-82); Індія – твердопаливний або малогабаритний ТРД (КАБ SAAW). Збройні сили України мають гостру потреб у високоточному авіаційному озброєнні, до яких відносяться КАБ. Протягом повномасштабної агресії в рамках міжнародної технічної допомоги Україною одержано такі види КАБ – JDAM-ER, GBU-39 SDB (Small Diameter Bomb), GBU-12 Paveway II, GBU-24 Paveway III (США, Німеччина, Австралія), Paveway IV (Великобританія), AASM HAMMER (Франція). Висока ефективність КАБ при відносно низької вартості поставила завдання їх серійного виробництва в Україні. Результати попередніх випробувань (2024) дослідних зразків КАБ на базі авіаційних бомб калібру 100, 250 і 500 кг показали, що найкращу ефективність демонструють КАБ з турбореактивними двигунами.

Згідно Спільного рішення щодо порядку виконання робіт з розроблення лінійки турбореактивних двигунів для боєприпасів (квітень 2025) поставлені завдання розробки і затвердження ТТЗ, конструкторської документації, виготовлення дослідних зразків і проведення попередніх (стендових і льотних) випробувань малогабаритних турбореактивних двигунів (МТРД) малої, середньої і високої потужності для КАБ. МТРД є особливим типом двигунів, які не можуть бути спроектовані через призму створення великорозмірних двигунів і вимагають іншого підходу в питаннях теорії теплових машин, термодинамічного розрахунку та ресурсу. При розробці МТРД, на наш погляд, доцільно врахувати такі вимоги: 1) застосування термодинамічного циклу з помірними параметрами, наприклад для двигуна з потужністю 220 Н: ступінь стискання 2,0…4,0; температура газів на зрізі сопла 800…1000К, годинна витрата палива 20…30 кг/год; 2) спрощення конструкції вузлів та агрегатів з мінімальною кількістю рухомих частин, застосування дешевих

матеріалів через незначний ресурс (до 10 годин); 3) оптимальна узгодженість двигуна та його систем з КАБ; 4) автоматичне управління та адаптація до умов застосування на траєкторії польоту КАБ; 5) низька собівартість виробництва.

Проведений SWOT-аналіз свідчить, що Україна має певний потенціал для виконання цього завдання, зокрема, авіаційно-двигунобудівний досвід, розвинену школу ракетного і твердопаливного озброєння, гнучкий та інноваційно активний приватний сектор вітчизняного оборонно-промислового комплексу, досвід адаптації під БпЛА. Зауважимо, що позитивним прикладом виробництва МТРД, може слугувати двигун AI-04 потужністю 450 Н. Він цілком конкурентоспроможний проти двигунів KingTech K-450G4+ (США, 450 Н) і PBS TJ40-G1 (Чехія, 395 Н), а тому може виступати прототипом для нових моделей МТРД.

Реалізація потенційних можливостей повинна враховувати і нівелювати стримуючи фактори/обмеження, до яких відносимо відсутність спеціалізованої виробничої бази, обмежений доступ до жароміцних сплавів і мікроелектроніки, критичну залежність від імпорту сучасних навігаційних систем, відсутність стабільного і достатнього державного фінансування НДДКР і виготовлення дослідних зразків, складність проведення випробувань.

Поряд зі стримуючими факторами не можна виключати загрози повторного руйнування підприємств, уповільнення процесу розробки внаслідок недостатньої координації між розробниками, бар'єри щодо отримання необхідних матеріалів і комплектуючих, супротив з боку глобальних учасників ринку МТРД. Водночас розробка і виготовлення вітчизняних МТРД відкриває нові можливості для поглиблення процесу імпортозаміщення, міжнародної кооперації з країнами-партнерами, розширення механізмів фінансування, а на довгострокову перспективу – набуття технологічного суверенітету та зміцнення експортного потенціалу.

Оцінюючи ймовірність успішної розробки і виробництва лінійки МТРД, передбачаємо, що за позитивним сценарієм тривалість становитиме більше двох років.

Отже, розробка вітчизняних МТРД для КАБ підвищить спроможності ЗСУ щодо маневреності високоточного ураження цілей в умовах повномасштабної агресії росії проти України.

ТЕХНОЛОГІЯ ВІРТУАЛЬНОГО ПОЛІГОНУ ЯК ОСНОВА КОМБІНОВАНОЇ СИСТЕМИ ВИПРОБУВАНЬ ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО ОЗБРОЄННЯ

В.В. Лук’янчук, д.т.н., проф.; Г.В. Місюк, д.філос.;
І.М. Ніколаєв, к.т.н., с.н.с.
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Створення систем (комплексів) зенітної ракетної озброєння (ЗРО) є складним процесом, в якому одним з трудомістких і тривалих етапів є етап державних випробувань дослідного зразка на полігону в умовах, максимально наближених до реальних, з метою оцінки відповідності його тактико-технічних характеристик (ТТХ) вимогам тактико-технічного завдання (ТТЗ). Наявність великої кількості показників, які впливають на ефективність бойового застосування зразка ЗРО, що визначаються параметрами зони ураження типових цілей, зумовлюють необхідність проведення великої кількості натурних експериментів, що значно підвищує вартість і терміни полігонних випробувань. У зв’язку з цим актуального значення набуло завдання розробки нових підходів до проведення державних випробувань дослідних зразків ЗРО, які враховують як ресурсні та тимчасові обмеження, так і необхідність підвищення точності оцінок ТТХ виробу, що випробовуються. Для вирішення цього завдання пропонується використовувати комбіновану систему випробувань (КСВ), яка передбачає оптимальне поєднання натурних експериментів та спеціалізованих засобів напівнатурного та математичного моделювання для отримання оцінок ТТХ дослідного зразка при мінімальному обсязі експериментальних даних. КСВ передбачає розробку та реалізацію технології віртуального полігону.

Практика розробки систем (комплексів) ЗРО свідчить, що для підвищення ефективності випробувань дослідного зразка необхідно враховувати як обмеження полігонного обладнання, так і можливості сучасних інформаційних технологій. Показано, що КСВ передбачає заміну частини натурних випробувань дослідного зразка ЗРО, пов’язаних із застосуванням льотних засобів та виконанням дослідних стрільб, моделюванням з використанням стендів напівнатурного та математичного моделювання. Така заміна буде ефективною, якщо вона забезпечить необхідний обсяг оцінюваних ТТХ дослідного зразка із заданим рівнем точності та достовірності при обмеженнях на тривалість і вартість випробувань.

Технологія натурно-модельного експерименту повинна бути спланована і скоординована у методичному, технічному та організаційному плані та поєднувати результати натурних випробувань та моделювання. Ця технологія передбачає:

– проведення мінімально необхідної кількості натурних випробувань дослідного зразка ЗРО, його складових частин та функціональних систем з реєстрацією результатів в апаратно-програмному комплексі реєстрації та оцінки результатів випробувань;

– проведення випробувань дослідного зразка ЗРО, його складових частин та функціональних систем методом імітаційного моделювання з реєстрацією результатів в апаратно-програмному комплексі реєстрації та оцінки результатів випробувань;

– проведення випробувань на стенді напівнатурного моделювання з використанням окремих складових частин (функціональних систем) зразка ЗРО та імітаційних моделей для розширеної кількості варіантів повітряної обстановки, накопичення статистичних даних про результати випробувань і реєстрація результатів цих випробувань;

– отримання оцінок показників якості функціонування зразка ЗРО під час супроводження повітряних цілей за зареєстрованими результатами випробувань на стенді напівнатурного моделювання.

Застосування КСВ на етапі державних випробувань з використанням технологій віртуальної реальності можливе за наявності та функціонування в середовищі моделювання наступних математичних моделей:

– параметричної моделі дослідного зразка ЗРО та його складових частин;

– моделі умов випробувань та фізичних, кліматичних явищ;

– моделі випробувального полігону (включаючи модель топології позиційного району, модель мішеного комплексу, модель завадового комплексу, модель комплексу траєкторних вимірів, модель телеметричних вимірювань, модель інфраструктури);

– модель випробувальної роботи, що визначає організацію роботи засобів випробувань та їх взаємодію.

Таким чином, впровадження КСВ дослідних зразків ЗРО на етапі державних випробувань дозволить підвищити точність оцінок ТТХ зразка ЗРО за рахунок використання великої кількості статистичних даних, отриманих методом імітаційного моделювання та напівнатурних випробувань, істотно зменшити час та вартість випробувань, а також

розширити діапазон умов проведення випробувань, включаючи умови обстановки, в яких перевірка якості функціонування дослідного зразка ЗРО неможлива або пов’язана зі значними витратами.

ОСОБЛИВОСТІ ВИМОГ ДО ОЦІНЮВАННЯ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ БОЄПРИПАСІВ ТА ІНШИХ ВИРОБІВ ВИБУХОВОЇ ДІЇ

О.М. Магу; О.В. Акімова, к.юрид.н.;
О.М. Чередніков, к.т.н., доц.
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Науково обґрунтована процедура оцінювання надійності озброєння та військової техніки (ОВТ) дозволяє значно зменшити ризики відмов і збільшити ефективність застосування ОВТ.

Для оцінювання надійності ОВТ на протязі його життєвого циклу мають враховуватись керівні документи щодо методів та способів оцінювання надійності озброєння та боєприпасів, а саме: Закони України, Постанови Кабінету Міністрів України, накази Міністерства оборони України, міжнародні стандарти та директиви (MIL-STD, STANAG, ISO, NATO AOP), та державні стандарти України (ДСТУ), які регламентують їх розробку, випробування, виробництво, транспортування, експлуатацію, зберігання.

Таким чином формуються основи для створення технічних умов, проведення випробувань та сертифікації ОВТ і, як наслідок, підвищення довіри до українських виробів як на національному, так і на міжнародному рівнях.

В сучасних умовах важливо досягти максимального рівня достовірності оцінки надійності ОВТ. Особливість оцінки надійності боєприпасів та інших виробів вибухової дії полягає в оцінці: точності ураження цілі, ймовірності безвідмовного функціонування, ймовірності правильного та безпечного спрацювання кожного виробу, що безсумнівно потребує уточнення наукових підходів до оцінювання надійності. Надійність боєприпасу визначається як здатність зберігати працездатність протягом визначеного терміну зберігання та забезпечити спрацювання в заданих умовах з визначеною ймовірністю.

Авторами зроблено спробу обґрунтувати ключові параметри надійності, фактори, що впливають на її рівень, а також методи оцінки надійності боєприпасів та виробів вибухової дії з використанням математичного моделювання та експериментальних випробувань. Наведено сучасні тенденції підвищення достовірності оцінки надійності таких виробів.

Основними параметрами є: імовірність правильного спрацювання (Рс), імовірність безпечного зберігання (Рб), інтенсивність відмов (λ), термін гарантійного зберігання (Тг), ймовірність безвідмовної роботи (Рбв) протягом часу зберігання, середній час до відмови (MTTF) для окремих компонентів (наприклад, електроніки) тощо.

Надійність є імовірнісною характеристикою, яка вимагає статистичного обґрунтування і врахування варіабельності зовнішніх умов. До основних груп факторів належать:

– конструктивні: надійність запалу, тип вибухової речовини, спосіб ініціювання, конструкція стабілізаторів;

– технологічні: якість виготовлення, дотримання допусків, рівень автоматизації, точність дозування компонентів;

– матеріальні: хімічна стабільність ВР, корозійна стійкість корпусу, герметичність елементів;

– експлуатаційні: умови транспортування, температурні цикли, вібрації, вологість;

– часові: старіння полімерів, деградація вибухових речовин, міграція компонентів сумішей.

Також суттєве значення має людський фактор: порушення правил зберігання, механічні пошкодження під час перевезення тощо.

У доповіді розглянуто підходи до оцінювання надійності одноразових виробів ОВТ, зокрема снарядів та ракет. Забезпечення надійності має здійснюватися на всіх етапах життєвого циклу боєприпасу – від проєктування до знищення.

Подальше вдосконалення підходів до оцінювання надійності має ґрунтуватися на поєднанні теоретичних і прикладних методів, а також враховувати умови сучасного середовища.

Важливим напрямом є гармонізація національних вимог зі стандартами НАТО та удосконалювання керівних документів щодо визначення надійності, ефективності та безпечності їх бойового застосування.

ЩОДО ВАРІАНТІВ ВПРОВАДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ ТАКТИЧНИХ ЛІТАКІВ

Г.А. Медведєв;
О.Г. Яровенко; Т.І. Карнаух
Державний науково-дослідний інститут авіації

В сучасних умовах ведення бойових дій вкрай актуальною постає проблема ситуаційної обізнаності військ (сил) як в цілому, так і окремих бойових одиниць. Це наочно підтверджується досвідом російсько-української війни.

Аналіз штатних засобів передачі даних, які встановлено на вітчизняних літаках четвертого покоління (МиГ-29, Су-27), показує, що вони є морально та фізично застарілими, мають низькі показники експлуатаційної та ремонтної придатності та в цілому не відповідають сучасним вимогам до таких систем за показниками швидкості передачі даних, пропускної здатності каналів та обсягу і типу інформації, що може бути передана. Це застаріле обладнання не забезпечує взаємосумісність з сучасними компонентами інформаційного обміну при впровадженні авіаційних та наземних платформ західного виробництва (за стандартами НАТО).

У провідних авіаційних державах для швидкого отримання, передачі оперативної інформації та прийняття рішень під час виконання завдань у повітряному просторі створюють єдину інформаційну систему обміну даними. З технічної точки зору це забезпечується впровадженням перешкодозахищеної апаратури передачі даних Data Link. США та країнами НАТО використовується сучасна система Link 16 (TADIL J), яка представляє собою тип військової тактичної мережі обміну даними в масштабі часу, наближеному до реального. Це комунікаційна, навігаційна та ідентифікаційна система, яка підтримує обмін даних між тактичними командуваннями, літальними апаратами, кораблями та наземними підрозділами. Основні вимоги до неї описано в Угоді щодо стандартизації НАТО STANAG 5516. Система забезпечує перешкодозахищеність та конфіденційність цифрового і мовного трафіку. Робота приймально-передавальної апаратури (терміналів MIDS) здійснюється в ультракороткохвильовому діапазоні в зоні прямої радіовидимості.

В системі Link 16 реалізовано принцип часового розділення доступу до каналу, що передбачає передачу інформації кожним учасником у

виділених періодах. Всі абоненти об'єднуються у мережеві функціональні групи (так звані групи NPG), для кожної з яких виділяються часові слоти для передачі повідомлень, об'єднаних єдиною функціональною метою. Основні сфери використання системи охоплюють функції спостереження, навігації та управління повітряними платформами, радіоелектронної боротьби, управління місіями і застосуванням зброї, ідентифікації (впізнавання) "свій-чужий".

Складність розробки, виробництва та впровадження сучасних засобів обробки і передачі даних, а також обмеженість наявного фінансового ресурсу обумовлюють доцільність поступового (поетапного) підходу до реалізації перспективної системи інформаційного обміну тактичної авіації. На основі проведеного аналізу обґрунтовано пропозиції щодо варіантів (і відповідно – етапів впровадження) системи та напрямків її подальшого розвитку, відпрацьовано технічний обрис зазначених варіантів.

На першому етапі можуть бути реалізовані окремі канали обміну даними для наземних засобів автоматизації та платформ старого парку (штатних тактичних літаків і засобів ППО) та для платформ нового парку (тактичних літаків і засобів ППО західного виробництва). Розглянуто технічні засоби, які мають бути встановлені (підключені) для реалізації зазначених каналів.

На другому етапі представляється доцільним забезпечити повну інтеграцію тактичного каналу даних до діючої автоматизованої системи управління, щоби платформи старого і нового парку отримали можливість функціонувати в загальному інформаційному середовищі.

На етапі подальшого розвитку доцільно здійснити повне впровадження системи в усі складові мережі обміну інформацією, тобто оснастити всі повітряні та наземні платформи (в тому числі штатні зразки старого парку) відповідною приймально-передавальною апаратурою. При цьому повинно бути визначено обсяг реалізації функціоналу системи (наприклад, шляхом виділення пріоритетних функціональних груп NPG).

Така перспективна система забезпечить суттєве підвищення рівня ситуаційної обізнаності літаків тактичної авіації, надасть можливість виконання бойових задач спільно з літаками нового парку в складі однієї групи.

З'явиться також перспектива розширення кола учасників мережі за рахунок літаків управління та зв'язку, окремих типів безпілотних літальних апаратів тощо.

ВІЗУАЛЬНО-ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ АЛГОРИТМУ КОМПЕНСАЦІЇ ПАСИВНИХ ПЕРЕШКОД ЗА ДОПОМОГОЮ КАРТИ ПЕРЕШКОД, ЩО РЕАЛІЗОВАНИЙ В РАДІОЛОКАЦІЙНІЙ СТАНЦІЇ П-18МА

І.М. Невмержицький, к.т.н., доц.;
О.О. Казакова; В.М. Домашевський
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Радіолокаційна станція (далі – РЛС) П-18МА це станція метрового діапазону хвиль, яка є розробкою вітчизняного науково-виробничого підприємства “Аеротехніка-МЛТ” та прийнята на озброєння у 2007 році. Ця РЛС за час російсько-української війни зарекомендувала себе в радіотехнічних військах Повітряних Сил та у військових частинах ППО Сухопутних військ Збройних сил України, як надійне джерело для отримання розвідувальної радіолокаційної інформації про повітряну обстановку. Враховуючи особливості нинішнього етапу російсько-української війни, бойове застосування даного типу РЛС полягає у виявленні та супроводженні повітряних об’єктів з малим рівнем радіолокаційної помітності (БпЛА, крилаті ракети), які рухаються на тлі потужного відбиття ехосигналів РЛС від пасивних перешкод. Перешкодами у даному випадку можуть бути відбиття від місцевих предметів на земній поверхні – “місники”, від гідрометеорних утворень в атмосфері – хмари дощу, туману, граду, неоднорідностей атмосфери (“ангели”), а також штучно створювані пасивні перешкоди – металізовані стрічки, аерозолі та інше. Для компенсації вказаних вище пасивних перешкод в РЛС П-18МА застосовується два алгоритми – алгоритм селекції рухомих цілей (далі – СРЦ), який реалізує схему двократного черезперіодного віднімання (далі – ЧПВ) та алгоритм карти перешкод (далі – КП). Алгоритм КП є останнім етапом перед пороговою обробкою ехосигналів, тому від ефективності його роботи буде в значній мірі залежати ефективність усієї обробки в цілому.

Виходячи з цього, питання аналізу, вивчення та дослідження ефективності алгоритму КП, що реалізований в РЛС П-18МА є актуальними. Для вирішення цих питань пропонується застосовувати візуально-імітаційне моделювання за допомогою графічного середовища Simulink системи MATLAB. За результатами моделювання була створена Simulink-модель алгоритму КП РЛС П-18МА. Правильність результатів роботи Simulink-моделі перевірялася в ході проведення низки

експериментів, де на входи Simulink-моделі алгоритму КП надходили імітовані комбінації ехосигналів цілей, власних шумів та пасивних перешкод. Наведені результати експериментів підтверджують працездатність Simulink-моделі та не суперечать вже відомим результатам. Рекомендовано використання Simulink-моделі для оцінки ефективності чинного алгоритму КП та для пошуку шляхів його удосконалення. Також у доповіді рекомендовано застосування Simulink-моделі в освітньому процесі технічних університетів, що займаються дослідженнями алгоритмів компенсації пасивних перешкод, як електронних візуальних дидактичних засобів навчання.

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ ЗАСОБІВ ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ ДЛЯ БЕЗПОСЕРЕДНЬОГО ПРОТИПОВІТРЯНОГО ПРИКРИТТЯ ОБ'ЄКТУ ІЗ ЗАДАНОЮ ЕФЕКТИВНІСТЮ ВІД УДАРІВ ЗАСОБІВ ПОВІТРЯНОГО НАПАДУ

С.В. Новіченко[1], к.т.н., с.н.с.; А.М. Савельєв[1];
В.В. Новіченко[1]; С.М. Казначей[2]
[1]Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба;
[2]Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

В ході широкомасштабної збройної агресії російської федерації проти України відмічається нанесення по важливих державних об'єктах та об'єктах критичної інфраструктури комбінованих ударів засобами повітряного нападу різних класів, таких як:

– крилаті ракети: 3М-14 "Калібр", Х-59МК, Х-101, Х-555, ракети 9М727, 9М728, 9М729 оперативно-тактичного ракетного комплексу "Іскандер-К" тощо;

– аеробалістичні ракети Х-47М2 авіаційного ракетного комплексу "Кінжал", балістичні ракети 9М723 оперативно-тактичного ракетного комплексу "Іскандер-М", зенітні керовані ракети 5В55Р (К, РМ) зенітної ракетної системи С-300П та зенітні керовані ракети 48Н6ДМ зенітного ракетного комплексу С-400 тощо;

– ударні безпілотні літальні апарати типу Shahed-131 та Shahed-136 тощо.

В умовах затяжного воєнного конфлікту та різкого обмеження ресурсів, для ефективної боротьби з повітряним противником, актуальним завданням є створення оптимальної системи зенітного ракетно-

артилерійського прикриття важливих державних об’єктів та об’єктів критичної інфраструктури.

Для цього, доцільно провести розподіл зусиль у боротьбі з різними класами засобів повітряного нападу між різними типами засобів протиповітряної оборони, визначити наряд засобів повітряного нападу для ураження важливих державних об’єктів (об’єктів критичної інфраструктури) та визначити необхідну кількість засобів протиповітряної оборони для зенітного ракетно-артилерійського прикриття з заданою ефективністю.

В доповіді розглядається запропонована методика визначення кількості засобів протиповітряної оборони визначеного типу для забезпечення безпосереднього протиповітряного прикриття важливого державного об’єкту або об’єкту критичної інфраструктури із заданою ефективністю.

Розроблена методика відноситься до штабних методик, яка може використовуватись для обґрунтування кількісних показників системи зенітного ракетно-артилерійського прикриття об’єктів під час проведення оперативно-тактичних розрахунків великого обсягу. Замість коефіцієнта участі підрозділу протиповітряної оборони у відбитті повітряного удару в методиці запропоновано використовувати коефіцієнт реалізації просторового прикриття об’єкту, що дозволяє врахувати розміри об’єктів при створенні оптимальних систем їх безпосереднього протиповітряного прикриття.

ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛЮВАННЯ В ПРАКТИЦІ ВИПРОБУВАНЬ ЗРАЗКІВ АВІАЦІЙНОГО І РАДІОЕЛЕКТРОННОГО ОБЛАДНАННЯ

Т.В. Паращенко[1], д.філос.; В.В. Коломієць[1];
Р.В. Василенко[2]; Д.В. Масалітін[2]
[1]Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки;
[2]Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Сучасні літальні апарати (далі – ЛА) розробляються на основі новітніх досягнень науки та техніки, а їх випробування проводяться в умовах суттєвих обмежень на фінансові та матеріальні ресурси, що призводить до обмеження об’ємів натурних робіт. Тим не менше основним джерелом інформації про властивості авіаційного і

радіоелектронного обладнання (далі – АіРЕО) ЛА залишається льотний експеримент, однак отримання інформації про їх характеристики тільки із польотів практично неможливо у зв'язку з обмеженістю по витратах часу та засобів. Льотні випробування слугують джерелом інформації для аналітичних розрахунків, побудови моделей АіРЕО ЛА та перевірки їх достовірності шляхом перевірки сходимості параметрів процесу функціонування АіРЕО в одних і тих самих умовах за допомогою моделювання та льотних експериментів. Тому широке застосування натурного, математичного та напівнатурного моделювання на усіх етапах життєвого циклу, включаючи випробування, стало життєво необхідним та практично безальтернативним методом оцінки АіРЕО.

У доповіді висвітлені результати досліджень типових методів, які застосовані у практиці випробувань АіРЕО, представлено структурну схему організації випробувань АіРЕО, узагальнену схему комплексного застосування імітаційних моделей та моделюючих комплексів АіРЕО. Також наведено приклади світових розробок у сфері імітаційного моделювання, які використовуються для попередньої оцінки параметрів зразків АіРЕО та дозволяють вирішувати практичні дослідні задачі, які виникають під час випробувань.

РОЗПОДІЛ ПОВІТРЯНИХ ЦІЛЕЙ МІЖ ПІЛОТОВАНОЮ ТА БЕЗПІЛОТНОЮ АВІАЦІЄЮ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ З ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ

О.М. Печененко; О.Є. Блискун, д.філос.; Я.В. Ярошенко, д.філос.
Національний університет оборони України

У військових конфліктах сучасності безпілотні літальні апарати (БпЛА) стали однією з ключових загроз. Їх застосування дозволяє противнику здійснювати розвідку, коригування вогню, удари по цілях і навіть виконувати завдання перехоплювачів. Відносна дешевизна виробництва та експлуатації БпЛА, а також їхня здатність обходити традиційні системи протиповітряної оборони (ППО), роблять їх особливо небезпечними у бойових умовах. У зв'язку з поширенням і вдосконаленням БпЛА традиційні засоби ППО, такі як зенітні ракетні комплекси та пілотована авіація, демонструють певні обмеження. Висока вартість знищення дешевих дронів дорогими зенітними чи авіаційними ракетами ставить питання про економічну ефективність такого підходу. Тому необхідно розробляти нові підходи до боротьби з безпілотниками,

які були б гнучкими, мобільними та економічно виправданими. Одним із перспективних напрямків є використання дронів-перехоплювачів разом з пілотованою авіацією.

Значне зростання кількості застосування БпЛА для нанесення ударів по об’єктах інфраструктури, цивільній інфраструктурі, збільшує кількість руйнувань що має критичний вплив на економіку держави в цілому. Захист таких об’єктів здійснюється силами та засобами ППО. Розвиток способів застосування противником БпЛА приводить до пошуку способів ефективної протидії загрозам що виникають. Одним з способів протидії таким загрозам може бути виконання завдань пілотованою та безпілотною авіацією сумісно в одній зоні,а особливо при оптимальному розподілі цілей, суттєво підвищить ефективність системи ППО.

Велика кількість компаній та небайдужих громадян здійснюють пошук ефективних рішень. Отримані зразки БпЛА-перехоплювачів потребують ретельно дослідження на полігонах при проведенні випробувань. Дрони-перехоплювачі з кожним днем стають важливою складовою протиповітряної оборони, оскільки урахування їх ефективності та економічної складової, висока маневреність і здатність оперативно реагувати на загрози забезпечують швидке знищення ворожих розвідувальних і ударних БпАК, що наразі відіграє велику роль для нашої країни. Їх масове застосування сумісно з пілотованою авіацією значно знижують ризик для стратегічних об’єктів та значно підвищують ефективність у знищенні таких загроз.

ЖИТТЄВИЙ ЦИКЛ АВІАЦІЙНОГО І РАДІОЕЛЕКТРОННОГО ОБЛАДНАННЯ ТА ЙОГО ФОРМУВАННЯ З УРАХУВАННЯМ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИПРОБУВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

*О.М. Походенко; Р.В. Місценко; С.В. Запорожець, к.е.н., доц.;
Б.А. Ступка, д.філос.
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки*

Необхідність суттєвого сприяння підвищенню рівня ефективності організації та проведення випробувальної діяльності в межах основних етапів життєвого циклу (далі – ЖЦ) озброєння та військової техніки (далі – ОВТ) в сучасних умовах розвитку оборонного сектору країни залишається надзвичайно актуальною і потребує подальшої адаптивної розбудови та розвитку особливо в умовах широкомасштабного військового

вторгнення.

В доповіді доведено, що випробування суттєво впливають на порядок проходження зразками ОВТ більшості з усталених етапів ЖЦ, де саме результати випробувальної діяльності дають можливість багатокритеріальної оптимізації вибору та зв'язку між окремими етапами ЖЦ зразка, дозволяють обґрунтовано визначити критерії переходу між етапами так званої зони активної випробувальної діяльності ЖЦ ОВТ (критерії входу та виходу у точках прийняття рішень) та обрати і відкоригувати відповідні процеси, що відбуваються на окремих етапах в цілях досягнення сформованої мети. Крім того, вони допомагають оптимізувати циклові ризики та прояснити потенційні невизначеності.

ЖЦ авіаційного і радіоелектронного обладнання (далі – АіРЕО) розглядається з позиції системи як сукупність ЖЦ окремих взаємопов'язаних та взаємозалежних зразків ОВТ, де кожна система, має свій власний характерний ЖЦ, в якому можна виділити стандартні етапи та види типових і особливих заходів, що їх формують.

В доповіді обґрунтовано, що системний підхід є необхідним для визначення умов, що є найбільш ефективними при створенні та використанні сукупності незалежних частин АіРЕО при їх функціональному поєднанні. Це вимагає застосування спеціальних підходів до вивчення та проектування таких систем, і, відповідно, й до проведення випробувань на різних етапах ЖЦ АіРЕО. Щодо типових заходів, які супроводжують етапи ЖЦ АіРЕО, в доповіді наведено їх характеристику як результат групування на нормативні контрактні, технічні, проєктні, корпоративні, дослідні.

Дослідження структури ЖЦ ОВТ з позиції виділення зони активної випробувальної діяльності, дозволило зазначити, що така зона в межах дії ЖЦ АіРЕО охоплює чотири його основні цикли (розроблення, виробництво, використання та підтримка) де випробування угруповані за видами та виконуються задля досягнення загальної мети кожного з етапів. Також варто зауважити, що з метою скорочення обсягів випробувальних робіт, термінів проведення випробувань АіРЕО та вартості їх проведення, окремі види випробувань можуть бути поєднаними (до прикладу, попередні, доводочні; періодичні, типові).

Крім того, обґрунтовано доцільність запровадження практики проведення спеціальних перевірок та випробувань на етапі вилучення ОВТ та в процесі його утилізації задля забезпечення безпеки та екологічної відповідності процесів, які мають негативний вплив на навколишнє середовище (відкрите спалення, відкрита детонація тощо).

Так, відповідно до нормативно сформульованих Цілей сталого розвитку України до 2030 року, актуальними є визначені напрями забезпечення переходу до раціональних моделей споживання і виробництва та вжиття невідкладних заходів щодо боротьби зі зміною клімату та її наслідками. Це, своєю чергою, виправдовує необхідність застосування екологічних практичних підходів до реалізації утилізаційних заходів упродовж періоду дії заключного етапу ЖЦ ОВТ на умовах дотримання встановлених норм та вимог.

Дослідження сучасних типових ознак процесу провадження випробувальної діяльності доводить наявність суттєвих та не завжди об’єктивно обумовлених фінансових витрат. Вони формуються на умовах посилення ризику недосягнення кінцевої мети, який виникає із-за відсутності гарантії реалізації процедури державних закупівель та відповідного інвестиційного супроводження на різних етапах ЖЦ ОВТ в тому числі й АіРЕО. Це обумовлює доцільність формування потенційної сфери для окремих обґрунтованих пріоритетних напрямів інноваційних розробок у галузі ОВТ, на якій ранні випробування, що супроводжуються всебічним стимулюванням та/або підтримкою з боку держави, дозволять оптимізувати ризики виробника та активізувати процес прийняття затребуваних проєктних рішень.

Так, враховуючи сучасні безпекові виклики та необхідність забезпечення реалізації заходів в межах етапів ЖЦ АіРЕО на умовах оперативності, сумісності, взаємозалежності та повної адаптивності до поточної потреби Збройних Сил України, в доповіді наведено адаптивну послідовність етапів ЖЦ АіРЕО, що сформована з урахуванням вимог сьогодення з акцентом на забезпечення системного супроводу та підтримку нормативних, проєктних, інноваційних, технічних, виробничих, утилізаційних та інших процесів ЖЦ АіРЕО.

ПРОБЛЕМНІ АСПЕКТИ ПОЛЬОТІВ І ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНІКИ ПІЛОТУВАННЯ ВНОЧІ З ОКУЛЯРАМИ НІЧНОГО БАЧЕННЯ НАД БЕЗОРІЄНТИРНОЮ МОРСЬКОЮ ПОВЕРХНЕЮ

*Є.Ю. Рашевський; Н.М. Пантєлєєва, д.е.н., к.т.н., проф.;
М.Е. Хуторна, д.е.н., проф.
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки*

Роботи з розширення бойових можливостей вертольотів типу Ми-8

вночі із застосуванням окулярів нічного бачення (ОНБ) спираються на комплексний підхід, виходячи з необхідності оцінюванню ефективності польотів на фоні підстилаючої безорієнтирної місцевості (рівнинної і морської поверхні, гірської місцевості) за видами тактичних завдань (пілотування/навігація, бойове застосування, групова злітаність). Протягом 2011-2024 рр. найбільш повно вдалося провести дослідження і спеціальні випробування на вертольотах типу Ми-8 стосовно встановлення та адаптації світлотехнічного обладнання під використання ОНБ, перевірки можливості огляду/спостереження місцевості та керування вертольотом на етапах польоту, а також виконання зльоту/посадки на неосвітлений/необладнаний майданчик обмеженого розміру, групових польотів вночі, польотів за маршрутом з бойовим застосуванням некерованого ракетного озброєння (НРО) з кабруванням при різних рівнях природної освітленості на місцевості.

Вагомим результатом стало повне або часткове зняття експлуатаційних обмежень вертольотів типу Ми-8 щодо польотів на гранично малій висоті над рівнинною поверхнею, можливість виконання віражів і розворотів в польотах за визначеним кутом крену, зниження нижньої межі умов бойового застосування НРО (з горизонтального польоту та кабрування).

Все означене знайшло відображення в змінах до керівництва з льотної експлуатації (КЛЕ) вертольотів типу Ми-8.

У 2021 р. ДНДІ ВС ОВТ планувалось проведення спеціальних випробувань вертольотів типу Ми-8 з розширення бойових можливостей при виконанні польотів вночі із застосуванням ОНБ на фоні підстилаючої гірської місцевості. Відповідно до цього і згідно Спільного рішення в 2024 р. виконано наукове дослідження для прийняття обґрунтованих рішень про зняття встановлених тимчасових експлуатаційних обмежень по виконанню польотів вночі із ОНБ у гірській місцевості.

Зауважимо, що в 2019 р. модернізований вертоліт типу Ми-2 успішно пройшов спеціальні випробування щодо визначення можливості експлуатації над рівнинною та в гірський місцевості вночі, що дозволило частково зняти обмеження на виконання польотів і внести зміни до КЛЕ. Проте, в умовах повномасштабної агресії росії проти України проведення спеціальних випробувань вертольотів типу Ми-8 у гірській місцевості не представляється можливим.

В рамках комплексного підходу також передбачалось проведення спеціальних випробувань вертольотів типу Ми-8 з розширення бойових

можливостей при виконанні польотів вночі із застосуванням ОНБ над безорієнтирною морською поверхнею.

Відмітимо, що країни, які мають потужні воєнно-морські сили, при польотах над безорієнтирною морською поверхнею керуються міжнародними льотними правилами ICAO “Annex 6. Helicopter Operations Manual”, стандартом НАТО “STANAG 1445 – Night Vision Goggles Training Requirements” та іншими документами.

Для польотів вертольотів вночі з ОНБ над безорієнтирною морською поверхнею основні проблемні аспекти пов’язані з ризиком зіткнення з поверхнею при виконанні польотів на малих висотах при відсутності чіткої візуальної інформації, погодними умовами, що привносять додаткову складність для прогнозування і адаптації маршруту в режимі реального часу, фізіологічними труднощами екіпажу стосовно індивідуальної адаптації до використання ОНБ, складністю евакуації у випадку аварії.

Стосовно особливостей техніки пілотування відмітимо, що вони зумовлені обмеженістю або повною відсутністю візуальних орієнтирів, ефективністю використанням ОНБ, точністю і надійністю автоматичних систем навігації (GPS/ГЛОНАСС, INS, РЛС та інфрачервоні системи) і приладів контролю висоти (радіовисотоміри або лазерні альтиметри з високою точністю). Зокрема, ОНБ забезпечує базову зорову орієнтацію, але має обмежене поле зору, низьку глибину різкості, чутливість до природнього освітлення (світло місяця, місячна доріжка). Проте, вони не здатні до ідентифікації малоконтрастних об’єктів (малі човни, плаваючі міни) для чого додатково встановлюються системи інфрачервоного розпізнавання об’єктів на воді.

ДНДІ ВС ОВТ затвердило програму спеціальних випробувань, де передбачено визначення можливостей виявлення і розпізнавання типових об’єктів, бойового маневрування для прицілювання по наземним нерухомим і рухомим цілям, висіння над безорієнтирною морською поверхнею, бойове застосування НАР по нерухомим цілям, виконання пошуково-рятувальних завдань.

Сподіваємось, що після перемоги над агресором проведення таких спеціальних випробувань вертольотів типу Ми-8 для розширення їх бойових можливостей буде відновлено.

ЗАСТОСУВАННЯ ЛІНІЙНИХ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ У МЕХАНІЗМАХ ПОЗИЦІОНУВАННЯ БОРТОВОГО ОБЛАДНАННЯ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

А.С. Ревко[1], к.т.н., доц.; О.Л. Бурсала[2], к.т.н., с.н.с.; О.О. Бурсала[2]
[1]Національний університет "Чернігівська політехніка";
[2]Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Заміна гідравлічних і пневматичних приводів бортових систем літальних апаратів лінійними електроприводами, які забезпечують діапазон зусиль $(0{,}1 \div 10^5)$ Н і діапазон швидкості від 1 мкм/с до 10 м/с, призводить до покращення їх льотно-технічних характеристик. Оптимізація процесів управління силовим перетворювачем і мінімізація втрат потужності в електродвигуні забезпечують високу якість їх динамічних та енергетичних характеристик.

При дослідженні характеристик лінійного електроприводу з урахуванням особливостей конкретного навантаження, застосовується електронне моделювання, яке за результатами варіації параметрів регуляторів системи дозволяє досягти прийнятної якості її динамічних показників.

Контур струму системи лінійного електроприводу з широтно-імпульсною модуляцією (ШІМ) зазвичай виконується з пропорційно-інтегральним (ПІ-) регулятором, за допомогою якого компенсується електрична стала двигуна. Величину сталої інтегрування регулятора знаходять згідно з результатами оптимізації процесу за швидкодією і перерегулюванням. На швидкодію і перерегулювання динамічних процесів в контурі струму впливають пульсації, джерелом яких є широтно-імпульсний перетворювач (ШІП) постійної напруги. Напруга на його виході є сумою постійної складової і нескінченного ряду гармонік (пульсацій), рівень і характер яких в процесі регулювання змінюються внаслідок нелінійної залежності коефіцієнта підсилення ШІП від частоти і рівня вхідного сигналу. Тому основна проблема аналізу і оптимізації процесів в контурі струму пов'язана з поданням ШІП у вигляді динамічної ланки системи, що має складну дискретну нелінійність. Але гострота цієї проблеми залежить від інерційності навантаження, яке є фільтром гармонік і від того, наскільки "послаблені" після фільтрації пульсації впливають на точність системи регулювання.

Для точного лінійного переміщення робочого органу виконавчих

механізмів літальних апаратів запропоновано адаптувати параметри налаштування регулятора контуру струму в залежності від глибини ШІМ напруги живлення електродвигуна з збереженням оптимальної швидкодії.

Сучасна теорія імпульсних систем обмежена лінійними системами з амплітудно-імпульсною модуляцією першого роду (АІМ І), в яких момент спрацьовування імпульсного елементу відомий заздалегідь. Однак, ланки з амплітудно-імпульсною модуляцією не знаходять практичного застосування в електроприводах, де звичайно використовують прості в реалізації силові перетворювачі з широтно-імпульсною модуляцією першого (ШІМ І) або ж другого (ШІМ ІІ) роду.

В системах з ШІМ І момент спрацьовування імпульсного елементу відомий, це відбувається з постійною частотою задаючого генератора системи управління ШІП. Тому формування ширини модульованих імпульсів тут відбувається з затримкою, яка дорівнює тривалості цих імпульсів. Очевидно, що в системах з ШІМ І максимальна затримка в управлінні дорівнює періоду комутації ШІП.

В системах з ШІМ ІІ ширина модульованих імпульсів формується системою управління в момент рівності опорної (пилкоподібної) напруги і її вхідного сигналу, без затримки у часі, якщо виконується умова теореми Котельникова про невикривлену передачу неперервного сигналу управлення дискретними вибірками.

Реалізація контуру струму пов’язана з вибором роду модуляції – ШІМ І або ШІМ ІІ, що визначається схемотехнікою системи управління ШІП.

Проведені дослідження показали, що в контурі струму системи позиціонування з ШІМ І при наявності ПІ-регулятора процес можна завершити за два періоди комутації з затримкою регулювання на один період. У міру зміни глибини ШІМ для збереження умови кінцевої тривалості процесу параметри регулятора потребують перебудови – адаптації до зони модуляції. З’являється необхідність у додатковій ланці – визначнику зони модуляції.

В контурі струму з ШІМ ІІ оптимальна швидкодія відповідає трьом періодам комутації ШІП за відсутності затримки регулювання і необхідності адаптувати параметри регулятора у міру зміни глибини модуляції. Однак, тут необхідно синтезувати регулятор з складнішою структурою, ніж простий ПІ-регулятор контуру струму з ШІМ І. Реалізація регулятора і системи управління ШІП з ШІМ ІІ на основі програмованого мікроконтролера, з урахуванням результатів досліджень, на думку авторів, не є більш трудомісткою, ніж аналогічна реалізація

регулятора і системи управління ШІП з ШІМ І. Для контуру струму з ШІМ ІІ виконано синтез цифрового регулятора, який забезпечує кінцеву тривалість процесу без перебудови його параметрів при зміні глибини модуляції.

ЗАСТОСУВАННЯ СПЕКТРАЛЬНО-ПРОСТОРОВОЇ ОБРОБКИ СИГНАЛІВ В АВІАЦІЙНИХ ТЕПЛОПЕЛЕНГАТОРАХ

А.С. Риб'як[1], к.т.н., с.н.с.; В.В. Корепанов[1];
О.М. Походенко[2]; Т.В. Паращенко[2], д.філос.
[1]Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба;
[2]Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Досвід ведення бойових дій під час відбиття широкомасштабної російської агресії показав, що збільшення дальності виявлення малорозмірних, маловисотних та малоконтрастних повітряних цілей за допомогою авіаційних теплопеленгаторів, особливо при спостереженні цілей на фоні земної поверхні, є актуальною задачею.

Одним з напрямків розв'язання зазначеної проблеми є застосування динамічної спектральної фільтрації інфрачервоного випромінювання цілей. Динамічна спектральна фільтрація – це метод селективного пропускання випромінювання у визначених діапазонах довжин хвиль зі змінним коефіцієнтом. Цей процес здійснюється за допомогою спеціалізованих спектральних фільтрів, які модифікують спектральний розподіл інтенсивності світлового потоку, який поступає на детектор випромінювання.

Для реалізації динамічної спектральної обробки інфрачервоного випромінювання пропонується використовувати перестроювані широкоапертурні акустооптичні фільтри, які забезпечують фільтрацію випромінювання у широкому спектральному діапазоні.

Однак при виявленні малорозмірних, маловисотних та малоконтрастних повітряних цілей застосування тільки динамічної спектральної фільтрації в додетекторній області може виявитись недостатнім, особливо при виділенні слабкого сигналу на фоні сильнофлюктуючого сигналу підстилаючої поверхні. Саме тому пропонується поєднання додетекторної спектральної обробки та післядетекторної просторової обробки, що забезпечить підвищення співвідношення сигнал/шум. Для реалазації такої фільтрації необхідна

апріорна інформація про спектральні характеристики випромінювання об’єкта та фону, а також про геометричні розміри цілі.

ЛІНІЙНІ ЗМІЩЕННЯ ПРИ ВИМІРЮВАННІ КУТОВИХ КООРДИНАТ ОБ’ЄКТІВ БОРТОВИМИ РАДАРАМИ ПЕРЕДНЬОГО ОГЛЯДУ

Ю.В. Севостьянов, к.т.н., с.н.с.; С.П. Голуб
Інститут радіофізики та електроніки ім. О.Я. Усикова
Національної академії наук України

У роботі розглядається метод обчислення лінійних зміщень лінії положення об’єкта спостереження внаслідок похибки одиничного виміру.

Лінійні зсуви виникають в результаті впливу ширини головної пелюстки (ГП) діаграми спрямованості антени (ДСА) радара переднього огляду (РПО) при вимірі ним кутових координат виявлених метеоутворень або наземних об’єктів. Лінійні зміщення призводять до погіршення роздільної здатності за кутовими координатами, а також і виникнення самої неоднозначності вимірювання кутових координат.

Класично в бортових радарах виявлення та вимірювання кутових координат об’єктів, що спостерігаються, відбувається за методом максимуму енергії електромагнітного поля в ГП ДСА. У максимумі характеристика потужності ГП має форму “гауса”. На максимальній дальності виявлення об’єкт, що спостерігається, потрапляє в зону максимуму ГП. У цій зоні енергія відбитого від об’єкта сигналу буде максимальною, при якій спрацює пороговий пристрій приймача радара, відбудуться процедури вимірювання дальності та кутових координат даних виявлених об’єктів. У міру зближення повітряного судна з об’єктом, що спостерігається, енергія прийнятого сигналу збільшується і виявлення об’єкта відбувається при його потраплянні в область ГП ДСА, яка визначається шириною ДСА. Все це призводить до виникнення лінійних зсувів та різкого збільшення неоднозначності вимірювання кутових координат радаром при виявленні ним об’єктів.

Суть запропонованого підходу полягає в тому, що при зміщенні об’єкта, що виявляється, до РПО, зменшується дальність виявлення, при якій даний об’єкт буде перевипромінювати відбитий сигнал радару таким чином, що пороговий пристрій буде спрацьовувати вже тоді, коли опромінення об’єкта буде відбуватися не на максимумі, а за межами максимуму, проте в межах ГП ДСА. Внаслідок чого фіксується початок

часу опромінення, вимірювання дальності та перший вимір кута. Після того, як головна пелюстка пройде поперечний розмір об'єкта своїм другим бічним краєм, фіксується кінець часу опромінення радаром об'єкта спостереження, і робиться другий вимір кута. При скануванні ГП ДСА на певній дальності ГП описує дугу з радіусом, який дорівнює дальності до виявленого об'єкту. Знаючи ширину діаграми спрямованості (кут розкриву головної пелюстки), швидкість сканування антени, виявлену дальність до об'єкта, можна визначити поперечний лінійний розмір головної пелюстки і розміри дуги – траєкторії, яку описує головна пелюстка в просторі при скануванні. За розмірами дуги можна визначити середину ГП ДСА на дальності, де виявлено об'єкт.

Даний підхід може використовуватись як доповнення до існуючого класичного методу виміру кутових координат об'єктів спостереження максимумом ГП ДСА і в комплексуванні з ним дасть істотне збільшення однозначного виміру кутових координат.

КЕРІВНИЦТВО З ЛЬОТНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЯК ОБ'ЄКТ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ВИПРОБУВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Д.В. Сиворакша; Т.Г. Дудник; М.Е. Хуторна, д.е.н., проф.
Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

За формального підходу Керівництво з льотної експлуатації (КЛЕ) – це основний технічний документ, який містить правила, процедури, інструкції та інформацію, необхідну для безпечної та ефективної експлуатації повітряного судна (ПС). За процесним підходом КЛЕ доцільно розглядати за етапами життєвого циклу. За функціональним підходом КЛЕ виконує стратегічну, операційну й нормативну функції. КЛЕ є невід'ємною частиною процесу розробки, модернізації, випробування та експлуатації ПЛА, а його важливість розкривається у таких принципах: безпеки польотів; відповідності законодавству; єдності дій екіпажу; операційної ефективності; готовності до аварійних і нештатних ситуацій; безпекової відповідальності. Мета процесу розробки та оновлення КЛЕ полягає у забезпеченні його достовірності, повноти та придатності для експлуатації згідно з тактико-технічними характеристиками дослідного зразка та вимогами замовника. Визначальною рисою КЛЕ є його постійна оновлюваність, обов'язковість

якої зумовлюється модернізацією, змінами у тактиці бойового застосування, виявленням недоліків або помилок у процесі експлуатації ПС, оновленням нормативно-правової бази або імплементацією стандартів НАТО. Це актуалізує питання доцільності системного управління якістю КЛЕ. Наразі має місце широке впровадження системного підходу до управління якістю у сфері оборони та авіаційній галузі зокрема. При цьому управління якістю випробувальної діяльності, як і управління змінами КЛЕ, залишається поза впливом методології СУЯ.

Вважаємо, що згідно з процесним підходом менеджмент якістю КЛЕ з позиції управління його змінами доречно формувати як підсистему управління випробувальною діяльністю через такі операційні процеси: управління документацією; управління змінами; відповідність вимогам замовника; проведення випробувань; здійснення внутрішніх аудитів; навчання персоналу; взаємодія з головним розробником.

Також важливо наголосити на необхідності проведення щорічного аудиту процесу розробки та оновлення КЛЕ у рамках дотримання базового принципу менеджменту – підконтрольності. При цьому доцільно застосовувати такі методи контролю якості: 1) перехресна перевірка на відповідність льотним характеристикам; 2) формальна верифікація тексту; 3) експертне оцінювання коректності змісту. Критеріями результативності контролінгу є: відсутність критичних зауважень до КЛЕ під час затвердження; вчасність розробки/оновлення (відповідно до графіку); повнота охоплення процедур і ситуацій; позитивний відгук екіпажів після впровадження КЛЕ.

Також у рамках аудиту якості змін КЛЕ передбачається його перевірка на дотримання вимог стандартів і правил. Підвищення ефективності цього процесу можна забезпечити впровадженням автоматизованого моніторингу змін таких вимог в режимі реального часу з подальшим внесенням оновлень до КЛЕ. При виборі/розробці програмного забезпечення автоматизації необхідно використати хмарні авіаційні QMS-рішення для централізованого доступу до записів відповідності КЛЕ, застосовувати стандартизований процес документування на всіх етапах.

Організаційно-управлінський механізм аудиту КЛЕ має за мету забезпечення його відповідності поточному стану ПС, нормам безпеки та вимогам авіаційної якості, узгодженості з технічною документацією. Ініціатором аудиту може бути підприємство-розробник або замовник. Джерелом ініціації слугують оновлення КЛЕ, результати інцидентів, зауваження екіпажів/техперсоналу, завершення етапу дослідної

експлуатації. Проведення аудиту здійснюється аудиторською групою, до складу якої входять представники СУЯ, особа відповідальна за КЛЕ від розробника, інженер-випробувач, представники експлуатантів і МО України та інші особи.

Як критерії якості доцільно використати такі показники: кількість виявлених невідповідностей на 100 актів випробувань; час на внесення змін до КЛЕ після зауважень; індекс зрозумілості для пілотів; відсоток розділів, що втратили актуальність; узгодженість із STANAG / національними нормами та інші. За результатами аудиту формується висновок у форматі акту аудиту КЛЕ, що повинен містити виявлені невідповідності та їх оцінку (критичні / середні / незначні), рекомендації щодо змін КЛЕ, терміни та відповідальні особи за усунення недоліків.

Постійне вдосконалення є основним принципом СУЯ випробувань, що досягається через регулярне проведення аудитів усіх процесів випробувань, у т.ч. розробки та оновлення КЛЕ, з прийняттям рішень за їх результатами, що має вирішальне значення для забезпечення якості випробувальної діяльності за рахунок оптимізації процесів і покращення продуктивності

ПІДВИЩЕННЯ ДОСТОВІРНОСТІ МОДЕЛЮВАННЯ КАНАЛІВ ЗВ'ЯЗКУ АВІАЦІЙНИХ СИСТЕМ ЗА ДОПОМОГОЮ GPU-ОБЧИСЛЕНЬ

Б.А. Ступка, д.філос.; Т.В. Паращенко, д.філос.;
В.О. Колесник; С.В. Аргунов
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Моделювання каналів зв'язку є перспективним напрямком розвитку систем випробувань авіоніки. Висока достовірність результатів моделювання дозволяє оцінити ефективність і стійкість зв'язку в реальних умовах, мінімізуючи потребу в ресурсозатратних натурних експериментах. Використання графічних процесорів (GPU) підвищує швидкість і точність симуляцій каналів зв'язку, а застосування ж моделей, таких як модель Гільберта-Еліота, в свою чергу, додатково сприяє точному відтворенню каналів із перешкодами.

Моделювання каналів зв'язку застосовується для оцінки стійкості до перешкод, таких як електромагнітні шуми чи радіочастотні перешкоди, тестування протоколів передачі даних у критичних режимах, наприклад,

під час маневрів або перевантаження мережі, а також аналізу затримок, пропускної здатності та надійності каналів. GPU-обчислення дозволяють проводити ці моделювання з високою точністю, зменшуючи час і витрати на натурні випробування.

Модель Гільберта-Еліота використовується для моделювання каналів зв’язку з перешкодами, що змінюються в часі. Вона враховує “хороший” і “поганий” стани каналу, що дозволяє ефективно моделювати динаміку перешкод, наприклад, від погодних факторів чи електронної протидії, підвищуючи реалістичність моделювань.

GPU забезпечують паралельну обробку великих обсягів даних, що ідеально підходить для моделювання складних каналів зв’язку. Вони скорочують час обробки складних сценаріїв, таких як багатошляхове поширення сигналів, забезпечують обробку деталізованих моделей із урахуванням перешкод і оптимізують ресурсоємні обчислення, наприклад, спектральний аналіз чи кореляційні функції сигналів.

GPU-обчислення у поєднанні з моделлю Гільберта-Еліота сприяють достовірності моделювання завдяки використанню числових методів із мінімальними похибками, відтворенню реальних умов і швидкому виконанню вибробувальних сценаріїв для перевірки відповідності моделей стандартам і реальним умовам експлуатації.

Результати моделювання системи зв’язку, проведеного з використанням GPU-обчислень та моделі Гільберта-Еліота, продемонстрували відповідність основним вимогам стандартів STANAG 4370 (NATO) та DO-178C щодо стійкості до перешкод та надійності програмного забезпечення.

GPU-обчислення використовуються для моделювання каналів зв’язку між літальними апаратами та наземними станціями в умовах перешкод, поведінки систем зв’язку в нестабільному середовищі та пропускної здатності мереж для координації груп літальних апаратів. Це дозволяє виявляти недоліки на етапі випробувань, підвищуючи надійність і безпеку систем зв’язку.

Проте варто зазначити, що використання GPU-обчислень та моделі Гільберта-Еліота має й певні недоліки. Насамперед, це складність адаптації моделей, що вимагає глибоких знань у технологіях CUDA чи OpenCL. Крім того, початкова вартість високопродуктивних GPU є значною, хоча в подальшому вона компенсується економією часу. Також достовірність результатів залежить від точності вхідних параметрів, таких як характеристики перешкод.

GPU-обчислення у поєднанні з моделлю Гільберта-Еліота значно

підвищують достовірність моделювання каналів зв'язку авіаційних систем на етапі розробки та випробувань. Це забезпечує швидкість, точність і відповідність стандартам NATO (STANAG 4370) та DO-178C, сприяючи розробці стійких і надійних систем зв'язку. Подальший розвиток GPU-технологій і марковських моделей посилить ефективність випробувальних процесів в авіаційній галузі.

ІНТЕГРАЦІЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БОЙОВИХ МОДУЛІВ У СИСТЕМУ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

Б.А. Ступка, д.філос; О.М. Чередніков, к.т.н., доц.; Р.Д. Барвінок
Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Експлуатаційна документація (ЕД) спеціалізованого програмного забезпечення (СПЗ) бойового модуля є ключовою частиною системи підтримки якості бойової техніки, забезпечуючи її ефективність, безпеку та надійність в умовах бойових дій. СПЗ тісно пов'язане з апаратними компонентами, озброєнням, системами управління вогнем, зв'язку та енергопостачання, формуючи єдину бойову платформу.

ЕД має бути системною, структурованою та адаптованою для різних користувачів: розробників, операторів і технічного персоналу. Для операторів важливі зрозумілі керівництва користувача та інструкції з безпеки, які допомагають зосередитися на бойових завданнях. Технічна документація, включно з інструкціями з обслуговування та планами тестування, необхідна інженерам для підтримки, оновлення й ремонту системи. Розробники СПЗ потребують детальних технічних матеріалів для вдосконалення та адаптації програмного забезпечення.

Інтеграція ЕД СПЗ із документацією інших компонентів бойового модуля забезпечує узгодженість інформації, оптимізує навчання персоналу та підвищує ефективність взаємодії підсистем у бойових умовах. Відповідність міжнародним стандартам (зокрема НАТО, MIL-STD) гарантує якість, уніфікованість і сумісність бойових систем із іншими військовими платформами.

Якісна ЕД знижує ризики людських помилок, скорочує час навчання, полегшує обслуговування та модернізацію СПЗ, подовжуючи життєвий цикл бойового модуля. Недоліки в документації можуть призвести до зниження ефективності, підвищення ризиків і загроз для безпеки особового складу.

Отже, створення, підтримка та оновлення якісної ЕД є пріоритетним завданням для успішної експлуатації бойових модулів. Її роль полягає не лише в організаційно-технічному забезпеченні, а й у гарантії оперативності, сумісності та довговічності військової техніки в сучасних умовах.

УДОСКОНАЛЕНА МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПОДОЛАННЯ ППО ПРОТИВНИКА

А.В. Ткаченко; О.Р. Мартинюк
Національний університет оборони України

Аналіз досвіду бойових дій триваючої російсько-української війни свідчить про суттєві втрати літальних апаратів, як пілотованої так і безпілотної авіації. Одним із перспективних напрямів підвищення ефективності планування дій авіації є оптимізація маршрутів і профілів польоту, які дозволяють адаптивно моделювати траєкторії польоту з урахуванням структури системи ППО противника, розташування і типу вогневих засобів ППО, та їх бойових можливостей, а також конкретних бойових завдань авіаційних частин та підрозділів. Це обумовлює потребу у науково обґрунтованому підході до оцінювання ефективності подолання ППО з урахуванням втрат, ризиків та їх впливу на показники бойових можливостей авіації.

Аналіз чинників, які безпосередньо впливають на виконання завдань авіації в операції (бойових діях) свідчить, що найбільш вагомий вплив мають показники, які характеризують ефективність подолання ППО противника. Виконуючи бойові завдання поблизу лінії бойового зіткнення та в глибині оперативної побудови військ противника наша авіація вимушена долати протидію засобів ППО. Ці засоби можуть діяти не в одній, а в декількох зонах (смугах). Внаслідок неефективного планування маршрутів польоту та недостатнього врахування характеристик і зон дії сил та засобів ППО противника втрати ЛА збільшуються.

В удосконаленій методиці основним критерієм оцінювання ефективності подолання ППО противника вибрано мінімізація втрат авіації до кількості літаків не меншої від потрібного полігонного для виконання бойового завдання. Оцінювання втрат літаків від впливу наземних засобів ППО визначено робити в послідовності, в якій вони фактично протидіють під час бойового польоту нашої авіації.

Удосконалена методика оцінювання ефективності подолання ППО

противника базується на базі вже відомих, але включає часткову методику розрахунку втрат ЛА при подоланні ППО противника. Часткова методика ґрунтується на визначенні кількості числа атак по літаку або групі літаків та ймовірності ураження кожною атакою винищувальною авіацією, зенітними ракетними комплексами та військовими засобами ППО противника по маршруту польоту літаків та в районі цілі.

В загальному випадку величина математичного сподівання загальної кількості вражаючих пострілів протидіючих засобів ППО противника визначається як добуток ймовірностей ураження літаків бойового порядку кожним виконаним пострілом всіх засобів ППО противника з урахуванням умов польоту (висота, швидкість, курсовий параметр, виконання маневрів, постановка завад та інше).

Запропонована удосконалена методика оцінювання ефективності подолання ППО дозволяє враховувати множину чинників, які характеризують ефективність протидії вогневих засобів ППО противника, включаючи втрати ЛА, структуру сучасної системи ППО противника, щільність вогневих засобів ППО, часові характеристики та сприяє підвищенню бойової стійкості та результативності дій авіації в сучасних операціях (бойових діях).

ОБҐРУНТУВАННЯ ВАРІАНТІВ ЗАСТОСУВАННЯ АВІАЦІЙНИХ ЗАСОБІВ УРАЖЕННЯ З БЕЗПІЛОТНИХ АЕРОСТАТНИХ СИСТЕМ

Є.О. Українець[1], д.т.н., проф.; П.А. Глущенко[2], д.філос.;
Т.В. Паращенко[3], д.філос.
[1]Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба;
[2]Державний науково-дослідний інститут авіації;
[3]Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Під час війни рф з Україною отримують розповсюдження засоби ураження, бойовою частиною яких є авіаційні бомби (далі – АБ). Ці засоби ураження отримують шляхом встановлення на існуючі або створювані АБ крил, комбінованих систем наведення, органів керування та стабілізації, стартових та/або маршевих двигунів. В умовах високої інтенсивності протиповітряної боротьби до числа високоефективних авіаційних засобів ураження увійшли планеруючі кореговані авіаційні бомби (далі – ПКАБ) великих калібрів: 250, 500, 1000, 1500 кг. В залежності від конструкції планеруючої АБ дальність застосування може

сягати 100-110 км, що дозволяє виконувати скидання ПКАБ літаками тактичної авіації за межами ППО противника або уражати цілі на більшій глибині. Застосування АБ можливе при нульовій початковій швидкості носія на певній висоті. Для ПКАБ однією з умов застосування є достатній запас початкової енергії для здійснення польоту по аеродинамічній траєкторії. У випадку застосування ПКАБ з літака ПКАБ отримує початкову швидкість і запаси кінетичної та потенціальної енергії. При застосуванні з АС ПКАБ матиме початкову швидкість близьку до 0 та запас потенційної енергії в залежності від висоти польоту. Можливо створити додатково запас хімічної енергії шляхом встановлення на ПКАБ силової установки з запасом палива і пороховими стартовими прискорювачами. Метою роботи є обґрунтування варіантів застосування АБ з безпілотних аеростатних систем для збільшення зони використання АБ.

Розглядаються такі два основних варіанти використання ПКАБ:

І варіант – вільне падіння ПКАБ з висоти 30 кілометрів до висоти виводу в планерування, вихід у планерування, планерування до цілі;

ІІ варіант – розгін ПКАБ ракетним прискорювачем на висоті 30 кілометрів до надзвукової швидкості, планерування до цілі.

Аеродинамічні та льотно-технічні характеристики корегованих авіаційних бомб визначені на основі відомої полуемпіричної методики, реалізованої в модульному програмному комплексі “Інтеграція 2.2”. Визначені граничні можливості по дальності польоту планеруючих корегованих авіаційних бомб на дозвукових та надзвукових режимах польоту. Показано, що на висотах, більших за 12 км, практична реалізація дозвукового планерування корегованих авіаційних бомб, при якому максимальна аеродинамічна дальність суттєво більше такої при надзвуковому планеруванні, ускладнена через перевищення максимально допустимого коефіцієнту аеродинамічної піднімальної сили. Показано, що використання ракетного прискорювача на великих висотах для надзвукових швидкостей планерування корегованих авіаційних бомб дозволяють зменшити підльотний їх час та розширити зони їх використання, особливо при використанні додаткового прямоточного реактивного двигуна.

Для І варіанту застосування авіабомб визначено, що при пікіруванні з висоти 30 км максимальну швидкість, яку досягає ПКАБ з крилом $\chi = 8°$ становить Vmax = 458 м/с (M = 1.55) на висоті 14,5 км. Для ПКАБ з $\chi = 45°$ Vmax = 463 м/с (M = 1.57) на висоті 14,4 км. Внаслідок меншої максимальної швидкості і більшого значення похідної коефіцієнту піднімальної сили по куту атаки ПКАБ в конфігурації з $\chi = 8°$ виходить в

режим горизонтального польоту раніше і на більшій швидкості (H = 9,59 км, V = 302 м/с) ніж ПКАБ з $\chi = 45°$ (H = 8,01 км, V = 250 м/с). Це має наслідком, що гранична дальність польоту ПКАБ з $\chi = 8°$ на 39 % більша ніж дальність польоту ПКАБ з крилом, що має $\chi = 45°$. Визначена дальність польоту при прийнятих припущеннях становить 146 та 89 км відповідно.

Для ІІ варіанту застосування встановлено, що реалізація дозвукового планеруванням на висотах більше 12 км в розглянутих конфігураціях ускладнена. Водночас показано можливість надзвукового польоту ПКАБ на висотах більше 22 км і числах $M \approx 3$ при застосуванні прямоточного двигуна. За умови узгодження режимів польоту ПКАБ та двигуна можливо досягти більшої дальності застосування ПКАБ. Великі надзвукові швидкості польоту забезпечують оперативність нанесення повітряного удару.

Напрямом подальших досліджень є визначення граничних можливостей ПКАБ при надзвуковому польоті з гальмуванням для збільшення зони використання ПКАБ та надзвуковому польоті з прямоточним реактивним двигуном.

ДІАГНОСТИКА БЕЗВІДМОВНОСТІ РЕАКТИВНИХ ДВИГУНІВ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Д.Т. Шевченко
Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Сучасні літальні апарати функціонують у складних умовах експлуатації, що супроводжуються високими навантаженнями, екстремальними температурами та тривалими міжремонтними циклами. Це значно підвищує ризик відмов та вимагає впровадження ефективних методів діагностики. Несподівані відмови реактивних двигунів можуть призвести до катастрофічних наслідків, втрати авіаційної техніки та людських жертв, а також спричиняють суттєве зростання витрат на технічне обслуговування і ремонти.

Розвиток сучасних систем збору даних, сенсорів та аналітичних технологій (зокрема, на основі штучного інтелекту) відкриває нові можливості для своєчасного виявлення прихованих дефектів та прогнозування їх розвитку. Водночас існуючі методи діагностики часто не забезпечують необхідної оперативності та точності, що обумовлює потребу у створенні нових підходів, адаптованих до специфіки авіаційної

галузі.

Метою дослідження є розробка та обґрунтування методів діагностики безвідмовності реактивних двигунів, спрямованих на підвищення їх надійності, забезпечення безпечної експлуатації та мінімізацію ризику відмов у різних умовах.

Забезпечення надійності двигунів є необхідною умовою сертифікації та експлуатації авіаційної техніки. Особливої актуальності ця проблема набуває в умовах бойових дій або віддалених баз, де обмежені можливості технічного обслуговування.

Розробка та впровадження сучасних методів діагностики безвідмовності сприятиме підвищенню безпеки польотів, зниженню експлуатаційних витрат, оптимізації процесів технічного обслуговування та продовженню ресурсу двигунів, що забезпечить економічну ефективність як цивільної так і військової авіації.

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ЗАГАЛЬНИХ ВИМОГ ТА ТЕХНІЧНИХ УМОВ ОВТ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПІДТРИМКИ ВИПРОБУВАНЬ В УМОВАХ ПРАВОВОГО РЕЖИМУ ВОЄННОГО ЧАСУ

Ю.І. Шевяков[1], д.т.н., проф.; І.А. Нос[1], к.т.н.;
С.В. Осієвський[1], к.т.н., доц.; А.І. Нос[1], к.т.н., доц.; О.В. Юла[2]
[1]Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба;
[2]Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

З початком повномасштабної збройної агресії російської федерації (рф) проти України постала нагальна потреба у перегляді підходів та рішень щодо формування стратегічного задуму, цільових вимог, розробки та випробування озброєння та військової техніки (ОВТ) Повітряних Сил (ПС). Альтернативою існуючій моделі вирішення вищезазначених завдань стала спрощена процедура розробки та впровадження нових або модифікація існуючих зразків ОВТ ПС, що полягає у розробці технічних умов та проведення заводських випробувань силами виробника з подальшою кодифікацією після розгляду визначеною комісією. Впровадження такого підходу актуалізує потребу створення наукових принципів управління складними проектами створення та дослідження зразків ОВТ ПС. Виникає необхідність проведення досліджень в галузі розробки методології, що пов’язана з управлінням життєвим циклом

ОВТ ПС, метою яких є забезпечення створення високоефективних систем спеціального призначення та підвищення ефективності процесами управління проектуванням та випробування зразків ОВТ ПС.

Рішення задач управління складними програмами та проектами в цілому слабко формалізоване та базується на особистому досвіді керівників масштабних проектів. Як правило в таких умовах найбільш прийнятним вбачається використання системних технологій, евристичних прийомів, формалізованих методів та інформаційних технологій, які дозволяють уникнути помилок на початкових етапах планування програм та отримати кількісні та якісні характеристики проектів та програм. Перешкодою на шляху створення теоретичних підстав управління складними програмами та проектами в галузі створення та модернізації зразків ОВТ є відсутність єдиної методологічної бази, що пов'язане з цілим рядом об'єктивних та суб'єктивних причин.

Існуючі математичні методи і моделі не дозволяють створити достатньо об'єктивні моделі аналізу проектів та програм створення та модернізації зразків ОВТ ПС, в яких би враховувалися різні аспекти зазначеного процесу, різноманітність альтернативних варіантів, наявність не одного, а цілого набору суперечливих критеріїв ефективності, обмеження і умови політичного, економічного, конструкторського, технологічного і виробничого характеру.

Враховуючи сучасні тенденції розвитку системних та інформаційних технологій вирішення вищезазначених завдань вбачається в розробці нових методів формування складних програм та проектів створення та модернізації зразків ОВТ ПС, які узагальнюють сучасні методи системного аналізу складних систем та базуються на принципово новій концепції і методах, за допомогою яких аналіз складних проектів здійснюється поетапно та комплексно в архітектурі куба "зверху-вниз / зліва-направо".

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО СИНТЕЗУ АЛГОРИТМІВ СУПРОВОДЖЕННЯ ВИСОКОМАНЕВРЕНИХ ПОВІТРЯНИХ ОБ'ЄКТІВ ЗА КУТОВИМИ КООРДИНАТАМИ ПЕРСПЕКТИВНИХ БАГАТОКАНАЛЬНИХ РЛС

О.О. Шелест; А.О. Ковальчук, к.т.н., доц.
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Сучасний етап розвитку радіолокаційної техніки характеризується постійним зростанням вимог до точності та стійкості супроводження

повітряних об’єктів. На озброєнні розвинутих країн зростає кількість літальних апаратів спроможних виконувати такі види маневрування як кобра, бочка та інші, що особливо стосується літаків з відхиленням вектору тяги реактивного двигуна. Окрім того, винищувачі п’ятого покоління є ще й малопомітними, а в перспективі створення високоманеврених безпілотних літальних апаратів. В процесі супроводження таких повітряних об’єктів радіотехнічними системами багатофункціональних РЛС відбувається суттєве погіршення точності та стійкості слідкування.

Одним із способів покращення точності та стійкості супроводження є використання адаптивних алгоритмів з адаптацією до характеристик маневрування. Запропоновано алгоритми функціонування радіотехнічних слідкуючих систем з паралельною фільтрацією, побудовані на перевірці гіпотез про наявність/відсутність маневру та його величину. Пропонується використання синтезованих алгоритмів супроводження з паралельною фільтрацією за кутовими координатами перспективної багатоканальної РЛС, які дозволяють покращити точність та знизити ймовірність зриву.

Рекомендації базуються на аналізі сучасного стану засобів повітряного нападу та перспектив їх розвитку, впливу маневрених можливостей на роботу радіотехнічних систем і сучасних тенденціях використання алгоритмів супроводження у радіолокаційних засобах. Показано, що синтезований адаптивний алгоритм паралельної фільтрації при побудові систем слідкування за кутовими координатами є ефективним.

ОБРИС ПЕРСПЕКТИВНОЇ УНІФІКОВАНОЇ СИСТЕМИ ЦИФРОВОЇ ОБРОБКИ ВИДОВОЇ РОЗВІДУВАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЇ В НАЗЕМНИХ КОМПЛЕКСАХ ПОВІТРЯНОЇ РОЗВІДКИ

О.Г. Яровенко; Г.А. Медведєв; В.Р. Коліко
Державний науково-дослідний інститут авіації

В рамках досягнення потрібного рівня розвідувальних спроможностей однією із основних задач розвідувальних органів Повітряних Сил (ПС) Збройних Сил (ЗС) України є підвищення ефективності планування та організації розвідки, збору, обробки, аналізу та доведення поточної розвідувальної інформації до замовника,

удосконалення бортового та наземного розвідувального обладнання.

Ефективне використання кожного типу видової розвідувальної інформації (матеріалів планової та перспективної зйомки із зображенням в різних діапазонах спектру електромагнітного випромінювання) з урахуванням особливостей різноманітних форматів передачі даних та способів радіометричної та фотограмметричної обробки цифрової видової інформації, а також створення баз даних графічної, аналітичної, параметричної інформації потребує використання спеціального програмно-апаратного інструментарію. Отже, для якісної та оперативної роботи наземного компоненту повітряної розвідки існує потреба в розробці перспективної уніфікованої системи цифрової обробки видової розвідувальної інформації (ВРІ) від різних джерел (штатних пілотованих і безпілотних засобів аеророзвідки, матеріалів космічного знімання, видової, параметричної та аналітичної інформації про противника), в різних діапазонах (багатоспектральному видимому, тепловому, радіолокаційному) з урахуванням особливостей різноманітних форматів передачі даних.

Проаналізовано світові тенденції розвитку систем обробки ВРІ, які включають: комплексну обробку даних від різних джерел і датчиків; виконання функцій не тільки приймання і обробки інформації, але й планування та управління розвідувальними місіями; активне використання геоінформаційних систем і баз даних; широке впровадження штучного інтелекту.

Сформований технічний обрис перспективної уніфікованої системи цифрової обробки ВРІ передбачає виконання нею таких основних завдань:

– приймання видової інформації, обмін даними, в тому числі з геопорталами та базами даних користувачів;

– обробка ВРІ за всіма категоріями (первинна, вторинна, кінцева, тематична);

– опрацювання та виготовлення розвідувально-інформаційних документів;

– інтелектуальна підтримка оператора при виконанні всього спектру задач;

– формування та передача розвідувальних даних та розвідувально-інформаційних документів за визначеними формами і порядком.

Для реалізації функцій перспективної системи цифрової обробки ВРІ до її складу повинні входити: інформаційно-комунікаційна підсистема (модуль приймання-передачі та інтеграційна платформа для роботи з потоками розвідувальної інформації) і апаратно-програмний комплекс

(стаціонарний та переносний комплект) обробки BPI з геоінформаційним програмним забезпеченням.

Основною програмною компонентою зазначеної перспективної системи має бути спеціальне геоінформаційне програмне забезпечення. Найбільш адаптованими під виконання задач видової повітряної розвідки є системи ArcGIS (характеризується функціональною повнотою, технічною досконалістю, але має суттєві вартісні показники) та QGIS (має відкритий програмний код та можливість створення власних додаткових модулів для специфічних розвідувальних задач).

Проведено експериментальну перевірку можливості застосування спеціального програмного забезпечення QGIS для всього переліку завдань з обробки BPI, створювання цифрових моделей місцевості, проведення аналізу і прогнозування дій противника та планування польотів на повітряну розвідку.

Розроблення та впровадження перспективної уніфікованої системи цифрової обробки BPI можливе або шляхом створення всіх компонентів силами українських підприємств, або з закупівлею окремих апаратних і програмних складових іноземного виробництва.

RELIABILITY ASSESSMENT OF HIGHLY RELIABLE SAMPLES USING THE TOLERANCE LIMITS AND THE WEIBULL'S LAW

V. Dyptan[1]; P. Yablonsky[1]; O. Avramenko[1]; V. Klymchuk[2]; P. Openko[1]; V. Polishchuk[1]
[1]National Defence University of Ukraine;
[2]National Aviation University

Modern samples of weapons and military equipment as samples of complex technical systems (CTS) have a long-life cycle. According to the results of research conducted on CTS, which are in service in many countries of the world, it was established that the duration of their life cycle is more than 30 years. Such CTS are characterized by the gradual exhaustion of the resource, deterioration of the technical condition, and a decrease in their level of reliability, which significantly affects their efficiency. Solving the tasks of technical equipment of the armed forces with CTS requires the implementation of the tasks of their development, procurement, use, maintenance in a combat-ready state, etc. by creating highly reliable systems. At the same time, as a rule, it is necessary to solve a set of tasks related to the assessment of the influence of the reliability of the components of CTS on the efficiency of the system as a

whole. It should be taken into account that the complexity and responsibility of tasks solved by modern systems places high demands on their reliability. In this regard, research and solving the problem of reliable and timely determination of the reliability of CTS and their constituent parts is relevant. Among the most urgent issues of reliability is the assessment of reliability with a small number of observations, which is typical for highly reliable systems.

To maintain CTS in a combat-ready state at the stage of the "use" life cycle, measures are taken that correspond to the stage of the life cycle "support" by conducting inspections of the technical condition, restoring performance, maintenance, etc. They are combined into a maintenance and repair system. Depending on what is implemented by the developer in CTS to maintain the required level of their combat readiness, CTS are distinguished that are controlled or not controlled, recoverable or not recoverable, serviced or not serviced, etc. In accordance with this classification, reliability models of CTS are distinguished. In accordance with these features of the operation of CTS, reliability models of objects are used: which are not controlled, restored and maintained; which are monitored, restored and not maintained; which are monitored, restored and maintained, etc. Thus, from the review of the literature, it follows that the problematic issues of developing reliability models for CTS that are controlled, restored and maintained are not considered sufficiently. At the same time, the determination of the reliability indicators of CTS in accordance with modern requirements is based on the use of large amounts of information and a significant duration of tests. This especially applies to the development of reliability models of CTS, which take into account its typical cyclogram of intended use and the dynamics of influence on the reliability indicators of control inspections, periodic maintenance and repairs

Therefore, in practice, a situation often arises when a satisfactory accuracy assessment can be obtained only at the end of the tests, when it loses its relevance. Then it is better to use methods of processing a small amount of data collected during preliminary tests, to obtain some estimates of reliability indicators, than to postpone the acceptance of more accurate estimates until a time when more reliable statistical material is accumulated.

The study focuses on the lower tolerance limit, derived using central statistics for distributions with shift and scale parameters, such as the first limiting distribution (minimum) or the first exponential distribution for the Weibull distribution. The method evaluates reliability for two and five failures under Weibull’s law. Lower tolerance limits for failure build-up have been established to guarantee a specified probability level. These results support decision-making for management regarding reliability determination in the

specified conditions.

Thus, the study proposes a simple and effective, compared to existing methods, method of calculating reliability indicators with a small number of failures for data with the Weibull distribution.

The novelty of the proposed approach lies in the possibility of evaluation with a small sample using the theory of tolerance limits. These tolerance limits are interval estimates. It is important to note that the width of these intervals is random and depends on the number of observations. At the same time, regardless of the number of observations, compliance with the specified dependencies is always guaranteed, which is essential in practical use.

The given methods of calculating reliability indicators make it possible to obtain unbiased estimates of reliability indicators with a small amount of statistical data on failures for highly reliable equipment.

СЕКЦІЯ 3

“АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ВИПРОБУВАНЬ І СЕРТИФІКАЦІЇ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ВІЙСЬКОВО-МОРСЬКИХ СИЛ, ДЕСАНТНО-ШТУРМОВИХ ВІЙСЬК, СИЛ СПЕЦІАЛЬНИХ ОПЕРАЦІЙ, ПОШУКОВО-РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ ДЕРЖАВНОЇ АВІАЦІЇ”

Керівник секції: полковник В.В. Гейко
Секретар секції: майор м/с С.І. Боднар

ВИПРОБУВАННЯ КОМПЛЕКСІВ БОЙОВОГО ЕКІПІРУВАННЯ В УМОВАХ ДІЇ АГРЕСИВНИХ ФАКТОРІВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА (ВПЛИВ МОРСЬКОЇ ВОДИ)

С.І. Богдан; І.А. Шеремет
Навчально-науковий випробувальний полігон
високотехнологічного озброєння та військової техніки

У сучасних умовах ведення бойових дій, особливо в прибережних та морських регіонах, військовослужбовці стикаються з низкою агресивних факторів зовнішнього середовища. Одним із найбільш руйнівних є тривалий вплив морської води, що містить високий рівень солей, вологості та корозійних елементів. Ці умови суттєво впливають на функціональність, довговічність та безпеку бойового екіпірування. Враховуючи зростаючу роль морських операцій, десантних місій та охорони морських кордонів, виникає нагальна потреба у системному підході до випробувань спорядження в таких умовах.

Актуальність даного напряму досліджень базується на тому, що солоність та вологість спричиняють окислення металевих елементів, деградацію електроніки, зниження міцності тканин та зношення захисних покриттів. Це в свою чергу приведе до зниження бойової ефективності: Несправність елементів екіпірування (наприклад, бронежилетів, засобів зв’язку, оптики) в критичний момент може призвести до втрати боєздатності або нести загрозу життю військовослужбовця. Оскільки Україна активно розвиває морську компоненту ЗСУ, зокрема ВМС, морську піхоту та спецпідрозділи, які потребують спорядження, стійкого до морських реалій.

Метою досліджень є розробка методики випробувань, та створення стандартизованої системи тестування бойового екіпірування в умовах тривалого впливу морської води, з урахуванням температурних коливань, солоності, вологості та механічного навантаження. Забезпечити відповідність екіпірування міжнародним стандартам (NATO STANAG, ISO, VPAM), що дозволить інтегрувати українське спорядження у спільні операції з партнерами. Підвищити надійність та функціональність спорядження для підрозділів, що діють у морських регіонах, зокрема в Одеській, Миколаївській та Херсонській областях.

Випробування на вологозахист (реальні умови впливу вологи, випробування на витривалість у воді). Випробування повинні проводитися в умовах сильного дощу, туману або під час занурення у воду (наприклад, під час форсування водних перешкод). Тести можуть також включати імітацію тривалого перебування в умовах високої вологості, що важливо для тропічних кліматичних зон. Деякі бойові завдання можуть вимагати тривалого перебування у воді або проходження через болото, тому важливо перевірити, чи зберігає екіпірування свої властивості після тривалого впливу води. Випробування на вологозахист бойового екіпірування є важливими для перевірки здатності матеріалів протистояти впливу вологи, зберігаючи при цьому свої захисні та функціональні властивості. У реальних бойових умовах військовослужбовці можуть піддаватися впливу дощу, туману, водних перешкод або бути зануреними у воду. Тестування у вологому середовищі проводяться в умовах підвищеної вологості (90-100% відносної вологості) для імітації умов тропіків, джунглів або місцевостей з високим рівнем вологи, де екіпірування може піддаватися впливу туману, конденсату або постійної вологості. Важливо перевірити, чи не втрачають матеріали екіпірування свої захисні властивості при тривалому перебуванні в умовах високої вологості, чи не вбирають вони вологу, що може знизити рівень захисту або комфорт. Екіпірування занурюється у воду на певну глибину, що імітує ситуації, коли військовослужбовець може форсувати річки, озера або перебувати у воді. Для оцінки стійкості до корозії та впливу солоної води, екіпірування піддається зануренню в резервуар із морською водою. Це дозволяє імітувати бойові умови в морських регіонах або під час морських операцій, де екіпірування може контактувати з солоною водою. При цьому оцінюється, наскільки матеріали екіпірування стійкі до корозії та пошкоджень, викликаних солоною водою. Перевіряється, чи не відбувається корозії металевих частин (замків, кнопок) та чи залишаються інші матеріали (наприклад,

тканини) неушкодженими. У бойових умовах військові можуть постійно перебувати в русі під час дощу або форсування водних перешкод. Екіпірування тестується під час руху військовослужбовців або манекенів, що імітують бойові дії.

Проведення випробувань бойового екіпірування в умовах тривалого впливу морської води є критично важливим етапом у забезпеченні боєздатності військових підрозділів, що діють у прибережних зонах. Такий підхід дозволяє не лише підвищити надійність спорядження, але й адаптувати його до реальних умов бойового застосування. Впровадження відповідних стандартів, сертифікація та практичне тестування сприятимуть розвитку оборонної промисловості, підвищенню рівня безпеки військовослужбовців та перемозі в цій війні.

ОСНОВНІ ПІДХОДИ ДО ВИПРОБУВАНЬ ТУРНІКЕТІВ

С.І. Боднар; В.В. Гейко; Є.В. Хмель
Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Завдяки зусиллям медиків та лікарів наприкінці 1990-х та на початку 2000-х років почали з'являтися нові концепції конструкції турнікетів для кінцівок. Хоча багато з них швидко відійшли на другий план, CAT та SOFT-T існують і донині. Інновації у сфері турнікетів не сповільнилися і на сьогодні доступно кілька десятків їх варіантів та виробників. Однак ефективність багатьох із них не була чітко визначена за допомогою досліджень або наукових даних. Крім того існує велика різниця щодо визначень, показників та вимог дослідження, що підкреслює необхідність комплексного підходу до оцінки та впровадження уніфікованих методик випробувань.

Турнікет є критично важливим засобом для зупинки масивної артеріальної кровотечі в умовах бойових дій, аварій та екстремальних ситуацій. Він дозволяє швидко зупинити артеріальну кровотечу, проте ефективність його застосування залежить від конструкції, матеріалу та навичок персоналу. Ефективність турнікетів визначається швидкістю накладання, здатністю зупинити кровотечу та безпекою для м’яких тканин.

Аналіз наукових робіт свідчить про значну кількість досліджень, зосереджених на характеристиках турнікетів, тоді як методи перевірки ефективності та безпеки механічних турнікетів досліджені недостатньо.

Серед відомих авторам наукових досліджень і публікацій щодо основних функціональних характеристик механічних турнікетів виявлені чотири методи: метод, заснований на перетворенні значення тиску, що утворюється турнікетом при накладанні, в електричний сигнал за допомогою тензорезистивних датчиків; метод, заснований на вимірюванні тиску повітря у тестовій манжетці; непрямий метод визначення тиску із використанням рівняння Ламе; метод прямого вимірювання тиску в кінцівці під турнікетом із використанням інвазивного датчика тиску. Застосування визначених методів дозволяє вимірювати тиск перекриття, визначати втрату тиску після накладання турнікету протягом часу застосування, визначати градієнт тиску та оцінювати основні функціональні характеристики механічних турнікетів на основі математичних моделей.

Сучасними методами тестування турнікетів є:

— лабораторні симуляції на основі синтетичних моделей, датчиків тиску та гідравлічних систем відтворюють контрольовані умови кровотечі для оцінки швидкості зупинки крові, тиску на тканини та ефективності матеріалу без ризику для людини, що дозволяє отримати точні числові показники і порівняти різні прототипи;

— клінічні / польові випробування на основі навчальних сценаріїв, обмежене застосуванням на добровольцях, але дозволяє перевірити ефективність та зручність використання у реальних або максимально наближених до реальних бойових умовах.

Проте лабораторні моделі та симулятори не повністю відтворюють анатомічні особливості кінцівок людини, природну рухливість та вологість тканин і, як наслідок, ефективність виробу в тестах може відрізнятися від його поведінки у реальних бойових умовах, а клінічні / польові випробування на основі навчальних сценаріїв можуть принести шкоду здоров’ю добровольців при неналежному використанні та потребують залучення спеціалізованого медичного обладнання. Тому ефективне тестування турнікетів повинно бути комплексним, включати лабораторні, манекенові та польові сценарії.

Таким чином, основним проблемним питанням випробувань турнікетів в Україні є впровадження відповідної нормативної документації та уніфікація процесу випробувань турнікетів, що дозволить здійснювати перевірку їх технічних та функціональних характеристик з урахуванням умов їх реального застосування, що дозволить знизити кількість випадків летальності та тяжкої інвалідизації серед травмованих (поранених).

ОСОБЛИВОСТІ АНАЛІЗУ НАДІЙНОСТІ НОВИХ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ АЛЬПІНІСТСЬКИХ СПУСКОВИХ ПРИСТРОЇВ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ДОСЛІДНИЦЬКИХ ВИПРОБУВАНЬ

О.І. Бойченко; В.Т. Бояров;
О.М. Чередніков, к.т.н., доц.
Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Високий рівень надійності технічних засобів є визначальним у забезпеченні ефективної діяльності пошуково-рятувальних та парашутно-десантних підрозділів, що працюють в екстремальних, динамічно змінюваних умовах. Підтримання якості та функціональної безвідмовності техніки є пріоритетним завданням як під час виробництва, так і на етапі її експлуатації сучасних технічних засобів, зокрема альпіністських спускових пристроїв, що пропонуються для безпарашутного десантування особового складу з вертольотів.

Метою проведеного дослідження є аналіз і обґрунтування застосування існуючих теоретичних підходів до оцінки надійності нових конструктивних рішень в контексті випробувань альпіністських спускових пристроїв, що використовуються для безпарашутного десантування у складних умовах де посадка вертольота неможлива або не передбачається.

Обґрунтовано доцільність використання моделі надійності, адаптованої до конкретних умов експлуатації та фізико-механічних характеристик досліджуваних пристроїв. Застосування новітніх методів аналізу дозволяє не лише підвищити безпечність і ефективність десантування, а й зменшити витрати на технічне обслуговування та підвищити бойові спроможності відповідних підрозділів.

Ускладнення технічних систем та екстремальні експлуатаційні навантаження в бойовій обстановці зумовлюють потребу у впровадженні точних і надійних методів оцінки працездатності техніки.

Ігнорування питань надійності може призвести до критичних наслідків: відмови в ключовий момент, затримки під час виконання завдань, або втрати боєздатності, що безпосередньо впливає на успіх військових операцій. У цьому контексті аналіз надійності є дієвим інструментом виявлення потенційно слабких місць конструкції,

прогнозування можливих відмов і своєчасного прийняття рішень щодо усунення ризиків.

З огляду на це, виникає потреба у розробленні комплексу методик дослідницьких випробувань вертольотів типу Ми-8 для оцінювання можливості виконання безпарашутного десантування з використанням альпіністських спускових пристроїв. Ці пристрої мають багаторічний досвід застосування в цивільній (рятувальній, спортивній) сфері, що дозволяє адаптувати їх для військових потреб за умов дотримання вимог до надійності.

Наземні випробування у складі бортового обладнання вертольота, а також перевірка різних варіантів виконання безпарашутного десантування з вертольота Мі-8МСБ-В за допомогою альпіністських спускових пристроїв (на етапі льотних випробувань) проводились у реальних кліматичних умовах безпосередньо на борту повітряного судна. Льотні випробування здійснювались у денний час доби за сприятливих погодних умов – за відсутності опадів та інших небезпечних метеорологічних явищ.

Додатково здійснювався аналіз конструктивних особливостей елементів спорядження, які впливають на загальну надійність системи. Найбільше навантаження припадає на спусковий пристрій (“вісімку”, “десантер”) та карабіни. У зв’язку з цим запропоновано внести уточнення до технічних вимог щодо допустимого ресурсу використання окремих елементів спорядження, з урахуванням реальних експлуатаційних навантажень.

Отримані результати підтверджують, що альпіністські спускові пристрої мають високі експлуатаційні характеристики в короткостроковій перспективі, проте для довгострокової оцінки надійності необхідні додаткові методи аналізу.

Розглянуто особливості планування та проведення дослідницьких випробувань, виявлено труднощі оцінювання надійності за обмеженою статистикою відмов, а також окреслено шляхи підвищення достовірності результатів. Окрему увагу приділено практичному застосуванню результатів для внесення змін до Керівництва з льотної експлуатації вертольотів типу Ми-8.

Для більш точної оцінки необхідно у рамках підконтрольної експлуатації або збільшити кількість випробувань, або використати додаткові методи, зокрема такі як аналіз деградації матеріалів чи моделювання надійності на основі апріорних даних отриманих від

користувачів альпіністських спускових пристроїв.

СТРУКТУРА ІНФОРМАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ АВТОНОМНИХ БЕЗЕКІПАЖНИХ ПІДВОДНИХ АПАРАТІВ

К.Г. Борисюк[1];
Б.В. Іванов[1];
М.Е. Юрченко[2], к.фіз.-мат.н., с.н.с.;
О.М. Чередніков[1], к.т.н., доц.
[1]Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки;
[2]Клайпедский університет

Сучасний стан військової агресії російської федерації проти України, з урахуванням певної переваги противника у військових спроможностях на морі, продукує використання асиметричних засобів оборони та впливу. Одним з таких засобів є автономні безекіпажні підводні апарати (АБПА), які здатні виконувати цілий спектр бойових та спеціальних завдань. Вагомим аргументом на користь АБПА є їх потенційні спроможності до застосування мінно-торпедної зброї у різних тактичних варіантах та з мінімальними ризиками втрати людських ресурсів.

Провідні морські держави світу значно прискорили роботи щодо створення та застосування новітніх морських роботизованих підводних апаратів та підводних систем військового призначення. Так, США і Китай для створення повністю роботизованих формувань підводних систем військового призначення успішно опрацьовують питання спільного маневрування АБПА у морі та тактики їх дій.

В результаті проведених досліджень Морським аналітичним центром “AMI International” визначено, що станом на початок 2010 р. загальна кількість безекіпажних підводних апаратів у світі становила близько 6200 одиниць, в тому числі 4650 (75%) апаратів цивільного та 1550 військового призначення (з яких близько 400 - автономного типу).

Систематизуючи проаналізований досвід сучасної збройної боротьби та застосування державами військової сили на морі необхідно відмітити суттєве розширення масштабів використання новітніх високоінтелектуальних й автономно діючих систем військового призначення та зростання ролі безпілотних (безекіпажних) комплексів (надводних, підводних, авіаційних) у досягненні тактичних, оперативних і

стратегічних цілей воєнних дій на морі.

Для одночасного забезпечення військово-морської присутності у багатьох регіонах світу фахівцями ВМС США опрацьовуються концепції застосування середніх і великих безекіпажних кораблів – багатоцільових надводних роботизованих платформ. Більше того, у США в 2012 році була розроблена і в теперішній час реалізовується програма будівництва таких морських роботизованих систем (комплексів).

Потребує уваги той факт, що агресивні дії противника на морі постійно нарощуються, вдосконалюються форми та засоби його збройної агресії, що змушує створювати нові більш ефективні тактики та засоби ведення збройного опору.

Водночас, створені новітні засоби дозволяють розширювати межі завдань, які визначаються оперативним мистецтвом та стратегією.

Розробка структури інформаційної моделі АБПА містить основні положення щодо:

– аналізу характеристик створених провідними морськими державами світу АБПА морського базування носіїв мінно-торпедної зброї;

– аналізу характеристик застосування АБПА морського базування носіїв мінно-торпедної зброї відповідно до цільового призначення;

– аналізу основних завдань, що покладаються АБПА носіїв мінно-торпедної зброї;

– прогнозуванню варіантів застосування базових автономних платформ безекіпажних підводних апаратів - носіїв мінно-торпедної зброї.

На основі аналізу характеристик існуючих АБПА - носіїв мінно-торпедної зброї; узагальнено досвід та основні напрямки їх застосування та розроблено технічний обрис автономних безекіпажних підводних апаратів - носіїв мінно-торпедної зброї.

Результати роботи можуть бути використані під час розробки базових автономних платформ безекіпажних підводних апаратів - носіїв мінно-торпедної зброї.

Практичне значення отриманих результатів полягає у визначенні технічного обрису АБПА - носіїв мінно-торпедної зброї.

РОЗРОБКА АЛГОРИТМІВ ВЗАЄМОДІЇ ВОДОЛАЗІВ-ПІДРИВНИКІВ ТА НАДВОДНИХ/ПІДВОДНИХ БЕЗЕКІПАЖНИХ КОМПЛЕКСІВ ПІД ЧАС ПОШУКУ, ВИЯВЛЕННЯ ТА ЗНЕШКОДЖЕННЯ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ПРЕДМЕТІВ У ВОДНИХ АКВАТОРІЯХ УКРАЇНИ

Б.В. Іванов; К.Г. Борисюк;
М.А. Тодоров
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

З початку повномасштабної збройної агресії росії проти України проблеми випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки для потреб Військово-Морських Сил України набула особливої актуальності. Організації взаємодії між водолазами-підривниками та надводними і підводними безекіпажними комплексами (апаратами) під час пошуку, виявлення та знешкодження вибухонебезпечних предметів (ВНП) у водних акваторіях України стала ще більш складною та пріоритетною.
Мінна небезпека у водних акваторіях України після початку повномасштабної агресії рф значно зросла. Традиційні методи підводного пошуку і знешкодження ВНП вимагають інтеграції з новітніми технологіями — зокрема, безекіпажними надводними та підводними апаратами. Забезпечення ефективної взаємодії між водолазами-підривниками та безекіпажними системами є критичним завданням для підвищення ефективності гуманітарного розмінування та бойових дій.

1. Основні завдання алгоритмів взаємодії

Основні завдання алгоритмів взаємодії охоплюють увесь цикл робіт із протимінної діяльності у водних акваторіях. На етапі пошуку та виявлення безекіпажні апарати здійснюють первинне обстеження дна з використанням гідролокаційних станцій, тоді як водолази уточнюють та підтверджують знайдені об’єкти. Під час ідентифікації та класифікації результати роботи апаратів передаються до командного пункту, де застосовуються алгоритми розпізнавання, а остаточне підтвердження здійснює водолаз. Етап знешкодження передбачає координацію дій підривників із використанням дистанційних систем доставки зарядів або ручного підриву. Важливою складовою є маркування та документування – фіксація місцезнаходження вибухонебезпечних предметів з використанням навігаційних систем та їх фото- і відеопротоколювання.

Окремо алгоритми включають аварійно-рятувальні сценарії, зокрема використання апаратів у режимі евакуації водолаза та резервні канали зв’язку.

2. Організація взаємодії та управління ризиками

Організація взаємодії передбачає створення єдиного центру управління, який синхронізує дії водолазів і безекіпажних комплексів у режимі реального часу. Управління ризиками включає оцінку впливу РЕБ, можливість втрати зв’язку, технічні несправності апаратів та небезпеку детонації. Алгоритми взаємодії повинні включати дублювання каналів управління та аварійні процедури. Ключове значення має підготовка персоналу – регулярні тренування за сценаріями “людина–робот, використання VR/AR тренажерів та створення спільних стандартних процедур для забезпечення злагодженої роботи.

3. Технічне та методичне забезпечення

Технічне забезпечення передбачає застосування гідролокаторів, магнітометрів, систем машинного зору та їх інтеграцію з геоінформаційними системами. Для комунікацій використовуються кабельні, акустичні та радіоканали з адаптивною зміною діапазонів і криптозахистом. Методичне забезпечення включає створення цифрових карт загроз, протоколів архівації та обміну даними між військовими й цивільними структурами.

4. Висновки і перспективи

Спільна робота водолаза-підривника та підводного безекіпажного апарата є необхідною умовою для ефективного і безпечного виконання завдань пошуку, ідентифікації та знешкодження вибухонебезпечних предметів у водних акваторіях України. Підводний апарат забезпечує первинну розвідку, картографування та дистанційний моніторинг, що дозволяє знизити ризики для людини. Водолаз-підривник виконує остаточну ідентифікацію та прийняття рішень щодо знешкодження, що вимагає професійного досвіду і тактичної гнучкості. Поєднання технічних можливостей апарата та навичок водолаза створює взаємодію, яка підвищує швидкість і точність виявлення ВНП, мінімізує ризики для особового складу, забезпечує повноцінне документування результатів та дозволяє діяти навіть у складних умовах.

Отже, розробка і впровадження алгоритмів взаємодії “водолаз-апарат” є необхідною для сучасної системи протимінної діяльності, а стандартні процедури мають стати основою підготовки і практичного застосування таких змішаних підрозділів.

ПРОПОЗИЦІЇ З МОДЕРНІЗАЦІЇ КОМПЛЕКСІВ РАДІОМОВЛЕННЯ ЗА ДОСВІДОМ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ ТАКТИЧНИМИ ГРУПАМИ ПСИХОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ

І.О. Канкін, к.т.н.;
І.О. Орищук
Житомирський військовий інститут ім. С.П. Корольова

Агресія росії проти України та її зовнішня політика підтверджує, що інформація у сучасному світі використовуються як зброя – засіб для досягнення політичних, економічних і військових цілей на всіх рівнях. Підґрунтям для досягнення стратегічних цілей рф є – панування в інформаційному просторі, включаючи повну ізоляцію захоплених територій від інформаційного простору України та заповнення інформаційного вакууму власним контентом.

Відновлення присутності українських інформаційних джерел в інформаційному просторі прифронтових та захоплених ворогом територій у зв'язку з активними бойовими діями, наразі, вкрай ускладнено, що значно знижує ефективність заходів з інформування в цих регіонах.

Також залишається актуальною проблема забезпечення цілеспрямованого психологічного впливу на особовий склад противника в рамках психологічних операції (акцій та заходів впливу). Її розв'язання потребує вирішення ряду частинних наукових завдань, одним з яких є розроблення нових або модернізація існуючих систем озброєння та удосконалення способів їх бойового застосування.

Для здійснення психологічного впливу на цільову аудиторію у розпорядженні структур психологічних операцій (ПсО) провідних країн світу знаходяться різноманітні засоби, які дозволяють цілеспрямовано впливати на противника.

Партнерами надані Україні деякі зразки тактичних комплексів радіомовлення, які використовуються в районах бойових дій підрозділами ПсО. Характеристики таких комплексів залежать не тільки від необхідної зони покриття сигналом радіомовлення, а й від умов, у яких здійснюється трансляція. Досвід їх застосування показав, що місце розташування передавача (антенних систем) є однією із пріоритетних цілей для противника. Це підтверджує факти атак та знищення противником радіотелевізійних веж у прифронтових зонах.

Неможливість використання стаціонарних потужних ретрансляторів

та стаціонарних веж обумовлює доцільність використання декількох невеликих мобільних комплексів. Необхідність максимального покриття тимчасово окупованих територій радіосигналом вимагає наближення комплексів до лінії бойового зіткнення, збільшення потужності сигналу, та збільшення висоти підйому антени транслятора над поверхнею землі.

Наслідком цього, є збільшення вартості системи трансляції та ймовірності ураження противником особового складу та зазначених зразків військової техніки. Існуючі зразки озброєння мають всеспрямовані антени з круговою діаграмою спрямованості в горизонтальній площині, що ймовірно, обумовлено тактикою їх застосування партнерами, яка не передбачає їх знаходження у безпосередній зоні ураження вогневими засобами противника. Активне застосування противником FPV-дронів, ударних БпЛА, КАБів та інших засобів вогневого ураження вимагає розташування комплексів радіомовлення за можливістю віддалено від лінії бойового зіткнення, поза зоною ураження вогневих засобів противника.

Між тим, варіант збільшення потужності передавача, у цих умовах, не є доцільним, так як дальність розповсюдження сигналу УКХ діапазону (FM) прямо залежить від дальності прямої видимості, а саме, висоти підйому антени. Використання спрямованих антенних систем може дозволити знизити потужність передавача та вартість апаратури з однаковою дальність розповсюдження сигналу.

Досвід експлуатації зразків техніки що, розроблені та надаються волонтерами, показав, що можливі шляхи зниження вартості комплексів із збереженням необхідних тактико-технічних характеристик та зменшення втрат у разі ураження їх противником.

Таким чином, часткове вирішення проблеми забезпечення цілеспрямованого психологічного впливу на особовий склад противника в рамках психологічних операцій (акцій та заходів впливу) можливо шляхом розроблення (компонування та узгодження комерційних компонент) невеликих, мобільних комплексів радіомовлення, що мають відносно низьку вартість, використовують антени зі спрямованою ДС та мають можливість швидкої заміни антен, кабелів (розхідний матеріал), що особливо важливо під час застосування поблизу лінії бойового зіткнення, в умовах високої ймовірності вогневого ураження.

СТАНДАРТИЗАЦІЯ І ВИПРОБУВАННЯ, ЯК СКЛАДОВА СТРАТЕГІЧНОГО ПЛАНУВАННЯ РОЗВИТКУ ЗС УКРАЇНИ

М.Б. Капочкіна, к.т.н.; А.В. Панфілов
Військова частина А0987

Як вважав Сунь Цзи “Тактика без стратегії – це метушня перед поразкою”. Це підкреслює важливість поєднання стратегічного планування з тактичними діями для досягнення успіху. У доповіді зроблена спроба визначення місця стандартизації та випробувань у ієрархічний системі сталого забезпечення обороноздатності країни на етапах від стратегічного оборонного планування до моделювання бою на тактичному рівні. Система включає математичну модель Збройних Сил (надалі ЗС) (створює аналітичну основу для оцінки бойового потенціалу); оборонне планування (трансформує модель в стратегічний план); розробка ОВТ (визначає технічні та тактичні характеристики озброєння); сертифікацію (підтверджує відповідність ОВТ вимогам); випробування (перевіряє готовність ОВТ до застосування); моделювання бою (оцінює ефективність ОВТ у бойових сценаріях) і обрання засобів ведення бою (визначає оптимальні засоби для досягнення успіху). Ієрархія забезпечення обороноздатності є послідовним процесом, що починається з аналітичного моделювання ЗС і родів військ, переходить до стратегічного планування та створення ОВТ, і завершується моделюванням бою та вибором ефективних засобів. Кожен етап спирається на попередній, забезпечуючи системний підхід до зміцнення обороноздатності. Таким чином помилки на любому з етапів, у тому числі на етапах стандартизації та випробувань ОВТ системним шляхом ускладнюють досягнення успіху на полі бою. Автори доповіді мають практичний досвід у розробці математичної моделі ВМС ЗС України, що базувалася на бойовому досвіді ведення сучасної війни на морі, розробили низку ОТВ до автономної високоточної зброї, розуміються у проблемних питаннях сертифікації та випробувань ОТВ, методичних нюансах оперативно-тактичних розрахунків бою.

У системі оборонного планування спроможності визначаються як сукупність взаємопов’язаних елементів, що охоплюють людський потенціал, матеріальні ресурси, організаційні структури, технологічні та інноваційні рішення (включно з випробуваннями), а також інформаційні та процедурні механізми, серед яких ключову роль відіграють стандарти.

В Україні планування у сферах національної безпеки та оборони

здійснюється за трьома етапами: довгостроковим (понад 5 років), середньостроковим (до 5 років) та короткостроковим (до 3 років). В умовах сучасної війни, що характеризується стратегічною невизначеністю, довгострокове планування ускладнене низькою достовірністю вхідних даних, що безпосередньо знижує якість прогнозів та ефективність кінцевих результатів.

Потреби у спроможностях визначаються з урахуванням стратегічних цілей і загроз, аналізу поточного стану Збройних Сил, наявного розриву у спроможностях та можливих сценаріїв їх бойового застосування. Помилки на будь-якому з цих етапів неминуче призводять до хибних оцінок потреб у спроможностях.

На початку повномасштабного вторгнення рф в Україну розрив у спроможностях (Capability Gap) проявлявся у критичному дефіциті надводних кораблів, бронетехніки та артилерійських систем, що розглядалися як ключові для протидії наявним загрозам. Проте в умовах сучасної війни просте нарощення кількості зазначених типів ОВТ вже не забезпечує подолання розриву у спроможностях, оскільки на зміну традиційним загрозам (артилерійські обстріли, ракетні удари, танкові атаки) прийшли загрози, пов’язані з автономною та високоточною зброєю.

Питання ризиків ухвалення помилкових стратегічних рішень щодо розбудови флоту надводних кораблів ВМС ЗС України, а також необхідності фундаментального перегляду вимог до ОВТ були висвітлені авторами на Міжнародному науковому форумі Національного університету оборони України *“Морська стратегія держави. Розвиток та реалізація морського потенціалу України”* (2024) та на Всеукраїнській науково-практичній конференції Національного університету оборони України *“Проблеми якості оборонної продукції: організаційні, технічні та фінансово-економічні аспекти”* (2025).

Одним із можливих виходів з критичної ситуації стало рішення Ставки Верховного Головнокомандувача України від 11 серпня 2025 року щодо збільшення прямого фінансування бойових бригад, які діють на лінії зіткнення, з метою закупівлі озброєння, техніки та іншого обладнання. Метою цього рішення є усунення надмірних процедур та прискорення забезпечення фронту шляхом надання бригадам можливості самостійно визначати оперативні потреби та здійснювати відповідні закупівлі. Такий підхід відповідає принципам децентралізації управління, що застосовуються у сучасних арміях, і безпосередньо корелює з потребами у спроможностях, визначеними на основі бойового досвіду. У перспективі

це рішення сприятиме прискоренню процедур сертифікації, оскільки закуплені бригадами зразки ОВТ потребуватимуть експрес-оцінки, а їхнє випробування у бойових умовах узгоджується із загальною тенденцією наближення тестувань до фронтових реалій.

ОЦІНКА ТЕПЛОВОЇ ПОМІТНОСТІ БРОНЬОВАНОЇ РОЗВІДУВАЛЬНО-ДОЗОРНОЇ МАШИНИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ БАГАТОСПЕКТРАЛЬНОГО МАСКУВАЛЬНОГО ЗАСОБУ ЗА ДОПОМОГОЮ СУЧАСНИХ ТЕРМОГРАФІЧНИХ СИСТЕМ

О.Б. Кот; П.Л. Аркушенко, к.т.н., ст.досл.;
Є.О. Гузій; С.В. Керей
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

У сучасних бойових діях протидія розвідці та високоточній зброї противника є одним із визначальних чинників збереження боєздатності підрозділів. Системи виявлення дедалі ширше працюють в широкому діапазоні електромагнітного спектру, зокрема інфрачервоний діапазон, що зумовлює необхідність розробки та практичної перевірки засобів, здатних знижувати теплову помітність і маскувати сигнатуру озброєння та військової техніки. Одним із перспективних напрямів є застосування багатоспектральних маскувальних засобів (БсМЗ), ефективність яких необхідно підтверджувати шляхом комплексних випробувань у реальних умовах.

Для визначення теплової помітності БРДМ-2, оснащеного дослідним зразком багатоспектрального маскувального засобу, проведено серію випробувань із використанням сучасних тепловізійних систем, що функціонують у спектральному діапазоні від 7,5 мкм до 14 мкм та мають високу просторову роздільну здатність і чутливість. Це дозволило реєструвати навіть незначні відмінності температурних полів на поверхнях об’єктів та кількісно оцінювати вплив маскувального покриття на теплову сигнатуру бронетехніки. Результати спостережень показали, що застосування дослідного зразка БсМЗ забезпечує суттєве зниження рівня теплового контрасту БРДМ-2 у порівнянні з немаскованим станом. Найбільш критичними зонами для виявлення залишаються ділянки з підвищеним тепловиділенням – моторно-трансмісійний відсік, випускна система та прилеглі елементи корпусу. Разом із тим, навіть у цих зонах відзначалося зменшення температурної різниці у середньому на 25–35 % у

порівнянні з контрольними вимірами без покриття.

Додатково було встановлено, що ефективність БсМЗ суттєво залежить від умов зовнішнього середовища. За хмарної погоди із зниженою сонячною інсоляцією спостерігалося найбільше вирівнювання температурних характеристик поверхні, що забезпечувало мінімальну інфрачервону помітність. За умов прямого сонячного опромінення контраст дещо підвищувався, однак залишався нижчим, ніж під час контрольних вимірів. Це свідчить про те, що матеріали БсМЗ мають певний рівень селективності відбиття та випромінювання, що забезпечує зниження теплової сигнатури у різних умовах експлуатації.

Окремо варто відзначити, що конструкція та матеріал дослідного зразка БсМЗ впливали на розподіл температурних полів. Маскувальне покриття, виготовлене з багатошарових композитних матеріалів, продемонструвало кращі результати у порівнянні з одношаровими зразками, знижуючи ймовірність виявлення за допомогою тепловізійних систем противника.

Отримані результати дозволяють стверджувати, що застосування БсМЗ на бронетехніці типу БРДМ-2 здатне істотно зменшити її інфрачервону помітність у більшості типових сценаріїв використання. Це, у свою чергу, сприяє підвищенню живучості техніки, ускладнює її виявлення противником та зменшує ризик ураження високоточною зброєю, наведеною за тепловою сигнатурою. Таким чином, використання сучасних тепловізійних систем у випробуваннях дозволяє отримати об’єктивну оцінку ефективності багатоспектральних маскувальних засобів, оскільки забезпечується визначення достовірних даних щодо теплового контрасту в умовах, наближених до бойових. Перспективним напрямом подальших досліджень є аналіз поведінки БсМЗ при зміні режимів роботи двигуна, оцінка їх довговічності в польових умовах та адаптація до різних типів бронетехніки.

АВТОМАТИЗОВАНЕ РОБОЧЕ МІСЦЕ ДЛЯ ОПЕРАТОРІВ ЗВУКОМОВНИХ СТАНЦІЙ ПІДРОЗДІЛІВ ПСИХОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ СИЛ СПЕЦІАЛЬНИХ ОПЕРАЦІЙ

В.С. Мірзоєв; В.П. Волков; Д.Г. Колпаков
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Під час стримування збройної агресії рф підрозділи психологічних

операцій (ПсО) Сил спеціальних операцій Збройних Сил України (ССпО) широко використовувалися в інтересах дій Сил оборони України.

Психологічний вплив на противника має велике значення у різних аспектах, особливо під час ведення бойових дій. При цьому, психологічний вплив, через звукомовлення, є важливою складовою некінетичних заходів спрямованих на: деморалізацію особового складу; вплив на прийняття рішень; створення неспокою; поширення вигідної інформації; створення хибних уявлень та перекручення фактів, що призводять до неправильної оцінки противником стану, характеру та положення наших військ (сил).

На тактичному рівні звукомовлення здійснювалося за допомогою спеціалізованих звукомовних систем, які транслювали повідомлення та звуки з метою впливу на противника, введення противника в оману або інформування власних сил і цивільного населення.

З 2014 року підрозділи ПсО використовували радянські звукомовні станції ЗС-88 “Делитель” на базі БТР-80, які мали обмежену дальність дії (до 4 км) і морально застаріли.

З початком повномасштабного вторгнення російської федерації на територію України використовуються сучасні західні звукомовні системи типу LRAD різних модифікацій, що значно перевищують радянські аналоги за потужністю, дальністю (до 5 км) та мобільністю. Їх особливістю є компактність і можливість використання на цивільних автомобілях типу “пікап”, що ускладнює виявлення (розпізнавання) підрозділів ПсО.

Однак, при експлуатації таких звукомовних систем, виникають проблеми щодо забезпечення безпеки операторів цих систем. Управління системами здійснюється безпосередньо оператором з кузова пікапа, що піддає особовий склад ризику ураження вогнем противника чи травмування під час руху.

Виходом із цієї ситуації є створення автоматизованого робочого місця (АРМ) всередині транспортного засобу, яке забезпечить оператору підрозділу ПсО дистанційне управління звукомовленням (вмикання (вимикання) системи, зміни напрямку і кута поширення звуку не виходячи з безпечного середовища). Такий підхід суттєво підвищить рівень безпеки особового складу, знизить ризики, пов’язані з бойовими умовами, а також дозволить більш оперативно та ефективно виконувати поставлені завдання.

Основними компонентами АРМ можуть бути:

- пульт дистанційного управління;
- система управління між оператором і звукомовною станцією

(кабельне або бездротове підключення між пультом управління в кабіні та звукомовною системою);

− візуальний контроль станції (встановлення камер спостереження спрямованих на звукомовні модулі);

− система живлення (підключення до основної електромережі транспортного засобу, резервних акумуляторів або портативних джерел живлення (наприклад, EcoFlow));

− програмне забезпечення (інтерфейс з можливістю вибору та запуску готових аудіопрограм і сценаріїв, збереження повідомлень, що використовуються часто);

− ергономіка та безпека (ергономічне розташування обладнання в кабіні, наявність захисту пульта від пилу, вологи, ударів, вентиляції та шумопоглинання, елементів захисту від електромагнітних завад).

Під час реалізації АРМ повинно бути враховано:

− інтеграцію з існуючими системами пікапа (АРМ має бути сумісним з наявним автомобільним обладнанням, без суттєвого втручання у конструкцію кузова);

− модульність і мобільність (система повинна легко демонтуватися або переноситися між різними транспортними засобами, залежно від бойових завдань);

− виготовлення спеціалізованих кріплень під звукомовну станцію, які дозволять здійснювати дистанційне управління пристроєм з кабіни автомобіля та забезпечити стійке положення під час застосування та переміщення в кузові.

Таким чином, АРМ для операторів звукомовних станцій підрозділів ПсО є важливою складовою модернізації некінетичних дій у ССпО, актуальним і необхідним кроком для підвищення безпеки особового складу та ефективності психологічного впливу на противника у сучасних бойових умовах.

МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИПРОБУВАНЬ БОЙОВИХ ЕКЗОСКЕЛЕТІВ

*А.Г. Павленко, к.т.н.; В.І. Лільчицький; В.Є. Александров; Т.Є. Рвач;
А.І. Собора, к.т.н., ст.досл.; Р.В. Холодний
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки*

Характер бойових дій в ході сучасних військових конфліктів,

особливо російсько-української війни, обумовлює досить жорсткі вимоги до фізичної та психологічної витривалості військовослужбовців. Виконання бойових завдань супроводжується переміщеннями під обстрілами з важким спорядженням по перерізаній місцевості, а також тривалим перебуванням на позиціях із повним бойовим навантаженням.

Важливими засобами підвищення витривалості військовослужбовців стають екзоскелетні технології, які здатні значно покращити тактичні можливості підрозділів на полі бою.

Найбільш відомими на теперішній час проєктами зі створення екзоскелетів військового призначення у різних країнах світу є: HULC (Human Universal Load Carrier) від Lockheed Martin; XOS 2 від Raytheon Sarcos; DARPA's Warrior Web; TALOS (Tactical Assault Light Operator Suit); ONYX від Lockheed Martin та B-temia; ExoM від Mehler Protection та Mawashi Science & Technology (Німеччина, Канада); екзоскелет від Kestrel Defense (Китай); OX Exoskeleton від Defence Science and Technology Group та Cobalt Design (Австралія).

Ключовою особливістю бойового екзоскелету як об'єкту досліджень є комплексна реалізація передових інноваційних технологій у сфері біомеханіки, інженерії, роботизованих та інформаційних систем для розширення фізичних можливостей військовослужбовця. Ця особливість обумовлює специфічний характер та складність методології випробувань екзоскелетів, а також технологій їх проведення.

За результатами аналізу наукових публікацій з питань досліджень характеристик та функціональних можливостей бойових екзоскелетів визначено важливі методологічні аспекти випробувань, що суттєво впливають на ступінь реалізації мети випробувань, повноти та якості оцінки характеристик екзоскелетів за результатами випробувань.

Першим методологічним аспектом є цілісний підхід до оцінювання ефективності використання екзоскелету. Передбачає комплексне оцінювання показників (характеристик) самого екзоскелету як технічного виробу та оцінювання реакції людини – користувача (військовослужбовця) на носіння екзоскелету.

Мінімальний перелік оцінок екзоскелету як технічного виробу має охоплювати: експлуатаційні властивості (функціональні можливості, надійність, автономність, безпека використання тощо); сумісність (електромагнітна, функціональна, інформаційна); балістична захищеність.

Оцінювання реакції військовослужбовця на носіння екзоскелету передбачає аналіз результатів об'єктивних та суб'єктивних вимірювань

показників (характеристик) продуктивності військовослужбовця.

Об’єктивні вимірювання включають три категорії показників (характеристик): фізіологічні (серцево-судинна та м’язова функції); біомеханічні (просторово-часові, кінетика та кінематика); когнітивні (навігація, ідентифікація цілей, зв’язок, влучність, час та точність реакції).

Суб’єктивні вимірювання оцінюють психофізіологічний ефект носіння екзоскелету та його ергономічні властивості.

Другим методологічним аспектом є поетапна структура процесу випробувань, що передбачає послідовне проведення лабораторних та польових випробувань, а також військових випробувань в ході тактичних навчань у складі підрозділу.

Умови та тестові сценарії мають змінюватись від простих керованих умов у лабораторії до складних умов та сценаріїв, що імітують виконання військовослужбовцями завдань на поле бою в різних погодних та кліматичних умовах.

Основними завданнями лабораторних випробувань є оцінка екзоскелету як технічного виробу, а також проведення функціональних рухових тестів з визначенням діапазону руху, можливості переміщення між позиціями, утримання статичної рівноваги, переступання перешкод, погодження з вогнепальною зброєю, підняття вантажу, одягання та знімання екзоскелету.

На етапі польових випробувань відтворюються моделі рухової активності, притаманні для підготовки та ведення бою у різних тактичних ситуаціях: піші марші різної інтенсивності, патрулювання, тактичні переміщення не в бою та під час бою, подолання смуги перешкод, ведення вогню, перенесення вантажів, транспортування різними засобами тощо.

Метою військових випробувань є оцінювання ефективності екзоскелету в командному середовищі в конкретних погодних та кліматичних умовах під час виконання місій відповідно до бойових статутів та настанов.

Викладені методологічні аспекти відображають мульті дисциплінарний комплексний підхід до організації і проведення досліджень та випробувань бойових екзоскелетів, що потребує участі фахівців у галузі інженерії, медицини, інформаційних технологій, військової фізичної підготовки тощо.

ПОЛІФУНКЦІОНАЛЬНІ ПОЛІУРЕТАНОВІ АДГЕЗИВИ, ЗАХИСНІ АНТИКОРОЗІЙНІ ТА НЕКОВЗНІ ПОКРИТТЯ

Ю.В. Савельєв, д.х.н., проф.; Л.А. Марковська, к.х.н., с.н.с.; Н.Й. Пархоменко; О.О. Савельєва; О.М. Гончар, к.х.н.
Інститут хімії високомолекулярних сполук Національної академії наук України

Призначення поліфункціональних поліуретанових матеріалів (ППМ)

Для подовження терміну експлуатації об'єктів військової техніки, будівництва, зміцнення і ремонту залізобетонних, цегляних, керамічних конструкцій, які експлуатуються у водних, лужних, слабокислих і сольових середовищах, а також для герметизації фундаментів, підземних споруд та інфраструктури шляхом захисту від руйнівного впливу агресивних природних і техногенних динамічних навантажень.

Композиційне нековзне антикорозійне забарвлене **(**RAL-7040**)** поліуретанове покриття (КНАПЗП), створене на основі ППМ, призначене для антикорозійного захисту палуби суден із корабельної сталі від руйнування під дією а(біотичних) і техногенних деструктуючих чинників і гарантують пролонговану безпечну та надійну експлуатацію об'єктів військовослужбовцями за звичайних і специфічних умов.

Характеристики ППМ

Адгезиви (метал, бетон, цегла, деревина): *адгезійна міцність* з'єднання ППМ//бетон – 22 МПа, з'єднання ППМ//метал – 40 МПа.

Захисні антикорозійні та гідроізоляційні покриття: *адгезійна міцність* <1 бала; *стійкість до дії деструкторів*: водо(технічна/морська)-, масло-, бензо-, світло-, біо-, зносо- і хімічна**.** Стійкість адгезивного з'єднання метал/бетон до вібро-динамічних навантажень перевищує 6 років.

Антикорозійні ППМ (ППМ/А). *Пролонгований захист* металу бетону, залізобетону, каміння, деревини від техногенних (нафтопродукти, хімікати…) природних (вода, зокрема морська, соляний туман, вода, світло…) деструктуючих чинників. Метал, захищений ППМ/А, за рік експлуатації за умов довкілля зберіг свої властивості – його поверхня залишилась неушкодженою. Метал, не захищений ППМ/А повністю був покритий іржею. *Склад* – ППМ/А: органічний розчинник (40 %). *Підготовка* металу – піскоструй, ступінь St2. *Нанесення* – валик, пензель, розпилення. *Витрати* (ППМ/А) – 180-250 г/м^2.

Водонепроникність бетону*(W,* марка).*** Захист поверхні бетону

праймером (на основі ППМ) і ППМ істотно збільшує водонепроникність бетону та тим самим його марку. Так, *1) бетон, захищений праймером характеризується величиною W12; 2) бетон, захищений праймером та одним шаром ППМ W14; 3) бетон, захищений праймером і двома шарами ППМ: W15. У той час як бетон вихідний, незахищений: W4.* [*Згідно ДСТУ Б В.2.7-170:]

Стійкість до стирання. Використання ППМ для захисту бетону знижує його втрати у 600–645 разів відносно вихідного бетону.

Польові випробування. *Пролонговані випробування* ППМ, як захисних покриттів бетону, за умов довкілля показали їх ефективність. Покриття залишалися неушкодженими, відшарування відсутні. Випробування виконувались за умов ДП “Завод 410 Цивільної авіації” (Льотно-дослідна станція-2) і в/ч СВ ЗСУ (автопарк).

*Морозостійкість зразків***.** Після 50 циклів заморожування-розморожування у морській воді бетонні зразки, повністю покриті ППМ, *не мають пошкоджень*, незахищені бетонні зразки через 30 циклів заморожування-розморожування *зруйнувалися.*

Композиційне нековзне антикорозійне полімерне забарвлене покриття (КНАПЗП)

Нанесене КНАПЗП площею 24 м^2, як “зони безпеки” на палубі катера проекту 58155 (ВМС ЗСУ), що перебував на бойовому чергуванні, забезпечило пролонгований надійний захист екіпажу від ковзання, а також металічної поверхні від агресивних техногенних і природних (зокрема соляний туман, морська вода) деструктуючих чинників.

Технічні характеристики КНАПЗП. Склад – ППМ: наповнювач: органічний розчинник (40 %). Підготовка – піскоструй, ступінь St2. Нанесення – пензель, валик. Витрати: НАПК – 0,20–0,27 кг/м^2; наповнювач – 0,5–0,6 кг/м^2.

Стійкість до деформаційних динамічних навантажень, які можуть призвести до руйнування адгезивних зв’язків полімеру та поверхні, що призведе до зруйнування покриття на відміну від існуючого.

Випробування КНАПЗП. Моніторинг КНАПЗП, створеного на палубі катера при його експлуатації протягом чотирнадцяті місяців підтвердив надійність антикорозійного захисту палуби корабля (відсутні порушення цілісності та відшарування) та його безпечне обслуговування екіпажем.

Переваги ППМ. ППМ, на відміну від існуючих аналогів, створені на основі єдиної синтетичної моделі, що спрощує процес їх виготовлення.

ППМ можуть використовуватися як адгезиви, захисні, просочувальні та сполучні матеріали. ППМ забезпечують гарантовану експлуатацію об’єктів до 12 років.

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ВИПРОБУВАНЬ І СЕРТИФІКАЦІЇ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ, ПОШУКОВО-РЯТУВАЛЬНИХ ЗАСОБІВ І ЗАСОБІВ РЯТУВАННЯ І ЖИТТЄЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПОШУКОВО-РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ ДЕРЖАВНОЇ АВІАЦІЇ

С.М. Чумаченко, д.т.н., с.н.с.; Ю.О. Невзгляденко; О.Ю. Маракулін
Державний науково-дослідний інститут авіації

В умовах війни слід зазначити виняткову важливість і специфіку проведення пошуково-рятувальних операцій в Україні, які виконуються підрозділами державної авіації. Йдеться про такі структури, як Державна служба України з надзвичайних ситуацій (ДСНС) та Збройні Сили України (ЗСУ), чиї пошуково-рятувальні підрозділи відіграють ключову роль у забезпеченні національної безпеки та цивільного захисту нашої країни. Спроможність ефективно діяти в умовах ракетних, дронових і авіаційних ударів тощо є запорукою збереження життя населення, особового складу та мінімізації збитків.

Реалії сьогодення – зростання частоти техногенних та природних катастроф, інтенсивності та складності пошуково-рятувальних операцій (ПРО), що вимагають від авіаційних пошуково-рятувальних підрозділів крім високого професіоналізму та навченості, використання надійних та високоефективних аварійно-рятувальних, пошуково-рятувальних засобів і засобів рятування і життєзабезпечення.

Саме тому мета доповіді – детально висвітлити ключові проблеми та перспективні напрямки підвищення ефективності ПРО у сфері випробувань і сертифікації аварійно-рятувальних, пошуково-рятувальних засобів і засобів рятування та життєзабезпечення для пошуково-рятувальних підрозділів державної авіації. Ми прагнемо не просто окреслити існуючі виклики, а й запропонувати шляхи їх подолання, що дозволить забезпечити максимальну ефективність та безпеку цих життєво важливих операцій.

Розглянемо основні напрямки підвищення ефективності ПРО:

а) Вдосконалення нормативно-правової бази авіаційного пошуку і рятування.

Аналіз чинної законодавчої бази та нормативно-правових актів слід проводити за такими напрямками:

1) Оцінка відповідності національних стандартів міжнародним вимогам.

Необхідно провести всебічний аудит чинних українських стандартів,

технічних регламентів, відомчих наказів та інструкцій, що регулюють процеси випробувань, сертифікації, експлуатації та технічного обслуговування аварійно-рятувальних, пошуково-рятувальних засобів і засобів рятування та життєзабезпечення для пошуково-рятувальних підрозділів державної авіації. Цей аналіз має включати порівняння з провідними міжнародними стандартами та практиками, такими як:

– STANAG (Standardization Agreement): стандартизаційні угоди НАТО, що є ключовими для інтероперабельності та взаємосумісності військової техніки;

– ICAO (International Civil Aviation Organization): Міжнародна організація цивільної авіації, що розробляє стандарти та рекомендовані практики для безпеки та ефективності польотів;

– EASA (European Union Aviation Safety Agency): Агентство авіаційної безпеки Європейського Союзу, що встановлює норми для цивільної авіації в ЄС.

2) Виявлення застарілих та неактуальних норм, які не відповідають сучасним технологіям, видам загроз та специфіці використання нових аварійно-рятувальних, пошуково-рятувальних засобів і засобів рятування та життєзабезпечення для пошуково-рятувальних підрозділів державної авіації, що надходять на постачання.

3) Ідентифікація прогалин у законодавстві: можлива невизначеність, або відсутність регулювання у сфері випробувань і сертифікації аварійно-рятувальних, пошуково-рятувальних засобів і засобів рятування та життєзабезпечення для пошуково-рятувальних підрозділів державної авіації.

б) Необхідність гармонізації та імплементації міжнародних практик.

в) Проблеми міжвідомчої координації та відсутність єдиного уніфікованого підходу:

– множинність регулюючих органів. В Україні процеси випробувань та сертифікації аварійно-рятувальних, пошуково-рятувальних засобів і засобів рятування та життєзабезпечення для державної авіації можуть регулюватися різними відомствами (Міністерство оборони, ДСНС, Міністерство внутрішніх справ тощо), кожне з яких має свої внутрішні нормативні документи та процедури;

– відсутність єдиних методик та критеріїв, що призводить до розрізненості у підходах до випробувань, можливих суперечностей у вимогах та дублювання функцій, що уповільнює процеси та знижує їхню ефективність;

– необхідність єдиного регулятора або координаційного центру: постає питання про створення єдиного державного органу або

міжвідомчого координаційного центру, який би розробляв уніфіковані стандарти, методики та контролював їхнє виконання для всіх пошуково-рятувальних підрозділів державної авіації. Це забезпечить прозорість, послідовність та високий рівень безпеки та якості;

– оптимізація взаємодії: розробка чітких протоколів взаємодії та обміну інформацією між відомствами для уникнення бюрократичних перешкод та прискорення процесів.

АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБУВАНЬ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ЗАХИСНИХ МОДУЛІВ НА ПРИКЛАДІ ЗАХИСНОГО МОДУЛЯ “МТ 03 М”

І.А. Шеремет; В.О. Іваненко; О.О. Лисий, к.т.н.
Навчально-науковий випробувальний полігон високотехнологічного озброєння та військової техніки

На сьогоднішній день враховуючи особливості ведення бойових дій із застосуванням великої кількості засобів розвідки та ураження техніки та особового складу набули особливого значення заходи маскування, військової техніки та важкої бронетехніки для всіх бойових підрозділів.

Актуальність досліджень це реалії сьогодення, що вимагають дієвих засобів маскування військової техніки та важкої бронетехніки в інфрачервоному діапазоні вдень та вночі, яке відіграє значну роль у збереженні військової техніки та важкої бронетехніки в успішному виконанні завдань за призначенням та під час ведення бойових дій.

Метою дослідження є якісне проведення випробувань, що сприятиме ухваленню обґрунтованих рішень щодо виготовлення зразків та взяття їх на озброєння, що в свою чергу забезпечить більш ефективне збереження техніки на фронті та якісного виконання завдань бойовими підрозділами.

Маскування є невід'ємною частиною бойової діяльності всіх родів військ в будь-якому вигляді бою, тому військова хитрість полягає в тому, щоб уміло приховати військову техніку та важку бронетехніку на місцевості та ввести ворога в оману, видавши неправдиве за дійсне, змусивши його прийняти неправильне, завідома вигідне нам рішення. Чи не найголовнішу роль у цьому відіграють захисні модулі.

Існує два основних види маскування: природне і штучне. Природне маскування передбачає пристосування до місцевості: використання маскувальних властивостей ділянки, рослинність, ландшафт місцевості, що обмежує видимість і знижує можливість спостереження ворогом. Штучне маскування досягається технічними засобами і полягає у

застосуванні підручних матеріалів та матеріалів промислового виготовлення. Залежно від масштабів заходів маскування, що проводяться, маскування поділяється на тактичне (військове), оперативне і стратегічне.

В нашому випадку об’єктам попередніх, дослідних випробувань є захисний модуль “МТ 03 М”, виготовлений з багатошарового матеріалу, що блокує випромінювання, відкидає мало об’ємні предмети, який призначений для маскування військової техніки та важкої бронетехніки, на рослинному та зимовому фонах, у температурному діапазоні від мінус 40 °С до 70 °С, дистанція маскування теплової сигнатури (ціль 2.0 × 2.5 м) від виявлення тепловізором та приладом нічного бачення 100 м.

В якості висновку зазначимо модуль захисний “МТ 03 М” Модуль захисний “МТ 03 М” добре блокує випромінювання об’єкта розвідки (техніки) в інфрачервоному діапазоні, роблячи його невидимим для термографічної системи (тепловізора) вдень та вночі на відстанях D = 200 м, D = 150 м, D = 100 м, D = 50 м. Визначити ефективність зразка при маскуванні автомобільної і важкої бронетехніки та генератора з ДВЗ під час застосування приладу нічного бачення вночі виявилось неможливо через часткове маскування техніки (значна кількість елементів техніки залишалася видимою, що спростило виявлення та ідентифікацію техніки і ускладнило оцінку загальної ефективності захисного модуля). Тому, на наступні випробування необхідно передбачити збільшення кількості зразків для повного маскування і ввести зміни до програми та методик стосовно порядку їх випробувань.

СЕКЦІЯ 4

“АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ВИПРОБУВАНЬ І СЕРТИФІКАЦІЇ БЕЗПІЛОТНИХ ТА АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ”

Керівник секції: полковник М.М. Геращенко
Секретар секції: пр. ЗС України Ю.Ю. Бондаренко

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ СИСТЕМ (КОМПЛЕКСІВ) РАДІОЗВ’ЯЗКУ ДЛЯ РОЗВІДУВАЛЬНИХ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

С.М. Бачурін
Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Ефективність ведення бойових дій залежить від якісних та своєчасних розвідувальних даних, що робить розвідувальні безпілотні літальні апарати (далі – БпЛА) (безпілотні авіаційні комплекси (далі – БпАК) одним із ключових елементів в добуванні розвідувальної інформації (далі – РІ) під час ведення бойових дій. Для розвідувальних БпЛА пріоритетом стає передача стабільного та якісного потоку даних (відео, телеметрії тощо) в реальному масштабі часі. Системи радіозв’язку для розвідувальних БпЛА (БпАК) є основою для передачі великих обсягів даних у реальному масштабі часі, що є важливим для своєчасної обробки інформації та прийняття виважених рішень командирами (начальниками).

Досвід війни росії проти України 2022 – 2025 років підкреслює важливість сучасних систем радіозв’язку. Ці системи повинні мати характеристики: висока пропускна здатність, низька затримка отримання даних, скритий зв’язок, стійкість до впливу засобів РЕБ.

В межах проведених експертиз інноваційних проєктів, моніторингу відкритих джерел за цією тематикою, оперативних завдань, виконання окремих доручень щодо досліджень проаналізовано досвід застосування розвідувальних БпЛА вітчизняного виробництва (“АСУ-1 Валькірія”, “Мара”, “Лелека-100”, “SHARK” тощо) та противника (“Орлан-10”, “Supercam”, “Zala-421-16E” тощо), проведені порівняння зразків БпЛА, систематизовані результати досліджень і вироблені висновки щодо

розвитку сучасних систем радіозв’язку для розвідувальних БпЛА (БпАК).

Зазначимо, що тенденції розвитку сучасних систем радіозв’язку для розвідувальних БпЛА (БпАК) ЗС України, можна визначити за напрямками:

– забезпечення високої пропускної здатності каналів зв’язку. Для передачі відео високої роздільної здатності (HD/4K) та даних з різних сенсорів (тепловізорів, радарів) застосовуються широкосмугові канали зв’язку з сучасними стандартами передачі даних та алгоритмами стиснення (БпДА “PD-2”, “Лелека-100” Україна; “Puma”, “Wasp” США);

– забезпечення стійкості зв’язку до впливу засобів РЕБ (захищені канали зв’язку та технологія псевдовипадкового переналаштування робочої частоти – ППРЧ). Щодо технології ППРЧ – БпЛА і наземний пункт управління використовуються з налаштованим алгоритмом ППРЧ та з синхронною зміною частот. Це робить зв’язок стабільним і майже невразливим для подавлення, оскільки засоби РЕБ не встигають за швидкою зміною частот. Захищені канали зв’язку можуть шифруватись стандартом симетричного шифрування з довгим ключем типу AES 256, та можуть бути зашифровані резервні копіювання радіо типу LoRa.

Розвідувальні БпЛА часто виконують розвідувальні завдання на великих відстанях протягом тривалого часу. Захищені (шифровані) канали зв’язку та технології ППРЧ роблять перехоплення/подавлення каналу управління значно складнішим за принципами низької ймовірності виявлення (LPD) та низької ймовірності перехоплення (LPI), що не дозволяє виявляти місця знаходження БпЛА і станції керування (БпЛА “PD-2”, “Лелека-100” Україна; “RQ-20 Puma” США);

– використання багатоканальності та резервування. Для уникнення втрат розвідувальних матеріалів, сучасні розвідувальні БпАК оснащуються кількома дублюючими каналами зв’язку (наприклад, основний широкосмуговий канал для відео, резервний вузькосмуговий для телеметрії та керування, а також супутниковий канал як третій рівень резервування). Альтернативним каналами передачі даних можуть бути волоконно-оптичні лінії зв’язку та лазерні канали (БпЛА “PD-2”, “Мара” Україна; “RQ-20 Puma” США, “Parrot Anafi UKR” Французька Республіка);

– застосування мережецентричності та інтеграції. Розвідувальний БпЛА (БпАК) розглядається як елемент єдиної інформаційної мережі військ (сил). Системи зв’язку повинні забезпечувати пряму передачу даних не лише на пункт управління, а й іншим споживачам РІ: артилерійським розрахункам, ударним БпЛА, штабам – створюючи

єдиний розвідувально-ударний контур (ударний БпЛА “RAM II” і розвідувальний “SHARK”, ударний БпЛА “Булава” і розвідувальний “Лелека-100” Україна; ударний БпЛА “Warmate” і розвідувальний “FlyEye” Польща);

– застосування “прив’язних” БпЛА: мультикоптери, аеростати та повітряні кулі забезпечують швидке розгортання ретрансляторів, антен і сенсорів (БпЛА “Королева Шершнів” та повітряні кулі компанії “Аеробавовна” Україна). Такі платформи гарантують наявність стійкого зв’язку у визначених районах без інфраструктури, в складних природних (кліматичних) умовах, розширюють зону покриття та прискорюють розгортання систем у будь-яких умовах обстановки;

– впровадження модульності та уніфікації (антени, підсилювачі, модеми, акумулятори) – адаптація БпЛА під визначені завдання; а також впровадження відкритої архітектури (програмне забезпечення з відкритим кодом – наприклад, ArduPilot, PX4).

Отже, системи радіозв’язку розвідувальних БпЛА (БпАК) ЗС України еволюціонують у напрямку забезпечення стабільної, швидкісної та захищеної передачі великих обсягів даних на значні відстані, а також глибокої інтеграції в автоматизовані системи управління військами.

ПЕРЕВІРЯННЯ ДАЛЬНОСТІ ДІЇ КАНАЛУ (КАНАЛІВ) ЗВ’ЯЗКУ БЕЗПІЛОТНОГО АВІАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ В УМОВАХ ОБМЕЖЕНОЇ ПОЛЬОТНОЇ ЗОНИ

С.О. Безменов; О.Л. Грищенко; С.В. Панасенко
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Під час проведення випробувань безпілотних авіаційних комплексів (далі – БпАК) одним із показників, що перевіряється, є дальність дії каналу зв’язку. Випробування БпАК проводяться на полігонах, де польоти здійснюються в межах визначених польотних зон. При перевірянні показника дальності дії каналу зв’язку може виникнути низка проблем, серед яких:

– показник дальності дії каналу зв’язку перевищує відстань від місця можливого розміщення станції керування та контролю БпАК (далі – СКК) до крайньої точки польотної зони;

– показники дальності та тривалості польоту не забезпечують можливість польоту безпілотного літального апарату (далі – БпЛА) на

заявлену дальність дії каналу зв’язку та у зворотному напрямку (за умови збереження самого БпЛА).

Одним із варіантів вирішення вказаних проблем є проведення наступних заходів:

– розміщення однієї СКК (далі – СКК 1) в межах польотної зони полігону;

– розміщення другої СКК (далі – СКК 2) у заздалегідь вибраному місці на такій відстані до меж польотної зони, що забезпечить можливість польоту БпЛА в межах, близьких до показника дальності дії каналу зв’язку;

– проведення пуску БпЛА та виведення його на задану робочу висоту під керуванням СКК 1;

– подальше передавання керування над БпЛА від СКК 1 до СКК 2;

– перевіряння показника дальності дії каналу зв’язку під керуванням СКК 2;

– передавання керування над БпЛА від СКК 2 до СКК 1;

– здійснення інших перевірянь та (або) посадки БпЛА під керуванням СКК 1.

Для забезпечення виконання цього рішення необхідними умовами до БпАК є наявність в комплекті мінімум двох СКК та можливість передачі керування над БпЛА між різними СКК.

Додатковими перевагами даного підходу є широка можливість вибору місця поза межами польотної зони полігону, де була б забезпечена достатня радіовидимість до БпЛА, що здійснює політ в польотній зоні полігону, та можливість здійснення додаткових перевірянь під час здійснення польоту БпЛА на перевіряння дальності дії каналу зв’язку за рахунок зекономленого часу польоту.

Наведений вище підхід до здійснення перевіряння дальності дії каналу зв’язку БпАК дозволяє розширити номенклатуру БпАК, що можуть бути перевірені в умовах обмеженого розміру польотної зони полігону.

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ СПОСОБІВ (МЕТОДІВ) ПРОТИДІЇ УДАРНИМ БПЛА “SHAHED-136”

О.П. Безшапошніков
*Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки*

Останній період російсько-української війни (лютий-липень 2025

року) відрізняється зростанням інтенсивності масованих повітряних нальотів з боку рф та суттєвим збільшенням кількості ударних БпЛА, що запускаються ворогом одночасно з крилатими та балістичними ракетами.

Аналіз статистичних даних, дослідження в межах оперативних завдань по ворожих БпЛА, виконання окремих доручень на дослідження ворожих БпЛА по специфічних напрямках, свідчить про те, що ударний БпЛА "Shahed-136" досі залишається наймасовішим та ефективним засобом повітряного нападу на об'єкти критичної та цивільної інфраструктури України та військові об'єкти поблизу лінії бойового зіткнення.

Такий стан речей визначив актуальний напрямок досліджень – пошук адаптивних, швидких насамперед, відповідей на цей виклик, що дозволять ефективно протидіяти ворогу під час повітряних нальотів з урахуванням змін в тактиці застосування ударних БпЛА (збільшення висоти польоту, кількості одночасного використання, координації/об'єднання їх в групи/рої.

Отже, пошук ефективних рішень в означеному контексті вкладається в певні тенденції розвитку способів (методів) проотидії, що виглядають наступним чином:

– оскільки у складі БпЛА "Shahed-136" наявна завадозахищена система навігації, а також інерціальна система навігації, то доцільно використовувати засоби радіоелектронної боротьби для подавлення приймачів ГНСС на максимальній відстані, яку дозволяють забезпечити засоби радіоелектронної боротьби.

Зазначимо, що для подавлення GPS корекції інерціальної системи навігації, достатньо одного засобу РЕБ, а для того, щоб подавити багатоканальні приймачі системи навігаційного модуля потрібно застосовувати не менше 4-х засобів РЕБ одночасно. Пропонується перелік засобів РЕБ, що наразі прийняті на озброєння Збройних Сил України: "Анклав" – діє до 35 км (з використанням направленої антени), а з ненаправленою антеною – до 15 км; "Туман" – діє до 25 км; "Буковель-АД" – діє до 15 км; "Контур-1", "Контур-2" – (системи направленої дії) діють до 20 км; "Ліма" – апаратно-програмний комплекс направленої та всенаправленої дії – до 15 км;

– БпЛА "Shahed-136" має достатню ефективну площу розсіювання, що дозволяє ефективно виявляти його штатними засобами протиповітряної оборони. Окрім цього, українською компанією "Sky Fortress" розроблене спеціалізоване програмне забезпечення "єРакета" для мережі з понад 14 000 акустичних сенсорів для моніторингу повітряного

простору України. Система виявляє, ідентифікує та класифікує повітряні об’єкти (розрізняє двигуни внутрішнього згоряння конкретних типів БпЛА по сформованій базі звукових сигнатур);

– наявність у складі БпЛА двигуна внутрішнього згоряння залишає тепловий слід, що дозволяє здійснювати знищення БпЛА переносними зенітними ракетними комплексами з тепловою головкою самонаведення (“FIM-92 Stinger” США, “Mistral” Французька Республіка, “Piorun (Грім-М)” Польща, “Ігла” (9К38) СРСР);

– БпЛА “Shahed-136” має відносно низьку швидкість польоту (до 200 км/год), тому застосування стрілецького озброєння та гармат калібром 23 мм (“ЗУ-23-2” СРСР), 30 мм (“Bushmaster”) США, “ЗТМ-2” Україна), 37мм (“Гепард” Німеччина) та 57 мм (“С-60 (АЗП-57)” СРСР, “Bofors L/70” Швеція) залишається ефективним засобом для його знищення. Зафіксовані випадки застосування БпЛА “Shahed-238” з реактивним двигуном (швидкість до 500 км/год), що в совою чергу суттєво обмежує ефективність мобільних вогневих груп;

– через те, ворог змінив тактику застосування БпЛА “Shahed-136” (збільшив висоту їх польоту до цілі), то одним з можливих ефективних способів їх знищення є застосування БпЛА-перехоплювачів, які, наразі, розробляються вітчизняними виробниками та країнами-партнерами для потреб ЗС України;

– крім цього, застосовуються БпЛА-перехоплювачі з БпЛА-носіїв та з повітряних куль-носіїв БпЛА-перехоплювачів із зон чергування в повітрі;

– наступним ефективним способом ураження БпЛА “Shahed-136” (Герань-2) з огляду на поточну тактику ворога є застосування стрілецької зброї (кулеметів великого калібру) з гелікоптерів та легких спортивних літаків.

Зазначимо, що тенденції розвитку спрособів (методів) протидії ворожим ударним БпЛА типу “Shahed-136” у вигляді практичних рекомендацій відзначені у звітах щодо оперативних завдань за цією тематикою та поширені у війська. В подальшому, рекомендації постійно поновлюються з урахуванням зміни у тактиці ворога.

Додатково до окреслених тенденцій слід розвивати нові засобів протидії ворожим БпЛА, які працюють на нетрадиційних фізичних принципах. Саме проактивність та інноваційний підхід до питання протидії ударним БпЛА противника дозволить мати гідну відповідь на ці виклики, що в оглядній перспективі буде залишатись вкрай актуальним для України.

РЕЗУЛЬТАТИ ДЕМОНСТРАЦІЙНОГО ДНЯ ВПРОВАДЖЕННЯ НОВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ У ЗБРОЙНИХ СИЛ США

А.В. Білецька, к.філос.н.
Центральний науково-дослідний інститут
озброєння та військової техніки Збройних Сил України

Міністр оборони США Піт Хегсет видав директиву, яка вимагає використання методів швидкої закупівлі та інструментів пришвидшення укладання контрактів на придбання програмного забезпечення для оборони майбутнього.

Директива від 6 березня 2025 року наказує всім компонентам Міністерства оборони використовувати документ під назвою "Шлях придбання програмного забезпечення Міністерства оборони" разом з іншими повноваженнями, призначеними для прискорення процесу купівлі та кращого використання комерційних постачальників. У сукупності ці повноваження дозволяють Міністерству оборони укладати контракти на закупівлю програмного забезпечення набагато швидше, ніж у минулому. Інструменти, визначені в директиві, існують роками, але насправді їх використовує відносно невелика кількість програм розвитку озброєння.

Офіційні особи пояснюють повільне запровадження Пентагоном нових процесів кількома причинами, але в першу чергу вказують на культурну інерцію та несприйнятливість до ризику як з боку керівників Міністерства оборони, так і в офісах військових програм.

В інтерв'ю електронному виданню Defense News на презентаційних заходах у Вашингтоні, округ Колумбія, в останні тижні квітня 2025 р. лідери промисловості та Пентагону висловили надію, що директива міністра оборони США Хегсета може призвести до змін, якщо її виконувати. Вони також сподіваються, що директиву слід розглядати як перший крок до розширених реформ у процесах фінансування, перевірки та ціноутворення розробленого програмного забезпечення, а також як спеціалісти із закупівель МО США і менеджери програм розвитку озброєння навчаються керувати процесами з розробки програмного забезпечення.

Розмовляючи з представниками електронного видання Defense News 19 березня під час демонстраційного дня нових технологій у Рестоні, штат Вірджинія, головний технічний офіцер ВМС Джастін Фанеллі після своєї презентації сказав, що Військово-морські сили США працюють над тим, щоб подолати деякі з бар'єрів пришвидшення укладання контрактів на

програмне забезпечення, пропонуючи приклади програм, які успішно використовували інструменти новітніх інформаційних технологій. В результаті впровадження нових підходів ці зразки програмних комплексів для військового застосування отримували значні переваги над іншими зразками програмних продуктів.

“Наразі ми просто використовуємо цю можливість, щоб накопичити досвід та проаналізувати результати успіху, щоб отримати більше можливостей впровадження та змінити наші акценти з уникнення ризиків, пов’язаних з закупівлями, на зосередженні зусиль і впливі на швидкість закупівель та результатах їх впровадження, а також цінності цих результатів за кожен долар”, – сказав він.

Корі Макнабб, старший аналітик із департаменту закупівель ВПС, розповіла Defense News на тому ж заході, що, хоча перехід до комерційних закупівель є незручним для деяких посадових осіб із департаменту закупівель, з якими вона працює, вона помітила, що відтоді, як Хегсет видав свою директиву з’явилося більше відчуття невідкладності навчитися використовуючи ці новітні інструменти.

Макнабб підкреслила досвід Центру передового досвіду ВПС, який пропонує можливості навчання для офіцерів, які можуть мати менший досвід роботи з інструментом вибору джерела закупівель. За останні тижні використання навчального програмного додатку центру зросло з приблизно 200 користувачів одночасно до майже 3000, при цьому команда Центру розширила пропозиції щодо навчальних вебінарів після виходу директиви Хегсета.

У новому звіті Комісії з програмно-визначених бойових дій Атлантичної ради визначено, що кваліфікація робочої сили, а також необхідна для цього підготовка кадрів є головною потребою Міністерства оборони, оскільки воно прагне краще використовувати програмне забезпечення.

У звіті Міністерству оборони пропонується розробити “розширену, пов’язану, багатошарову та модульну навчальну програму, орієнтовану на покращення та пришвидшення навчання новітнього програмного забезпечення”, яка підвищує обізнаність про важливість його впровадження та забезпечує базове розуміння найкращих комерційних практик.

Комісія дійшла до висновку, що хоча Міністерство оборони вжило заходів для підвищення кваліфікації своєї робочої сили для цифрової епохи, загальновизнаний дефіцит кваліфікації фахівців сфери програмного забезпечення залишається. В звіті Комісії вказується: “Хоча

Сполучені Штати є світовим лідером у розробці програмного забезпечення та забезпеченні підтримки рішень посадових осіб, Міністерству оборони бракує досвіду для ефективного придбання, інтеграції та використання програмних інструментів, які є ключовими для успіху місії".

МОДЕЛЮВАННЯ ОПЕРАЦІЙНОГО РАЙОНУ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ РАДІОЗВ'ЯЗКУ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

В.Ю. Бовсуновський, к.т.н. доц.; С.О. Дупелич, к.т.н. доц.; В.В. Дзюбенко
Житомирський військовий інститут ім. С.П. Корольова

Одним із важливих завдань радіозв'язку в сучасній війні є забезпечення управління діями підрозділів та отримання від них інформації.

Масштабування систем радіозв'язку, яке відбувається з початком відбиття повномасштабної агресії російської федерації, призводить до збільшення часу доведення інформації до відповідних посадових осіб органів управління через зростання кількості кореспондентів та обсягів інформації, які передаються ними.

При цьому ефективність підрозділів системи радіозв'язку значною мірою залежить від можливостей наявних сил і засобів радіозв'язку та обстановки в районі виконання завдання.

Це призводить до ускладнення процесу планування радіозв'язку та проблеми раціонального управління обмеженим складом сил і засобів.

Однією із головних проблем планування радіозв'язку з підрозділами є складність оцінювання обстановки, яка динамічно змінюється в операційному районі.

Для оцінювання факторів обстановки, які впливають на ефективність радіозв'язку, розроблено відповідну математичну модель, яка базується на математичному апараті теорії невизначеності.

В основу розробленої математичної моделі покладено метод теорії нечітких множин, який дозволяє оцінити вплив факторів на ефективність радіозв'язку за результатами експертного оцінювання та побудови функції належності.

Запропонована математична модель подана у вигляді матриці "елемент-ознака" для кожного терму, яка дозволяє оцінити вплив факторів обстановки на своєчасність, достовірність та прихованість

радіозв’язку на етапі планування.

Застосування розробленої математичної моделі дозволяє кількісно оцінити вплив умов обстановки на ефективність радіозв’язку у визначеному районі.

Це дозволяє застосовувати математичну модель для кількісного обґрунтування рішень на етапі планування радіозв’язку з підрозділами.

ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ ГРУПИ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОГО СУПРОВОДЖЕННЯ У СКЛАДІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-БОЙОВОГО ПІДРОЗДІЛУ ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБУВАНЬ НОВІТНІХ ВИДІВ ОЗБРОЄННЯ В БОЙОВИХ УМОВАХ

С.І. Богдан
*Навчально-науковий випробувальний полігон
високотехнологічного озброєння та військової техніки*

Група науково-технічного супроводження є основним елементом експериментально-бойового підрозділу, який безпосередньо працює з новітніми технологіями та методиками, та приймає участь в розробці, перевірці, впровадженні і моніторинг нових технічних засобів і технологій. Основне завдання групи науково-технічного супроводження – це підтримка високого рівня технічної готовності підрозділу, сприяння вдосконаленню тактики і стратегії використання нових розробок та забезпечення безперебійної роботи бойових систем.

Актуальність дослідження обумовлена тим, що основним завданням експериментально-бойового підрозділу є випробування новітніх видів озброєння безпосередньо в бойових умовах, група науково-технічного супроводження постає перед особливими викликами та водночас відкриває унікальні перспективи для оптимізації впровадження новітніх видів озброєння в військах.

Метою дослідження є те, що результати аналізу роботи груп науково-технічного супроводження будуть основою для визначення оптимальних способів застосування новітніх розробок у різних бойових ситуаціях. Крім того зважаючи на те , що до складу групи входять фахівці різних напрямів результатами роботи групи науково-технічного супроводження будуть практичні рекомендації.

Сам процес науково-технічного супроводження можна умовно поділити на кілька етапів:

– перший етап діяльності НТС полягає в оцінці потреб підрозділу у нових технологіях або методиках, що включає вивчення бойових завдань, які виконуються підрозділом, аналіз можливостей існуючих технічних засобів, ідентифікація прогалин або обмежень у технічному забезпеченні. Результатом цього етапу є визначення переліку технологічних рішень, які необхідно впровадити, а також пріоритетів для тестування та впровадження;

– на другому етапі група НТС здійснює відбір найбільш перспективних технологічних рішень, що відповідають поставленим завданням. Він включає в себе оцінку нових технологій та їх потенціалу, визначення необхідних технічних характеристик і специфікацій, розробку або адаптацію прототипів нових технічних засобів для перевірки в бойових умовах;

– третій етап це безпосередньо тестування під час якого НТС проводить лабораторні випробування для перевірки базових технічних характеристик, польові випробування для оцінки ефективності в реальних умовах та аналіз результатів випробувань, на основі якого приймаються рішення щодо доцільності впровадження нових технологій.

Після успішного тестування нові технології та засоби інтегруються в бойову практику підрозділу.

Група науково-технічного супроводження розробляє спеціалізовані програми навчання, щоб забезпечити правильне освоєння нових технологій. Навчання може бути поділене на кілька етапів –теоретичне (основи роботи з новими технічними засобами, методики їх використання), практичне (відпрацювання навичок роботи в реальних умовах), спеціалізовані курси для окремих груп, таких як командири або технічні спеціалісти. Після впровадження нових технологій група науково-технічного супроводження здійснює постійний моніторинг ефективності їх використання, а також коригує стратегії та тактики залежно від отриманих результатів. Група науково-технічного супроводження має тісну взаємодію з командуванням експериментально-бойового підрозділу, що визначає пріоритети та завдання для науково-технічного супроводження. Спільно з командуванням проводяться оцінки ризиків, визначаються можливості для вдосконалення та коригується стратегія використання технічних засобів. Група науково-технічного супроводження взаємодіє з іншими технічними групами, такими як групи з ремонту, розробники програмного забезпечення, аналітики та дослідники. Ця взаємодія дозволяє забезпечити комплексний підхід до вирішення завдань.

Формулюючи висновки можемо зауважити, що розвиток групи науково-технічного супроводження експериментально-бойового підрозділу є ключовим фактором успішного впровадження новітніх технологій у бойову практику. Ефективна робота групи науково-технічного супроводження не лише сприятиме підвищенню боєздатності підрозділу, але й наддасть цінний досвід та рекомендації для подальшого розвитку військової техніки та озброєння Збройних Сил України.

ВИСОКОТОЧНА ІНЕРЦІАЛЬНА НАВІГАЦІЯ ДЛЯ РОБОТОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ КОМПАНІЇ MICROSTRAIN ВІД HBK

Є.Д. Боканча
Приватне підприємство “АНВІТ”

Сучасні автономні системи – від безпілотників і наземних мобільних роботів до військових платформ – стикаються з серйозними викликами у навігації. Сигнали супутникових навігаційних систем можуть бути заглушені або спотворені, тоді як вимоги до габаритів, ваги й енергоспоживання обладнання стають дедалі жорсткішими. У цих умовах ключову роль відіграють інерціальні навігаційні системи, які забезпечують автономність завдяки інтеграції кутових швидкостей та прискорень у часі. Проте їхня точність безпосередньо залежить від якості інерціальних вимірювальних блоків.

MicroStrain 3DM-CV7-GNSS/INS – прилад тактичного класу, розроблений для серійних робототехнічних застосувань з мінімізованими розмірами, вагою, енергоспоживанням та вартістю.

Архітектура системи та конструктивні вдосконалення

3DM-CV7 оснащено гіроскопами тактичного класу з нестабільністю нуля 1,5°/год. Акселерометри мають нестабільність нуля 18 мікрог, що забезпечує високу точність короткострокової навігації без супутникової підтримки.

Синхронізація часу є фундаментальною для точності INS, дозволяючи знизити типові похибки часу практично до нульових. CV7 реалізує:

– мікросекундне узгодження роботи всіх підсистем;

– усунення затримок вимірювань і передавання даних;

– подійне синхронізування з зовнішніми сенсорами (наприклад, фотокамерою).

Корпус виконано з алюмінію з високою точністю механічної обробки. Це ізолює чутливі елементи від термічного та механічного впливу друкованої плати, забезпечує стабільність калібрування та повторювану точність під час монтажу.

Оновлений фільтр стану поєднує дані гіроскопів, акселерометрів і магнітометрів, а також оцінює зсуви сенсорів. Адаптивна фільтрація Калмана компенсує вібрації та бічні прискорення, автоматично відкидає некоректні дані й зменшує потребу у ручному налаштуванні.

Інтеграція та екосистема

CV7 підтримує інтерфейси UART, USB, GPIO та протоколи MIP і NMEA. Він легко інтегрується з:

– системами керування польотом PX4 та робототехнічною платформою ROS;

– програмними бібліотеками для вбудованих систем MSCL API та MIP SDK;

– графічним інтерфейсом InertialConnect GUI для налаштування й діагностики;

– хмарним сервісом SensorCloud для корекцій у реальному часі.

Зовнішнє підсилення навігації можливе через дані GNSS, магнітометрів, барометрів, одометрії, а також через лазерні далекоміри й радари.

3DM-CV7 GNSS/INS задає новий стандарт для вбудованих інерціальних систем навігації у робототехніці. Поєднання тактичної точності з масою менше 20 г робить його оптимальним рішенням для наступного покоління автономних платформ. Перспективні напрями розвитку включають інтеграцію з радарами та системами візуальної навігації, а також використання методів штучного інтелекту для компенсації дрейфу сенсорів.

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПОВІТРЯНИХ І НАЗЕМНИХ ЦІЛЕЙ БЕЗПІЛОТНИМИ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ

Ю.Ю. Бондаренко, к.т.н., проф.; М.М. Геращенко;
А.М. Пінчук; Л.С. Ясенко
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Однією з характерних особливостей сучасного поля бою є широке застосування засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ). В умовах

насиченого засобами РЕБ середовища, БпЛА можуть забезпечувати безперервне виконання розвідувальних, ударних та підтримувальних завдань лише за умови впровадження високоефективних автономних алгоритмів їх поведінки. Також варто пам’ятати, що ефективність безпілотних літальних апаратів (БпЛА) разом з маневреністю, дальністю польоту та тактичним радіусом дії визначається й здатністю швидко та точно виявляти, класифікувати й супроводжувати цілі у складних динамічних середовищах. Традиційні одноканальні системи комп’ютерного зору обмежені впливом погодних умов, маскуванням та активними засобами протидії. Застосування мультимодальних методів, які об’єднують дані з оптичних, тепловізійних, радарних та інших чутливих датчиків, дозволить значно підвищити надійність і точність розпізнавання.

Використання технологій глибинного навчання та інтелектуальних алгоритмів збирання та обробки даних дасть змогу створювати бортові системи БпЛА, що здатні працювати в режимі реального часу, мінімізуючи ймовірність хибних спрацювань та забезпечуючи стійкість до завад. Це відкриває нові можливості для підвищення ефективності бойових місій БпЛА, особливо в умовах середовища, насиченого засобами РЕБ та мультиспектральної протидії противника. З цією метою очікується створення прототипу бортової системи розпізнавання, що дозволить автоматизувати процес виявлення, ідентифікації та супроводу цілей, підвищити живучість БпЛА у складних умовах та інтегрувати отримані розробки в існуючі та перспективні розвідувально-ударні комплекси.

Підвищення точності та надійності розпізнавання цілей ударними БпЛА шляхом розроблення мультимодальних методів комп’ютерного зору та інтелектуальних алгоритмів злиття даних призведе до зниження ризику помилкової ідентифікації, підвищення ефективності виявлення та супроводження цілей у бойових умовах.

ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ПЕРЕВІРКИ БПЛА (FPV) РАЗОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ ЗІ ВСТАНОВЛЕНИМИ ПРИСТРОЯМИ ІНІЦІАЦІЇ БОЄПРИПАСІВ ТА ВОЛОКОННО-ОПТИЧНОЮ ЛІНІЄЮ ЗВ’ЯЗКУ

*Ю.Ю. Бондаренко, к.т.н., проф.; М.Й. Заяць;
О.О. Саутін; С.В. Алексєєв, к.т.н., с.н.с.
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки*

Відповідно до чинних технічних вимог до ударних безпілотних

авіаційних комплексів (БпАК) разового застосування з системою FPV безпілотні літальні апарати (БпЛА), що входять до їх складу, мають бути оснащені пристроями ініціації боєприпасів.

Однією з обов'язкових перевірок, яку мають пройти ударні БпЛА під час попередніх випробувань на шляху до кодифікації є перевірка на електромагнітну сумісність та безпеку застосування БпЛА з пристроєм ініціації боєприпасу.

Відповідно до типової програми та методик типових випробувань БпЛА мультироторного типу з системою FPV при встановленні плати ініціації боєприпасу, затвердженої 25.12.2023, такі БпЛА мають пройти в тому числі й оцінку правильності та безвідмовності функціонування зразка БпАК в цілому. Зазначена перевірка має здійснюватися в умовах, максимально наближених до реальних умов експлуатації БпАК.

Від успішності цієї перевірки в першу чергу залежить подальша безпека особового складу підрозділів збройних Сил України та інших сил оборони, що будуть використовувати випробувані зразки БпАК з пристроями ініціації боєприпасів в їх складі.

До появи на випробувальних майданчиках зразків БпЛА з волоконно-оптичною лінією зв'язку (ВОЛЗ) імітація умов критичного застосування дослідних зразків здійснювалася шляхом виконання зовнішнім пілотом (оператором) БпЛА певного набору вправ, які мали здійснюватися чітко за командою інженера-випробувача.

До згаданого переліку вправ зокрема входили:

– вертикальний набір висоти з максимальною швидкістю,

– вільне падіння БпЛА,

– стрімке гальмування.

Зазначений перелік вправ повторювався двічі за командою інженера-випробувача, після чого зовнішньому пілоту (оператору) БпЛА надавався дозвіл на перехід до завершального етапу перевірки – заходу на ціль для підтвердження ініціації боєприпасу під час контакту з визначеною ціллю. Для БпЛА-перехоплювачів контактне знищення цілі замінювалося на примусовий повітряний підрив електродетонатора за командою з пульта керування, що здійснювався у визначеній точці маршруту БпЛА після надання відповідної вказівки інженера-випробувача.

У разі випробувань БпЛА з ВОЛЗ виконання стрімкого вертикального зльоту та вільного падіння БпЛА не є можливим, оскільки це може призвести до заломлення оптоволокна та потрапляння його у гвинти БпЛА, що в свою чергу призводить до розриву ВОЛЗ.

З метою запобігання згаданим негативним впливам набір висоти та

спуск БпЛА виконуються на максимально допустимій для БпЛА швидкості, зазначеній в його технічних умовах, та з певним кутом нахилу вперед. Додатково перевіряється горизонтальний проліт на максимально допустимій швидкості БпЛА.

Варто зазначити, що стрімкий розвиток безпілотної авіації призводить до появи нових зразків БпАК, що потребують постійного перегляду та уточнення класичних методів та алгоритмів їх випробувань.

ВПРОВАДЖЕННЯ НОВІТНІХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ ПОВІТРЯНИХ СИЛ

А.А. Булгаков[1], д.філос.; Н.О. Бурчак[1]; В.О. Подчерніна[2]
[1]Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України;
[2]Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Тема доповіді присвячена актуальним питанням випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки Повітряних Сил України. Вибір теми зумовлений динамічними змінами в тактиці застосування повітряних загроз і необхідністю швидкого ухвалення рішень на основі достовірної інформації. Актуальність проблеми полягає у потребі підвищення оперативності та ефективності процесів прийняття нових зразків озброєння і військової техніки в умовах сучасної війни. Метою доповіді є характеристика проблем сучасних систем бойового управління повітряною обороною і представлення сучасних цифрових рішень, що забезпечують інтеграцію та оперативність дій у повітряному просторі.

Одним із ключових аспектів підвищення ефективності повітряної безпеки є впровадження цифрових систем, які підтримують інтеграцію з союзницькими структурами. Традиційні автоматизовані системи бойового управління, такі як “Ореанда”, хоча і оновлюються, не повністю відповідають сучасним вимогам інтеграції, мають недостатню швидкість оновлення даних та обмежену адаптивність, особливо в умовах активного застосування радіоелектронної боротьби.

У відповідь на ці виклики була створена цифрова система ситуаційної обізнаності SkyMap, розроблена українськими ІТ-волонтерами та військовими фахівцями в період 2022–2023 років. Вона здатна інтегрувати різнорідні джерела інформації, має високий рівень кіберзахисту та сумісність із системами НАТО. Основною перевагою SkyMap є висока мобільність і можливість роботи безпосередньо в

бойових умовах, що підтверджено її застосуванням у Києві під час виявлення та відстеження безпілотних літальних апаратів типу Shahed-136.

Порівняльний аналіз вказує, що російські системи протиповітряної оборони мають більшу вертикальну інтеграцію, проте недостатню адаптивність до сучасних динамічних бойових умов. Українські ж підходи базуються на концепції мережево-центричної війни, де гнучкість, ситуаційна обізнаність та інтеграція з міжнародними партнерами є пріоритетними. Це підтверджується впровадженням інтерфейсів, сумісних як із західними, так і з радянськими зразками техніки.

Особливо важливою є співпраця з країнами НАТО з метою створення спільних платформ обміну інформацією, що значно підвищить оперативність прийняття рішень і адаптивність до змін у бойовій обстановці.

Отже, в умовах сучасних викликів підвищення ефективності повітряної безпеки неможливе без впровадження цифрових систем, сумісних із системами союзників, здатних швидко інтегрувати і аналізувати різнорідні дані. SkyMap є прикладом вітчизняного інноваційного рішення, яке успішно доводить свою ефективність у бойових умовах. Україна обирає шлях мережево-центричної війни, що забезпечує гнучкість, оперативність і високу якість ситуаційної обізнаності. Співпраця з міжнародними партнерами сприятиме подальшому розвитку ефективних інструментів для протидії сучасним загрозам у повітряному просторі.

ВИМОГИ НЕСПРИЙНЯТЛИВОСТІ БПЛА ДО ДІЇ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ

С.Г. Буряковський, д.т.н., проф.; В.В. Князєв, к.т.н., ст.досл.
Науково-дослідний та проектно-конструкторський інститут "Молнія"
Національного технічного університету
"Харківський політехнічний інститут"

Стрімкий розвиток сектору безпілотних літальних апаратів (БпЛА) обумовлює відповідний розвиток систем радіоелектронної боротьби (РЕБ). Поширені в цей час методи боротьбі із застосуванням систем РЕБ впливають на здатність функціонувати каналам зв'язку БпЛА з оператором та системами геолокації. Застосування рою БпЛА суттєве знижає можливості таких систем РЕБ. Цей факт обумовлює розробку

систем випромінювання високоенергетичних електромагнітних полів, здатних викликати фізичну силову поразку елементної бази БпЛА. В рамках цієї статі розглянуте саме цей аспект.

Визначено параметри модульованих гармонічних електромагнітних полів, які утворюють найбільш потужні системи РЕБ в залежності від відстані. Вихідні данні про технічні параметри систем РЕБ отримане з мережі Інтернет. Виходячи з можливостей вказаних систем РЕБ визначено потенційні спроможності систем RFDEW, таких як “THOR”, “CHIMERA” та інших до них подібних. За потужності випромінювання (300 – 500) кВт, ефективна відстань враження БпЛА оцінюється в межах (100 – 300) м. Оцінку відстані можливого ушкодження незворотного типу, здійснене за умов, що напруженість електричного поля має бути понад 200 В/м. Цей рівень за яким перевіряться несприйнятливість обладнання до дії електромагнітного поля у гігагерцовому діапазоні за стандартом MIL STD 464C. В залежності від класу БпЛА та призначення пропонуються відповідні рівні стійкості до впливу високоенергетичних електромагнітних полів. Експериментальні дані свідчать про те, що широкосмугові імпульсні поля з частою до 100 Гц, мають меншій деструктивний потенціал, ніж модульовані гармонічні поля. Тому, вимоги до рівня несприйнятливості БПЛА можуть бути визначенні за використання дії гармонічних полів, з урахуванням вимог стандарту MIL STD 464C.

Потенційні можливості новітніх систем RFDEW потребують ретельної експериментальної перевірки, тому що відповідні рекламні обіцянки викликають сумніви що ефективності боротьби з роєм БпЛА на безпечній відстані понад 1000 м. З часом конструкції БпЛА буде спроєктоване з урахуванням вимог ЕМС, що обумовить необхідність встановити стандартизовані вимоги та перевіряти відповідність до них.

ПЕРСПЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ УКРАЇНСЬКОЇ КРИЛАТОЇ РАКЕТИ FP-5 ПІД ЧАС РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ

В.П. Варакута, к.військ.н., доц.; М.В. Варакута
Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету “Харківський політехнічний інститут”

Російсько-українська війна демонструє активне застосування як силами вторгнення (*Свт*) рф, так і Силами оборони України (*СоУ*), засобів нанесення повітряних ударів, а саме крилатих ракет (КР). Їх

залучення до бойових дій обумовлено тактико-технічними здібностями протистояти зовнішньому радіоелектронному та зенітно-ракетному впливу з боку протидіючої сторони, швидко, майже точно й ефективно знищувати призначені цілі на великих відстанях. Офіційно 18 серпня 2025 р. було оголошено про вдале випробування української КР FP-5 “Фламінго” вагою близько 6 т з дальністю польоту близько 3000 км. Зовнішній вигляд цієї КР викликає у фахівців багато питань, щодо її бойових можливостей та доцільності застосування по об’єктах противника. Тому, дослідження цього питання з точки зору сучасних наукових напрацювань у сфері ракетобудування є своєчасним і актуальним, а визначення приблизних польотних тактико-технічних характеристик і конструктивних особливостей КР, допоможе зрозуміти доцільність її подальшої експлуатації. На початку 1960-х років встало питання доставки ядерної БЧ до цілі. Одною з вимог до КР – це політ на велику відстань, щоб осередок ядерного вибуху був якомога далі, а це декілька годин польоту. Тому, треба було зробити її малопомітною для радарів, зі стійкою радіоелектронною апаратурою до перешкод РЕБ противника та з досконалою навігаційною системою, для точкового влучення, що було впроваджено в американську дозвукову КР “Томагавк”. КР отримала інерційну навігацію, GPS та систему корекції рельєфу місцевості (TERCOM/DSMAC), що склало відхилення від цілі 5-10 м. Саме точність дозволила крім ядерних БЧ, використовувати “звичайні”: напівбронебійні/уламково-фугасні (BGM-109C) для ураження укріплених та наземних об’єктів, або касетні (BGM-109D) для знищення розосереджених цілей. Конструктивні особливості розміщення двигуна в корпусі та виготовлення ракети з радіо-поглинаючих матеріалів, дозволили її зробити малопомітною для радіолокаційних радарів і апаратури виявлення інфрачервоного випромінювання.

Опираючись лише на фотографії, зовнішній вигляд української КР “Фламінго” говорить про конструкцію 1960-х років. Так, корпус зібраний по класичній аеродинамічній схемі з прямим крилом. Розрахунок коефіцієнту пасивного аеродинамічного опору до числа Маха, говорить про дозвукову швидкість. Розміщення двигуна на корпусі ракети свідчить про вільне інфрачервоне випромінювання в простір з обох його сторін. На фотографіях можна розглянути двигун схожий на турбореактивний двоконтурний двигун АІ-25ТЛ (двигун Івченко), які, починаючи з середини 1970-х р., збирали на заводі “Мотор Січ” у Запоріжжі, Цей дешевий двигун встановлювали на літаки Як-40, чеські навчально-бойові літаки L-39 “Альбатрос”, на польські сільськогосподарські літаки М-15

тощо. Такий двигун здатний розігнати КР до 0,7–0,8 М. Годинна витрата палива двигуна дорівнює 0,61 кг/кгс, а його тяга 1720 кгс. Заявлена стартова маса КР FP-5 складає 6 т, а вага БЧ – 1 тис 150 кг. Тому, можна припустити, що питома вага палива складає 40 % від загальної ваги КР, тобто 2 тис 400 кг. Помножаємо значення тяги на годинну витрату палива та на дозвукову швидкість, наприклад, 0,7 М дорівнює 734 кг/год. Потім ділимо запас палива на годинні витрати й отримуємо 3,3 години польоту. Дозвукова швидкість, наприклад, 850 км/год, дозволяє КР пролетіти близько 2 тис 800 км, що відповідає заявленій дальності. Усього виготовлено близько 6 тис 300 двигунів, які не потребують значного моторесурсу, а лише одноразової доставки БЧ до цілі. Розміри корпусу ракети значні і мабуть виготовлені зі сталі, а в якості БЧ використовується готова авіабомба ФАБ-1000. Тому, місця для встановлення в носовій частині ракети сучасної навігаційної системи мабуть немає. Питання точності наведення ймовірно вирішується корегуванням інерційної системи ракети по GPS, яка прибирає помилки, що накопичилися під час польоту. А щоб GPS не була забита радіоперешкодами засобів РЕБ противника, ймовірно передбачена керована антена з керованою діаграмою направленості (ANTI-JAM CRPA SYSTEM), що суттєво зменшує вплив радіоперешкод на прийом сигналів від GPS. Отже, КР таких розмірів і дозвуковою швидкістю (швидкістю польоту цивільного авіалайнера) не лише дуже легко виявляється в радіолокаційному і тепловому діапазоні, а й ефективно знищується як сучасними засобами ППО противника, так і застарілими засобами ППО 1970-х років минулого століття. Але російсько-українська війна змінила усі уяви і підходи до ведення бойових дій. Наприклад, тихохідні повітряні дрони, прозвані в народі “мопедами”, дуже ефективно знищують на величезній території рф стратегічні військові та цивільні об’єкти. Ворог не в змозі усі їх прикрити засобами ППО, тому масове застосування КР “Фламінго” зі швидкістю більшою ніж у дронів та з потужною БЧ, обґрунтовує доцільність їх використання.

ВИКОРИСТАННЯ БПЛА У ВІЙНІ В УКРАЇНІ: ОСНОВНІ УРОКИ ДЛЯ НАТО

Д.О. Василець; Д.А. Лук’янов
Навчально-науковий випробувальний полігон
високотехнологічного озброєння та військової техніки

Широке використання Україною різних типів БпЛА, від високотехнологічних турецьких бойових дронів TB2 середньої висоти та

тривалої дії (MALE) до невеликих і дешевих комерційних китайських квадрокоптерів DJI, допомогло Києву відбити і зупинити набагато сильнішого супротивника. Кількість відео, на яких показано модифіковані квадрокоптери DJI, що переслідують і атакують російський персонал та техніку, скидаючи гранати зі стабілізаторами, є показовим прикладом. Сукупний кінетичний та психологічний ефект від масового використання озброєних комерційних дронів заслуговує на подальшу увагу.

Дрони досягають свого повного потенціалу, коли використовуються в синергії з іншими комбінованими збройними можливостями, починаючи від маневрів прямого вогню, артилерійського та далекобійного вогню, протиповітряної оборони (включаючи протидію безпілотним літальним апаратам), мобільності та протидії мобільності, а також електронної війни (EW) та повітряної сили. БпЛА ніколи не зможуть захопити та утримувати територію, але вони можуть надавати вогневу та логістичну підтримку, а також слугувати очима та вухами для будь-якої архітектури командування, контролю, зв'язку, комп'ютерів, розвідки, спостереження та розвідки (C4ISR), "центральної нервової системи" будь-якої сучасної армії.

Важливість протидії БпЛА, виявлена під час війни в Україні. Війна в Україні підкреслила критичну важливість наявності здатності протидіяти або захищатися від загрози з боку БпЛА – чи то у формі спостереження, удару, електронної війни, зриву роботи тощо – та нагальну потребу робити це за допомогою більш економічно ефективних рішень. Хоча високотехнологічні системи протиповітряної та протиракетної оборони та дорогі боєприпаси є обґрунтованими для захисту цінних об'єктів (наприклад, населених пунктів, кораблів, критичної військової або цивільної інфраструктури), перехоплення озброєного квадрокоптера DJI (вартістю кілька сотень доларів) або навіть іранського боєприпасу Shahed вартістю близько 40 000 доларів за допомогою ракети вартістю мільйон доларів не є ефективним або доцільним. Загалом, витрати на пошкодження цілі порівняно з її вартістю та вигодою від уникнення негативних наслідків складають показник, який слід використовувати для визначення індексу витрат та вигод для протидії безпілотним літальним апаратам (C-UAS).

Отже, завдання для майбутніх засобів протидії БпЛА (C-UAS) є двояким: 1) змінити криву витрат на перехоплення на користь захисників, одночасно 2) зберігаючи високий рівень успішності у знищенні різних типів і великої кількості БпЛА, що атакують одночасно. Наприклад, Росія застосувала залпи Shaheds для глибоких ударів по цивільній інфраструктурі України та використовувала велику кількість боєприпасів Lancet-3 для приглушення української контрнаступальної операції.

У міру наближення НАТО до майбутнього, в якому рої дронів з штучним інтелектом, ймовірно, відіграватимуть значну роль, НАТО, можливо, досягло критичної точки, коли сучасні системи протиповітряної оборони (ППО), включаючи найсучасніші, не можуть нейтралізувати великі рої дронів або навіть залпи нескоординованих боєприпасів, що кружляють у повітрі. З цих причин для ефективності C-UAS необхідна багатоспектральна та багаторівнева комбінація різних засобів, як кінетичних, так і некінетичних. Цей захист повинен бути забезпечений від передової тактичної лінії до тилової зони підтримки, авіабаз і стратегічних вузлів C2, що знаходяться ще далі в глибині.

Деякі уроки є новими, а інші підкріплюють ті, що були винесені з інших недавніх конфліктів. До 2023 року можливості БпЛА значно розширилися, хоча їхні основні технології існують вже десятиліттями, включаючи літаки з пропелерним двигуном, електрооптичні датчики, високоточну зброю та багатосмуговий передачу даних. У багатьох відношеннях це те саме, що і в пілотованих літаках. Сьогодні БпЛА є основним засобом розвідки, спостереження та рекогносцировки (ISR), але вони також можуть виконувати завдання з використанням повітряної сили, подібні до пілотованих літаків – ближня повітряна підтримка, озброєна розвідка, перехоплення, атаки електронної війни (EW), придушення засобів протиповітряної оборони противника (SEAD), ретрансляція зв’язку, а також перезаправка та дозаправка. Масштабна інтеграція як автоматизованих (детермінованих) інструментів, так і недетермінованих інструментів штучного інтелекту та машинного навчання, а також передових бортових обчислювальних систем, комунікаційних технологій та технологій обробки даних нового покоління (наприклад, хмарних та периферійних обчислювальних систем) обіцяє вивести можливості БпЛА на безпрецедентний рівень та змінити траєкторію їх еволюції.

ПРИНЦИПИ КІБЕРЗАХИЩЕНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

А.В. Власов[1], к.т.н., ст.досл.; В.В. Шевага[2]
[1]Навчально-науковий випробувальний полігон
високотехнологічного озброєння та військової техніки;
[2]Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Науково-технічна революція початку XXI сторіччя спричинила

в усьому світі глибокі системні перетворення. Передусім завдяки поєднанню досягнень у сфері новітніх інформаційно-комунікаційних технологій із надбаннями, що постали на базі стрімкого розвитку інформаційно-телекомунікаційних систем (далі – ІКС), сформувалися принципово нові простори – інформаційне суспільство, інформаційний та кібернетичний простір, які відіграють провідну роль в розвитку кожної країни світу.

Поширення інформаційно-комунікаційних технологій надає суспільству не лише численні переваги, а й низку проблем внаслідок збільшення вразливостей інформаційної сфери. Існує потреба контролю ІКС, а саме створення системи кібернетичної безпеки.

З урахуванням стрімкого розвитку та впровадження сучасних інформаційних технологій у секторі безпеки і оборони, ІКС в Збройних Силах України стають більш вразливими до кіберзагроз.

В доповіді надаються результати аналізу класифікації кіберінцидентів та факторів, які впливають на кіберзахищеність ІКС, основними з яких є:

1. Недостатня кібергігієна. Недостатній рівень кібергігієни суттєво впливає на кіберзахист ІКС, призводить до зламу мереж, крадіжок інформації з впровадженням атак вірусів та іншого шкідливого програмного забезпечення. Для систем зв'язку основною вразливістю є вразливість проникнення для здійснення атак цільову систему.

2. Недостатнє забезпечення захисту мережі. Якщо мережа не має достатнього захисту, то вона стає вразливою до різноманітних кібератак, які можуть призвести до крадіжки та втрати цілісності інформації та інших непередбачуваних наслідків.

За результатами аналізу факторів, які впливають на кіберзахищеність ІКС визначається поточний рівень захисту ІКС для прийняття відповідних управлінських рішень щодо його підвищення.

Аналіз впровадження заходів кібербезпеки ІКС дозволить сформулювати принципи кібербезпеки з урахуванням потреб Збройних Сил України та визначити основні вразливості, а також вплив персоналу, технологій та політики у забезпеченні кібербезпеки.

В майбутньому рівень обороноздатності держави буде залежати і від рівня готовності сил оборони забезпечувати належний захист і відбиття кібератак на ІКС та безпечне відновлення їх функціонування.

БОЙОВИЙ ДОСВІД ЯК ДЖЕРЕЛО ФОРМУВАННЯ КРИТЕРІЇВ НАДІЙНОСТІ ТРЕНАЖЕРНИХ СИСТЕМ

С.О. Гаєвський; П.М. Піонтківський, к.т.н., с.н.с.
Житомирський військовий інститут ім. С.П. Корольова

У сучасних умовах ведення війни в Україні тренажерні системи відіграють ключову роль у підготовці операторів, наприклад, безпілотних авіаційних комплексів (БпАК), протитанкових ракетних комплексів (ПТРК), артилерійських систем, розвідувальних платформ та іншої високотехнологічної техніки. Однак стандартні критерії надійності тренажерів, засновані на мирному досвіді, не відображають викликів, з якими стикаються оператори в реальних бойових умовах широкомасштабного вторгнення рф в Україну.

Наразі спостерігається нагальна потреба переглянути підходи до оцінки надійності тренажерних систем, використовуючи емпіричний бойовий досвід.

Більшість діючих стандартів орієнтується на технічну справність, час безвідмовної роботи та повторюваність функціоналу. Проте на практиці тренажери можуть не відповідати ситуаційній динаміці, стресовим факторам або специфічним сценаріям втрат, з якими стикаються бійці. Це створює розрив між підготовкою і реальністю, що безпосередньо впливає на виживання та успішність операцій. Бойовий досвід показує, що ключовими є не лише технічні, а й функціональні та поведінкові аспекти надійності систем, таких наприклад як БпАК, ПТРК тощо.

У Збройних Силах України функціонує розгалужена система збору, аналізу та впровадження бойового досвіду (ВВД), яка включає оперативні зведення, звіти after-action review (AAR), інтерв’ювання особового складу, аналіз відеофіксації та технічних логів з місця застосування озброєння. Отриманий бойовий досвід класифікується, верифікується та уніфікується у вигляді методичних рекомендацій, оновлених стандартів підготовки, а також може бути використаний у вигляді оновлених вимог до тренажерів і автоматизованих систем.

Такий підхід дозволить удосконалити тренажери, які не лише імітуватимуть реальні умови, а й враховуватимуть уроки кожної бойової ситуації. Співпраця стейкхолдерів системи ВВД з розробниками озброєння та військової техніки (ОВТ) та тренажерів до неї, науково-дослідними установами та бойовими інструкторами забезпечить

динамічну адаптацію тренажерів до актуальної тактики і загроз на полі бою.

Структуровані бойові інциденти (наприклад: обрив кабелю, втрата зв'язку, навмисне заглушення, перенавантаження каналів) використовуються як еталонні ситуації для перевірки тренажерів. Розробляються "бойові сценарії стресу", які мають бути якісно відтворені у навчальній системі. Таким чином, бойовий досвід формалізується у вигляді оновлених технічних вимог та методик валідації.

Критерії надійності, сформовані на основі бойового досвіду включатимуть:

– сценарну стійкість – здатність системи коректно функціонувати в умовах складних змін (збої, втрати каналів, нестабільне управління);

– повноту бойового охоплення – тренажер повинен моделювати мінімум 80 % типових бойових ситуацій з підтвердженої статистики;

– фізіологічну адаптивність – збереження стабільної роботи під впливом параметрів стрес-моделювання;

– інструкторську зручність бойового аналізу – система має надавати дані для розбору дій в бойовому контексті (відео, траєкторії, лог файли);

– відтворюваність критичних помилок – надійність у відтворенні типових помилкових дій для навчання запобіганням.

Розробка "бойових профілів випробувань" (combat-informed testing profiles) стала важливою частиною сертифікації ОВТ у провідних країнах світу. До процедур входять: моделювання тактичних ситуацій, тестування під багатофакторним навантаженням, адаптивне тестування реакцій оператора. У деяких випадках бойові інструктори залучаються як експерти-верифікатори. Впровадження цих змін дозволяє підвищити реалістичність підготовки та рівень довіри до тренажерної системи у військах.

Бойовий досвід – це не лише цінне джерело оперативної інформації, а й стратегічна основа для переосмислення підходів до проєктування, випробування та сертифікації тренажерних систем. Централізована система ВВД дозволяє інтегрувати практичні уроки з поля бою безпосередньо у вимоги до навчально-тренажерних комплексів.

Важливо, що впровадження бойового досвіду має бути не епізодичним, а системним і постійним процесом, із можливістю оперативного оновлення сценаріїв, модулів та критеріїв на основі актуальних звітів від бойових підрозділів.

Отже, ключ до створення надійних і життєздатних тренажерних

систем – в інтеграції бойового досвіду, як центрального критерію оцінки, а не лише додаткового фактору. Такий підхід підвищить не лише рівень навченості персоналу, а й зменшить бойові втрати, знизить технічні ризики та підвищить адаптивність систем до динаміки сучасного бою.

ІННОВАЦІЙНІ РІШЕННЯ З ПРОТИДІЇ УДАРНИМ БПЛА ВІД УКРАЇНСЬКИХ ВИРОБНИКІВ

М.П. Гречаний
*Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки*

Використання противником ударних БпЛА набуло масового характеру та стало однією із головних загроз для військ та інфраструктури. Потреба у підвищенні рівня захищеності особового складу та техніки обумовлює необхідність пошуку та впровадження дієвих рішень з протидії щоденно наростаючій загрозі від уданих БпЛА.

З метою пошуку рішень з протидії ворожим БпЛА проведено синтез результатів оцінювання науково-технічного рівня перспективних проєктів зі створення систем (комплексів, зразків) озброєнь та військової техніки, які подані українськими розробниками до Кластеру підтримки Defense Tech розробок в Україні з досвідом застосування уданих БпЛА в зоні ведення бойових дій.

За результатом проведеної роботи виділено проєкти (розробки) з середнім і високим рівнем наукової новизни та технічним рівнем запропонованої перспективним проєктом системи (комплексу, зразка), які з високою імовірністю спроможні підвищити рівень захищеності від ударних БпЛА.

Наразі, найбільш дієвими рішеннями визначено “Сіткомет” та FPV-БпЛА-винищувач зі стріляючим механізмом.

“Сіткомет” виконується у варіантах для використання як з БпЛА так і з рук. Система складається із механізму відстрілу та картридж-пострілу із сіткою. Розмір сітки та дистанція максимального її розкриття залежить від моделей і виробників та в середньому становить 3,5х3,5 м та 8 м відповідно.

FPV-БпЛА-винищувач зі стріляючим механізмом являє собою БпЛА мультироторного типу в нижній частині якого змонтовано 2 стволи під патрон для гладкоствольної зброї. Патрони ініціюються механізмом по

команді з пульту управління. З метою уникнення віддачі пострілу кожен ствол спороджується двома діаметрально розташованими патронами що відстрілюються одночасно. Наразі зазначені вироби проходить апробацію в умовах бойових дій та попередньо мають позитивні результати.

Значний інтерес представляють FPV-БпЛА-винищувач "CHIEF-1", AST Defender в кооперації з приватним підприємством НВФ "ТАХО" (боєприпас), стріляючий механізм до FPV-БпЛА "Летигорошко" ТОВ "СпейсРей", дробовик "Меч Джедая" ФОП Давидова Л.О., підвісна рушниця 12-го калібру під дрон (ПРПД 12) ТОВ "SKY MT". У цих розробках реалізовуються схожі рішення.

Крім цього, українськими компаніями ведуться розробки зразків озброєння на нових фізичних (нетрадиційних) принципах дії.

Лазерна установка для віддаленого знищення легких повітряних цілей (БпЛА) на відстані до 2 км, як летять зі швидкістю до 250 км на годину. Під час демонстрації дистанційного ураження (наскрізного пропалювання або підпалу) залізних та пластикових цілей на відстані 200 та 100 м їх загоряння, в більшості випадків, відбувалося за 2-3 секунди, а наскрізне пропалювання - протягом 10-25 секунд. Зазначене підтверджує правильність прийнятих концептуальних рішень та доводить можливість реалізації проєкту з заданими характеристиками. Робота триває.

Магніто-імпульсна рушниця проти БпЛА. Її принцип дії - направлені електромагнітні імпульси. На відстані 200-500 м знищується електроніка БпЛА (у роторних моделей, першими вибухають двигуни). Пристрій складається з блока живлення та малогабаритного випромінювача ламінарного потоку у формфакторі пістолета. Наразі отримано результати, що підтверджують правильність прийнятих концептуальних рішень та доводять можливість реалізації проєкту з заданими характеристиками. Робота триває.

Отже, на сьогоднішній день готовими та ефективними рішеннями з кінетичного ураження ударних БпЛА мультироторного типу є вироби "Сіткомет" та FPV-БпЛА-винищувач "CHIEF-1". Вбачається за доцільне сприяти масштабуванню виробництва та досвіду застосування зазначених виробів у військах з метою протидії ударним БпЛА противника.

Розробки українських зразків озброєння на нових фізичних (нетрадиційних) принципах дії мають високий потенціал та потребують підтримки для їх появи в найближчій перспективі.

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ІННОВАЦІЙНИХ РІШЕНЬ В РОЗВІДУВАЛЬНИХ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСАХ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

А.В. Гуляєв; Д.І. Жуков
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Досвід бойових дій у війні росії проти України показав стрімкий розвиток технологій в БпЛА, та змусив розробників шукати нові інноваційні рішення. Існуючі БпЛА вже не в повній мірі відповідають викликам сучасної війни: масове застосування засобів РЕБ, ешелонована побудова ППО, потреба у тривалому та безперервному моніторингу поля бою та обробці інформації в реальному часі.

Особлива увага приділяється розвідувальним БпЛА (БпАК), застосування яких надає не тільки реальну картину поля бою, а й можливість корегувати вогонь артилерії, розвідувати заміновані території, ретранслювати сигнали керування для збільшення глибини впливу на противника для підвищення ефективності ведення бойових дій військ (сил).

Виконані дослідження в межах експертиз інноваційних проєктів, оперативних завдань, моніторингу відкритих джерел інформації за напрямком інноваційних розробок та зібрані дані щодо різних типів розвідувальних БпЛА (БпАК), зроблені порівняння основних зразків БпЛА, систематизовані результати досліджень і вироблені висновки та пропозиції щодо подальшого розвитку розвідувальних БпЛА (БпАК).

Можна зазначити, що тенденції розвитку інноваційних рішень (технологій) в розвідувальних БпЛА (БпАК), які застосовують ЗС України, можна визначити за напрямками:

– розвиток потужних довготривалих джерел живлення (водневі паливні елементи, сонячні панелі, гібридні двигуни).

У водневих паливних елементах використовується водень як паливо для БпЛА, що значно збільшує час польоту (до кількох годин чи навіть діб) порівняно зі звичайними акумуляторами (“Spectator-M1” Україна).

Гібридні двигуни можуть комбінуватися з двигунами внутрішнього згоряння та електродвигунами (комбінація бензинового двигуна для забезпечення горизонтального польоту та електродвигуна для зльоту/посадки забезпечує тривалий політ та запуск з будь-яких ділянок

(“PD-2” та “Defiant Hunter-4” Україна, “Vector” та “Luna NG” Німеччина).

Сонячні панелі інтегрують у конструкцію крил для підзарядки та збільшення тривалості польоту (“Zephyr S HAPS” Велика Британія);

– розвиток технологій щодо підвищення стійкості до впливу засобів радіоелектронної боротьби (далі – РЕБ): захищені канали зв’язку та ППРЧ, автономні системи з ШІ-навігацією, альтернативні канали передачі даних (волоконно-оптичні лінії зв’язку та лазерні канали, супутниковий зв’язок.

Застосування захищених (шифровані) каналів зв’язку та технології псевдовипадкової перебудови робочої частоти (шифрування AES 256 та зашифроване резервне копіювання радіо LoRa) роблять перехоплення або глушіння каналу управління значно складнішим завданням.

Розроблення автономних систем з використання ШІ-навігації, які дозволяють розвідувальному БпЛА продовжувати виконання визначеного завдання (наприклад, повертатися на базу або до визначеної точки маршруту) навіть у разі повної втрати зв’язку;

– розроблення міні- та мікро-БпЛА (“Блоха” Україна, “Black Hornet Nano” США), які майже безшумні, непомітні в лісосмузі на відстані 30 м;

– розвиток мультисенсорних платформ (оптичні та тепловізійні камери, акустичні сенсори, електронні сенсори).

Мультисенсорні системи в одну платформу можуть включати кілька типів датчиків (сенсорів) для збирання об’єктивної інформації: оптичні та тепловізійні камери (денне та нічне спостереження), акустичні сенсори (виявлення джерел звуку – артилерія ворога), електронні сенсори (виявлення та аналіз радіовипромінювання);

– розвиток ШІ та машинного зору (навчання): автоматичне розпізнаваня цілі (алгоритми ШІ здатні виявляти, ідентифікувати, класифікувати типи техніки, позиції живу силу ворога); планування завдання та автономне керування пальтом (оптимізація маршрутів, вибір тактики розвідки та автономне виконання завдань); аналіз даних (ШІ допомагає швидко аналізувати величезні масиви отриманих даних, виділяючи ключові закономірності та цілі);

– модульність та уніфікація: БпЛА зі змінним корисним навантаженням (камери, акумулятори, антени, модулі) – адаптація БпЛА під завдання; відкрита архітектура (програмного забезпечення з відкритим кодом – наприклад, на базі ArduPilot, PX4 для інтеграції нових рішень;

– розвиток мережевих технологій, керування роями БпЛА та повноцінної автономії виконання розвідувальних завдань.

Подальший розвиток інноваційні рішень для розвідувальних БпЛА (БпАК) ЗС України буде характеризуватися поєднанням технологій, спрямованих на підвищення стійкості до впливу засобів РЕБ, впровадження режимів автономності, можливостей багатоспектральної розвідки та мережевих технологій.

СЕРТИФІКАЦІЯ ТА ВИПРОБУВАННЯ АДАПТИВНИХ АЛГОРИТМІВ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ ПРОТИ БПЛА НА ОСНОВІ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

О.С. Гущин;
Ю.В. Слободенюк; В.М. Сабашенко
Навчально-науковий випробувальний полігон
високотехнологічного озброєння та військової техніки

Сучасний розвиток безпілотних літальних апаратів (БпЛА) супроводжується впровадженням адаптивних протоколів зв’язку, зокрема частотного стрибка (FHSS) і розподіленого спектра (DSSS), що створює значні труднощі для традиційних систем радіоелектронної боротьби (РЕБ). Такі технології дозволяють БпЛА ефективно уникати виявлення та придушення, що вимагає від дослідників розробки нових методів не лише протидії, а й **оцінки та сертифікації адаптивності РЕБ.** Динамічний характер сучасного радіоелектронного середовища, зумовлений зміною частот і модуляційних характеристик сигналів у широкосмугових діапазонах від 280 до 6000 МГц, висуває потребу у створенні критеріїв, які здатні відображати швидкість реакції та надійність РЕБ у реальному часі. У цьому контексті машинне навчання розглядається як інструмент для формалізації таких критеріїв у процедурах випробувань.

Теоретична основа дослідження передбачає використання глибоких нейронних мереж із багаторівневою архітектурою для моделювання складних залежностей між спектральними, часовими та модуляційними ознаками сигналів. Зокрема, CNN (наприклад, ResNet-18) застосовується для виокремлення спектральних характеристик, тоді як гібридні архітектури CNN+LSTM дають змогу враховувати часову динаміку. Такі моделі дозволяють визначати не лише тип сигналу, а й **час адаптації РЕБ до його змін**, що є критично важливим для формування сертифікаційних метрик. Ієрархічний аналіз даних у поєднанні з ансамблевими підходами підвищує стійкість класифікації та дає змогу відслідковувати приховані

патерни, які можуть бути використані для оцінки адаптивності під час офіційних випробувань.

Практична частина роботи орієнтується на збір експериментальних даних за допомогою SDR-приймачів, таких як RTL-SDR, що забезпечують доступ до широкосмугового діапазону 280–6000 МГц. Сигнали від реальних БпЛА реєструються у різних середовищах (міських і відкритих просторах), що моделює сценарії польових випробувань. Для розширення обсягу даних застосовується аугментація (розтяг сигналів, додавання шуму, частотне зміщення), а також transfer learning на основі відкритих спектральних датасетів. Обробка сигналів включає швидке перетворення Фур'є, розрахунок часових статистик (стандартне відхилення, автокореляційні функції), що дозволяє оцінювати **динамічну стійкість РЕБ**.

Експериментальні випробування передбачають створення контрольованих сценаріїв з генераторами сигналів та використанням реальних БпЛА на полігонах. Ключова увага приділяється оцінці того, наскільки швидко та ефективно РЕБ адаптується до зміни протоколів у реальному часі. Для цього застосовуються метрики Precision, Recall, F1, які інтерпретуються не лише як показники точності класифікації, а й як **метрики сертифікаційної придатності**. Окремо розглядається поведінка систем у випадках навмисних контратак з боку противника. Результати порівнюються з вимогами STANAG 4691 та MIL-STD-464C, що дозволяє формалізувати підхід до оцінки адаптивності як елементу офіційних процедур сертифікації.

Перспективи дослідження передбачають залучення більш широкого спектра даних з реальних випробувань БпЛА та оптимізацію архітектур нейронних мереж для підвищення швидкодії та пояснюваності моделей. Важливим напрямком є інтеграція розроблених алгоритмів безпосередньо в прототипи РЕБ із подальшим тестуванням на полігонах, що дозволить підтвердити їхню придатність у реальних бойових умовах. Крім того, дослідження створює підґрунтя для співпраці з виробниками озброєння з метою адаптації алгоритмів до міжнародних стандартів та розробки уніфікованих процедур сертифікації.

Таким чином, машинне навчання розглядається не тільки як технічний інструмент обробки сигналів, але й як **основа для нової культури випробувань і сертифікації РЕБ**, орієнтованої на динамічні загрози від БпЛА. Запропонований підхід поєднує теоретичні методи, практичні випробування та стандартизовані критерії, що забезпечує комплексний внесок у розвиток сучасних систем РЕБ.

ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАГАЛЬНИХ ВИМОГ ДО БЕЗПІЛОТНИХ УДАРНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ ЗНИЩЕННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ПРОТИВНИКА

В.О. Дачковський, к.т.н., доц.
Національний університет оборони України

Україна вже четвертий рік поспіль стримує повномасштабну агресію російської федерації. З часу агресії російської федерації проти України армія агресора отримала значні втрати як в особовому складі, так і в озброєнні та військовій техніці (ОВТ). З метою впливу на економіку України російська федерація з початку жовтня 2022 року почала масштабно використовувати закуплені (в подальшому налагодила виробництво) іранські дрони-камікадзе Shahed-136 (Герань-2) переважно для ураження будівель та об’єктів інфраструктури держави, так як для ураження військових позицій дані безпілотні літальні апарати (БпЛА) малоефективні.

Аналіз застосування російськими військами БпЛА типу Shahed-136 (Герань-2) вказує на те, що дані БпЛА не одноразово модернізувались і можуть долати відстань понад 2000 км та нести до 80 кг різнотипної вибухової речовини. Періодичність їх застосування вказує на те, що вони управляються навігаційною системою ГЛОНАС, а так як у російської федерації немає угрупування супутників, які б могли повністю покрити територію України тому їх відповідно застосовують в той час коли російські супутники знаходяться над територією України. Також аналіз уламків БПЛА типу Shahed-136 (Герань-2), вказує на те що якщо їх запускають групами (5-6 БпЛА) серед яких є один БпЛА ведучим і здійснює політ використовуючи систему ГЛОНАС а решта отримують від нього сигнал. Відповідно уразивши ведучий БпЛА решта можуть втратити керованість.

Застосування такого типу БпЛА російськими військами мають на меті терор мирного населення, знищення цивільної інфраструктури та вичерпування ресурсу засобів протиповітряної оборони.

Застосування російською армією іранських БпЛА завдає значної шкоди економіці України, так як дані дрони-камікадзе атакують Українські міста та об’єкти критичної інфраструктури, якщо Збройні Сили України не вдається їх вчасно уразити. Для ефективної боротьби із БпЛА потрібно їх своєчасно виявити, ідентифікувати та за необхідності уразити. Так, як БПЛА можуть запустити в будь-якому місці вздовж усієї

лінії фронту для цього потрібні ефективні засоби їх ураження.

На даний час існує багато способів ураження БпЛА типу Shahed-136 (Герань-2), а саме ручними кулеметами, переносними зенітно-ракетними комплексами або зенітними артилерійськими системами, літаками, зенітними установками, системами радіоелектронної боротьби, тощо. Але необхідно розуміти, що російська федерація постійно модернізує БпЛА типу Shahed-136 (Герань-2), що ускладнює ефективність їх ураження і потребує пошуку нових ефективних способів ураження.

Одним із шляхів створення засобів ураження може бути безпілотний ударний комплекс, який би оператор запускав з переносної установки і в подальшому управляв пультом дистанційного управління. Тобто при наявності у повітрі ворожого БпЛА або при наявності інформації, що будь-який ворожий БпЛА з'явиться у відповідній зоні – відбувається підготовка безпілотного ударного комплексу до запуску. Він також може запускатись заздалегідь, при очікуванні, що в даному районі буде пролітати ворожий повітряний об'єкт. Виведення безпілотного ударного комплексу на необхідну висоту здійснюється пороховим зарядом після чого вмикається безколекторний двигун, який забезпечує баражування БпЛА у повітрі. В момент баражування здійснюється моніторинг повітряного простору в заданому районі і при появі ворожого БпЛА відбувається його ураження безпілотним ударним комплексом.

Таким чином, застосування даного безпілотного ударного комплексу підвищить мобільності та забезпечить можливість управляти безпілотним ударним комплексом в режимі реального часу для знищення БпЛА, які заходять у повітряний простір.

ЕТИЧНІ АСПЕКТИ СЕРТИФІКАЦІЇ БЕЗПІЛОТНИХ БОЙОВИХ СИСТЕМ: ЧИ МОЖЛИВО ПЕРЕВІРИТИ "ПРАВИЛЬНІСТЬ" РІШЕННЯ

О.А. Деркач; К.В. Фесенко; О.С. Гущин
Навчально-науковий випробувальний полігон
високотехнологічного озброєння та військової техніки

Сучасний розвиток безпілотних бойових систем (БпС), що поєднують автономність, алгоритмічне ухвалення рішень і високий рівень інтеграції зі збройними силами, ставить перед міжнародною науковою спільнотою надзвичайно складне завдання: яким чином забезпечити їхню сертифікацію не лише з технічної, а й з етичної точки зору. Якщо

перевірка надійності, безпеки чи відповідності стандартам якості є традиційними етапами сертифікації, то підтвердження "правильності" бойових рішень автономної системи постає проблемою принципово іншого рівня.

Етичний вимір сертифікації безпілотних систем ґрунтується на кількох ключових питаннях. По-перше, чи здатна машина діяти у відповідності до норм міжнародного гуманітарного права (МГП), що вимагає розрізнення комбатантів і цивільних, а також мінімізації "надмірної шкоди". По-друге, якою мірою алгоритм може забезпечити прозорість ухвалення рішення, аби його логіку можна було перевірити та оцінити у процесі випробувань. По-третє, хто несе відповідальність у разі помилки – розробник, оператор чи держава-замовник.

Технічна сертифікація передбачає наявність об’єктивних тестових сценаріїв, але для етичної сертифікації таких сценаріїв бракує. Моделювання бойових ситуацій у симуляторах здатне відтворювати дилеми, проте жодна віртуальна перевірка не може охопити повний спектр реальних умов сучасного поля бою. Таким чином, виникає ризик “етичної ілюзії”: формальна перевірка створює відчуття достатності, хоча фактична поведінка системи у непередбачуваних ситуаціях може відхилятися від нормативних принципів.

Ще однією проблемою є непрозорість алгоритмів, особливо тих, що базуються на методах глибинного навчання. Відсутність чітко інтерпретованих логічних правил унеможливлює класичний аудит прийнятих рішень. Тому перспективним напрямком є створення "пояснюваних" автономних систем (explainable AI), де кожне рішення супроводжується зрозумілим обґрунтуванням, що дозволяє оцінити його етичну прийнятність у процесі сертифікації.

Міжнародні дискусії у рамках ООН та НАТО вказують на необхідність багаторівневого підходу до етичної сертифікації. Його основні складові можуть включати:

Нормативний рівень – узгодження чітких принципів застосування автономних систем у відповідності до міжнародного гуманітарного права.

Технологічний рівень – розробка алгоритмів, здатних перевіряти відповідність рішень встановленим обмеженням.

Інституційний рівень – створення незалежних органів або цифрових полігонів, що здійснюють тестування систем на предмет відповідності етичним стандартам.

У підсумку, питання “чи можливо перевірити правильність рішення” у безпілотних бойових системах не має однозначної відповіді. На

сучасному етапі йдеться радше про створення багатоступеневої системи гарантій, яка поєднує технічні випробування, симуляційні сценарії, аудит алгоритмів і нормативний контроль. Водночас слід розуміти, що жодна сертифікація не здатна цілком усунути ризики непередбачуваних або небажаних дій автономної зброї. Саме тому головним викликом майбутнього стає не тільки пошук технічних рішень, а й формування глобального консенсусу щодо допустимих меж автономії в бойових системах.

Таким чином, сертифікація безпілотних бойових систем має виходити за рамки суто технічної процедури і перетворитися на міждисциплінарний процес, де поєднуються технології, право, етика та стратегічне бачення. Лише у такому випадку можна наблизитися до відповіді на ключове питання: як перевірити правильність рішення, яке ухвалює не людина, а машина.

ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УДОСКОНАЛЕНОГО МЕТОДУ ВРАХУВАННЯ БІЧНОГО ВІТРУ ПРИ ПЛАНУВАННІ МАРШРУТІВ ПОЛЬОТУ БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ

О.М. Дмітрієв[1], д.т.н., проф.; Р.В. Куліш[2]
[1]Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки;
[2]Українська державна льотна академія

Моделювання системи управління та ідентифікатора проводилося у середовищі імітаційного моделювання Simulink.

Вітер моделювався у вигляді поривів, тобто зміна кута вітрового зносу була стрибком або дуже “крутою” лінійною залежністю.

Відповідно до встановлених похибок датчиків та середньоквадратичним значенням швидкості поривів вітру було сформовано початкову коваріаційну матрицю шумів вимірювання, вітрового збурення та спостереження БпЛА.

Для перевірки спостереження представленої системи було розраховано ранг матриці спостереження, який дорівнює порядку системи, отже згідно з критерієм спостереження, система є спостережуваною.

Для перевірки роботи фільтра Калмана було проведено експеримент, у якому на БпЛА із встановленою системою управління курсом впливав вітер.

За результатами експерименту значення кута ковзання було оцінено з незначною малою похибкою, а час оцінки не перевищував однієї секунди.

Розроблений удосконалений метод досить точно може оцінювати кут вітрового зносу навіть при відхиленні параметрів математичної моделі й може бути застосований при компенсації впливу бокового вітру на БпЛА.

Для порівняння результатів імітаційного моделювання виходу БпЛА із нелінійним приводом на лінії заданого шляху за наявності поривів вертикального вітру був проведений експеримент. У цьому експерименті при моделюванні функціонування БпЛА було подано боковий вітер (порив вітру, швидкість якого дорівнює 5 м/хв) у момент часу t = 10хв. Система управління, що використовується для корегування маршруту БпЛА у зв’язку з боковим вітром, керується законом управління, який включає оцінки кутів ковзання й вітрового зносу, показала себе ефективнішою за керованою класичним астатичним законом управління висотою польоту. Відхилення від заданої лінії шляху завдяки використанню удосконаленого методу зменшується в 2,5 рази за рахунок додаткової ідентифікації, що забезпечує своєчасну реакцію системи управління на порив бічного вітру.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО УПРАВЛІННЯ ТОПОЛОГІЄЮ РОЇВ БПЛА ПРИ ВИКОНАННІ СПЕЦІАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ

О.М. Дмітрієв[1], д.т.н., проф.; Д.О. Галінський[2]
[1]Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки;
[2]Українська державна льотна академія

Топологія рою БпЛА при виконанні спеціальних завдань може приймати різні форми. Найпростіша форма передбачає копіювання простої геометричної фігури, такої як лінія, прямокутник, трикутник або шестикутник.

Першочерговим завданням утримання строю є уникнення зіткнень під час польоту БпЛА. Скоординована робота БпЛА в одному повітряному просторі може призвести до зіткнень, отже, рій забезпечує розділення між БпЛА. Величина поділу повинна визначатися як параметрами руху БпЛА, так і роздільною здатністю та точністю навігаційних датчиків. Дотримання відстані забезпечує безпечну експлуатацію. Це головне завдання системи управління роєм. Лідер рою передає інформацію про бажану позицію складових. БпЛА отримують

нові позиції у топології та переміщуються на нове місце.

Якщо рій змінюється, лідер надсилає інформацію про потрібну топологію. БпЛА отримують нові позиції у строю. Після ряду необхідних розрахунків на диспетчер польотів надходить відповідна команда. БпЛА змінюють висоту перед тим, як змінити позицію у топології. Цей крок забезпечує вертикальний рознос між БпЛА та безпечне горизонтальне переміщення БпЛА під час переміщення на нові позиції. Процедура зміни топології закінчується, коли БпЛА повертаються на потрібну висоту.

Коли лідер надсилає інформацію про нову позицію в топології (найчастіше це позиція лідера), усі БпЛА отримують нову бажану позицію. За командою лідера БпЛА рухаються на нову позицію.

Важливим аспектом виконання завдань роєм БпЛА є прийняття конфігурації, адаптованої до поставленого завдання. У той час, коли рій перебуває у русі, прийняте розташування повинно характеризуватися розосередженням БпЛА, для уникнення зіткнень між ними. Навпаки, маневр зльоту та посадки повинен передбачати більшу концентрацію БпЛА, що призводить до обмеження зони для розгортання. Крім того, під час пошукових місій політ у строю може вимагати більш щільної конфігурації, особливо під час точних пошуків на малих висотах. Подібна пошукова операція, спрямована на приблизне охоплення великої території, може вимагати послаблення вимог до топології з позиції безпеки з метою збільшення площі контролю.

Перехід від утворення лінії до утворення трикутника виконується у декілька кроків:

1) усі БпЛА формують стрій, стабілізуючи свої позиції та висоту;

2) БпЛА розсіюються, змінюючи висоту польоту. Цей маневр забезпечує безпечну роботу системи. БпЛА мають різне вертикальне положення, що запобігає зіткненню під час переходу на нове положення;

3) БпЛА переміщуються на нові позиції у топології у горизонтальній площині;

4) БпЛА переміщуються на робочі висоти.

Таким чином, топологія рою має забезпечити безпечну роботу окремих БпЛА (уникнення зіткнень) та оптимальне виконання завдань. Залежно від характеру поставленої задачі та умов зовнішнього середовища конфігурація рою БпЛА змінюється. Рій БпЛА є активним та пристосовує свою топологію та організацію до зазначених вище факторів й умов виконання спеціальної місії. Отже сценарії та алгоритми роботи кожного БпЛА у складі рою, розроблені у роботі, забезпечують його функціонування при виконанні спеціальних завдань.

В процесі виконання спеціальних місій виконується реконфігурація рою, запропоновано здійснювати її за командами лідерів – БпЛА, які можуть впливати (подавати команди, уточнювати позиціювання) на інші БпЛА та формувати ланцюги управління.

Окремі БпЛА мають зберігати свої позиції відносно “лідера” топології, який не змінює положення під час перестроювання. Інші БпЛА за командою “лідера” виконують завдання з підтримки ешелонування від орієнтира (в даному випадку “лідера”). Розроблено та впроваджено алгоритм у системі управління польотом БпЛА. Даний алгоритм генерує задані значення параметрів руху, що передаються до системи управління польотом рою БпЛА. Основою алгоритму є позиційне визначення.

ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДУ НАВІГАЦІЇ БПЛА У ГРУПІ ПРИ ВИКОНАННІ СПІЛЬНИХ ЗАВДАНЬ ЗА ДАНИМИ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ЗОРУ

О.М. Дмітрієв[1], д.т.н., проф.; О.О. Чумак[2]
[1]Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки;
[2]Українська державна льотна академія

Оцінимо ефективність розробленого методу з позиції зменшення обчислювальної складності. Для цього введемо показник відносного зменшення обчислювальної складності порівняння зображень в залежності від загальної кількості еталонних зображень (ЕЗ) у використаній множині.

Виразимо цей показник відношенням кількості повного переліку попарно порівнюваних окремих фрагментів ЕЗ з усієї сукупності, що представляє собою тривимірну матрицю (за координатами), в якій кожен окремий елемент представляє собою двовимірне зображення (відповідно до висоті та орієнтації БпЛА) з поточним зображенням, сформованим сенсором системи технічного зору (СТЗ), до кількості попарно порівнюваних фрагментів ЕЗ, що використовується для знаходження фрагменту поточного зображення (ПЗ), який найбільш точно збігається з СТЗ, на основі двокрокової ітераційної процедури згідно з розробленим методом.

У загальному випадку матриця, що описує множину ЕЗ, має розмірність W=B·M·V. Якщо матриця всієї множини ЕЗ має розмірність 10*10*10, то матриця кожного окремого елемента фрагмента ЕЗ має

розмірність 4*4*4. Ітераційна процедура пошуку фрагмента ПЗ, який найбільш точно відповідає ЕЗ, використовує 4 фрагменти при уточненні за висотою та 8 фрагментів при уточненні за кутами ЕЗ в одному екземплярі. Для обраних умов загальний перебір попарно порівнюваних зображень становитиме 4000 ітерацій.

При використанні удосконаленого методу кількість попарно порівнюваних зображень на першому етапі становитиме 7 ітерацій, а на другому – 12. Таким чином, для вказаних умов розрахунку показник відносного зменшення обчислювальної складності визначення результату порівняння зображень становитиме близько 210 разів без погіршення точності визначення місцезнаходження БпЛА.

Використаємо фрагмент зображення, вибраного випадковим чином в Google Планета Земля. Дане зображення цілеспрямовано не прив'язується до конкретного типу зображення, щоб отримати відносно об'єктивні оцінки точності кореляційно-екстремальної навігаційної системи (КЕНС). В експерименті взяті висоти польоту літального апарату 500 м та 250 м, які відповідають умовам роботи БпЛА, оснащених телевізійними камерами. Знімки та результати побудови крос кореляційної функції (ККФ) виконувалися шляхом зміни кутів візування з кроком 100, так, щоб опорний об'єкт знаходився в полі зору камери. Вибір 8-бітових зображень дозволив спростити метод розрахунку ККФ та забезпечити його універсальність щодо сенсорів різної фізичної природи. Використання удосконаленого методу вибору ЕЗ, як показують розрахунки, забезпечує високу точність прив'язки СТЗ, незважаючи на скорочення обчислювальних операцій. Оскільки точність КЕНС визначається шириною головної пелюстки ККФ, то в результаті порівняння ПЗ та ЕЗ було отримано модель процесу формування визначальної функції КЕНС. Результати чисельного розрахунку ККФ для ПЗ, отримані з висоти 500 м, під кутом -90° характеризує найбільшу відповідність ПЗ обраному ЕЗ. Невідповідність ПЗ та ЕЗ за кутом характеризується зменшенням взаємного коефіцієнта, збільшенням відносного рівня точність визначення місцезнаходження.

Результати порівняння зображень свідчать, що застосування удосконаленого методу вибору ЕЗ забезпечує виконання існуючих вимог до точності позиціювання БпЛА. При цьому зниження обчислювальної трудомісткості порівняння зображень на основі удосконаленого методу забезпечує їх досягнення в режимі реального часу.

Удосконалений метод та заснований на ньому алгоритм відбору ЕЗ з наявної множини з метою підвищення продуктивності вторинної системи

обробки зображень КЕНС може бути використаний на БпЛА з перепланування маршруту та траєкторії польоту. Реалізація методу в навігаційних системах БпЛА з різними вимогами до характеристик точності зумовлює необхідність вибору розміру ПЗ за умов збіжності ітераційної процедури. При цьому, поріг, за яким відбувається збіжність процедури відбору цифрових сигналів і, як наслідок, збіжність процедури ітерацій, може бути процедура селекції цифрових сигналів. Крім того, удосконалений метод дозволяє усунути неоднозначність при відборі ЕЗ з генеральної сукупності при використанні єдиної еталонної бази для комбінованих КЕНС, оснащених датчиками з різною просторовою роздільною здатністю. Процедуру порівняння фрагментів знімків необхідно проводити з використанням як інформативний параметр яскравість (та/або відбивну здатність) об’єктів за показником взаємної кореляційної функції.

ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

І.О. Доманов; О.В. Ходаківська, д.е.н., проф.
Центр випробувань та підтримки автоматизованих систем

Сучасні методи ведення бойових дій набувають все більшої технологічної складності, у межах якої суттєво зростає роль штучного інтелекту (далі – ШІ). В умовах повномасштабної війни впровадження ШІ в автоматизовані системи управління Збройних Сил України стає критично важливим чинником для забезпечення оперативного аналізу бойової обстановки, управління військами й озброєнням, обробки стратегічно важливої інформації, а також досягнення інформаційного домінування й асиметричних переваг на полі бою.

Зміна парадигми війни у бік багатодоменних операцій (Multi-Domain Operations, MDO) передбачає інтеграцію цифрових рішень, автономних платформ та високоточних засобів ураження в єдину інформаційно-командну архітектуру. У цьому контексті штучний інтелект відіграє роль ключового компонента в розробці, впровадженні та функціонуванні автоматизованих систем управління військами (далі – АСУВ), автоматизованих систем бойового управління, розвідувальних, навігаційних та інформаційно-аналітичних платформ.

Інтеграція ШІ в АСУВ забезпечує:

– оперативний моніторинг і аналіз тактичної та оперативної обстановки на основі великих масивів даних у режимі реального часу;

– адаптивне управління військами та озброєнням, у тому числі автономне управління бойовими платформами (БпЛА, наземними роботизованими комплексами тощо);

– інтелектуальну підтримку процесу прийняття рішень на стратегічному, оперативному та тактичному рівнях;

– підвищення рівня ситуаційної обізнаності командирів і штабів у складних, динамічних бойових умовах;

– моделювання і прогнозування розвитку бойових дій, оцінку ймовірних сценаріїв дій противника та ефективність власних рішень.

Застосування технологій ШІ дозволяє створювати розподілені, стійкі до впливу противника мережоцентричні системи, що функціонують на основі принципів інформаційної переваги, високої швидкості реакції та точності бойового управління.

ШІ відіграє ключову роль у сучасних АСУВ, забезпечуючи підвищення ефективності, точності та швидкості прийняття рішень. ШІ кардинально змінює підходи до проєктування, розгортання та функціонування АСУВ.

Основними напрямами його застосування є:

– управління бойовими системами: ШІ може забезпечувати автономне функціонування бойових платформ, таких як безпілотні літальні апарати та наземна робототехніка, що дозволяє приймати оперативні рішення в режимі реального часу з урахуванням динамічної тактичної обстановки;

– аналіз даних: завдяки алгоритмам обробки великої кількості даних, ШІ здатен аналізувати розвіддані, прогнозувати ймовірні варіанти дій противника і визначати потенційні загрози;

– системи підтримки прийняття рішень: інтелектуальні алгоритми сприяють ухваленню обґрунтованих командних рішень, підтримуючи процеси формування замислу, моделювання можливих сценаріїв розвитку подій та оцінювання їх наслідків.

Таким чином, важливим аспектом нині є розвиток власного науково-технічного потенціалу в галузі ШІ та його застосування у військовій сфері, що потребує тісної взаємодії між державою, оборонно-промисловим комплексом, академічною спільнотою та приватними технологічними компаніями.

Інтеграція ШІ в автоматизовані системи управління Збройних Сил України має ґрунтуватися на системному підході, стратегічному

плануванні, науково-технічній підтримці та врахуванні потреб воєнного часу. Це відкриває нові перспективи для зміцнення обороноздатності держави та формування стійкої архітектури військового управління в умовах всезростаючих безпекових загроз.

МОДЕЛЬ АНАЛІЗУ ТАКТИКО-ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ НА ВІДПОВІДНІСТЬ ЗАЯВЛЕНИМ ПОСТАЧАЛЬНИКАМИ З ВИКОРИСТАННЯМ ЦІЛОЧИСЕЛЬНОГО ЛІНІЙНОГО ПРОГРАМУВАННЯ З БУЛЕВИМИ ЗМІННИМИ НА ОСНОВІ РАНГОВОГО ПІДХОДУ

А.Г. Єрилкін[1], к.військ.н., доц.; В.М. Петров[1], к.військ.н.;
О.М. Марченко[1]; М.С. Погасій[2]
[1]Харківський національний університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба;
[2]Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

У сучасних умовах застосування безпілотних літальних апаратів (БпЛА) у військовій та цивільній сферах надзвичайно важливо забезпечити відповідність їх тактико-технічних характеристик (ТТХ) заявленим параметрам постачальників.

Невідповідність ТТХ може призвести до:

– зниження ефективності виконання завдань;

– помилок у плануванні логістики та операцій;

– ризику для персоналу та ресурсів через неправильно визначені характеристики БпЛА;

– потенційних кібер- та інформаційних загроз, якщо БпЛА не відповідають заявленим специфікаціям.

Сучасні БпЛА мають широкий спектр характеристик: вантажопідйомність, дальність польоту, тривалість автономної роботи, швидкість, тип сенсорів, стійкість до зовнішніх умов тощо. Верифікація характеристик у великому парку БпЛА вимагає системного підходу, особливо коли постачальники надають різнорідні або неповні дані.

Цілочисельне лінійне програмування (ЦЛП) з булевими змінними (БЗ) на основі рангового підходу (РП) є ефективним інструментом для формалізації цієї задачі.

Особливості використання булевих змінних в моделі:

– дозволяють формально виконати верифікацію ТТХ БпЛА із застосуванням ЦЛП з БЗ об'єктивно та точно оцінювати відповідність фактичних характеристик БпЛА заявленим постачальниками;

– автоматизація перевірки через БЗ забезпечує швидке виявлення невідповідностей та критичних дефектів у парку БпЛА, що знижує ризики людських помилок та підвищує надійність прийняття рішень командування;

– оптимізація вибору БпЛА для бойових та розвідувальних завдань стає можливою за рахунок формалізації критичних ТТХ у цільову функцію ЦЛП, що дозволяє обирати найбільш придатні БпЛА, враховуючи як заявлені характеристики, так і допустимі відхилення;

– гнучкість та масштабованість моделі дозволяє інтегрувати додаткові критерії, такі як: пріоритетність окремих характеристик, групові обмеження та оптимізація ресурсів, що робить систему придатною для парків із десятками або сотнями БпЛА.

Перспектива розвитку ґрунтується на поєднанні ЦЛП з БЗ на основі РП з аналітикою великих обсягів даних та алгоритмами машинного навчання для прогнозування деградації характеристик БпЛА, оцінки технічного стану та планування заходів по модернізації.

Таким чином, актуальність цього напрямку полягає у необхідності точної, формальної і масштабованої верифікації ТТХ БпЛА, що забезпечує ефективність військових операцій та дозволяє оперативно приймати рішення щодо використання або модернізації БпЛА.

ВПЛИВ ЯКОСТІ ПРОВЕДЕНОГО НАВЧАННЯ БОЙОВОГО ПІДРОЗДІЛУ ЯК ЧАСТИНИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-БОЙОВОГО ПІДРОЗДІЛУ НА РЕЗУЛЬТАТИ ВИПРОБУВАНЬ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ В БОЙОВИХ УМОВАХ

І.О. Жуков; Р.М. Кацуба
Навчально-науковий випробувальний полігон
високотехнологічного озброєння та військової техніки

Необхідно враховувати, що сучасне поле бою – це динамічне та високотехнологічне середовище, яке вимагає постійних інновацій та адаптації. Щоб залишатися на крок попереду, військові в усьому світі все більше покладаються на ЕБП для випробування нових технологій, тактики та озброєння Вирішальне значення для успіху цих ЕБП має спланована ретельна спеціальна підготовка бойового підрозділу, як

частини ЕБП, програма якої розроблена для підготовки їх до унікальних викликів, з якими вони стикаються.

Актуальність дослідження обумовлена тим, що традиційна військова підготовка зосереджена на усталених принципах і перевірених методиках. Однак експериментально-бойовий підрозділ діє поза цими встановленими нормами. Його основна функція полягає в розширенні кордонів, дослідженні незвіданої території та виявленні потенційних досягнень у веденні війни та використанні новітніх видів озброєння.

Метою доповіді є узагальнення та аналіз досвіду отриманого від цих бойових підрозділів та навчальних програм по яким вони пройшли підготовку, що зрештою визначать майбутнє військової доктрини та технологій, гарантуючи, що збройні сили України залишатимуться готовими до нових викликів сучасної війни.

Навчання бойового підрозділу, як частини ЕБП, зазвичай відбувається за структурованим, багатоетапним підходом, спрямованим на поступове нарощування компетентності та впевненості при цьому ми можемо розділити його на наступні етапи. Перший з яких це підвищення базових навичок – цей етап закріплює основні бойові навички, такі як - влучна стрільба, ближній бій і базові тактичні маневри. Однак акцент робиться на точності та ефективності, що закладає основу для подальшого підвищення рівня кваліфікації. Другим етапом є інтеграція технологій та операційні процедури, що базується на інтеграції нових технологій в існуючі операційні процедури. Військовослужбовці навчаються керувати, обслуговувати та усувати несправності обладнання, яке вони будуть використовувати в бойових умовах. Це також передбачає розробку стандартизованих процедур використання цих технологій у різних сценаріях бойових дій.. Третім етапом є симуляція та вправи з бойовою стрільбою – цей етап включає реалістичні симуляції та вправи з бойовою стрільбою, що відтворюють умови реального бою. Ці навчання показують військовослужбовцям складності інтеграції нових технологій у різноманітні оперативні середовища, змушуючи їх адаптуватися та імпровізувати в реаліях воєнних дій. Останнім є бойові випробування та експерименти – етап, який передбачає розгортання бойового підрозділу ЕБП в бойових умовах для проведення експериментів у реальному часі та безпосередній збір даних, що дозволяє дослідникам і науковцям оцінювати ефективність нових технологій і тактики в бойових умовах, надаючи військовослужбовцям цінний досвід використання цих можливостей у бойових умовах. Підсумовуючи можемо зазначити, що

навчання бойового підрозділу, як частини експериментально-бойового підрозділу – це ітераційний процес, який постійно розвивається на основі зворотного зв'язку, що дає можливість при зміні даних максимально наблизитись до бажаного результату. Після кожного етапу військовослужбовці задіяні в підготовці проходять тестування та опитування, команда викладачів підбиває підсумки та аналізує їхню роботу, щоб визначити сфери, які потребують вдосконалення. Цей зворотний зв'язок потім використовується для вдосконалення навчальної програми, забезпечення її актуальності та максимальної ефективності, що дає змогу виконувати завдання з мінімальними втратами серед особового складу.

Формулюючи висновки можемо говорити про те , шо підготовка бойового підрозділу, як частини експериментально-бойового підрозділу, є складним і відповідальним завданням, яке вимагає унікального поєднання традиційного військового досвіду та інноваційних методів навчання. Сприяючи адаптивності, критичному мисленню та технологічній майстерності, ці навчальні програми формують військовослужбовців майбутнього дня, озброюючи їх навичками та знаннями, необхідними для домінування на полі бою.

АНАЛІЗ ДОСВІДУ ПРОВЕДЕННЯ ТЕСТУВАНЬ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ ІМОВІРНО ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЙ

О.В. Журахов; Д.С. Захарченко
Центр протимінної діяльності
Державної спеціальної служби транспорту

Від початку бойових дій територія України дедалі більше забруднюється вибухонебезпечними предметами (далі – ВНП). За допомогою наземних роботизованих комплексів (далі – НРК) можливо значно прискорити процеси технічного обстеження територій. Для визначення можливості використання при виконанні задач за призначенням та ступеня придатності НРК виконуються практичні тестування. За результатами можуть бути виявлені можливості для застосування НРК в заданих умовах, ступінь ефективності а також рекомендації і зауваження до конструкції та експлуатаційної документації.

Товариство з обмеженою відповідальністю (далі – ТОВ)

“Роботехнікс” (Київ, Україна) представило апаратно-програмний роботизований комплекс дистанційного металопошуку “NEO-1”. Комплекс призначений для виявлення та локалізації прихованих у ґрунті предметів з кольорових та чорних металів при розмінуванні за допомогою імпульсного широкоформатного багатоканального металодетектору з автоматичним налаштуванням на тип ґрунту.

При проведенні тестувань комплексу за допомогою імпульсного широкоформатного багатоканального металодетектора було виявлено в межах ширини пошуку (1390 мм) усі макети протипіхотних мін (з малим вмістом металу) на глибіні до 15 см та макети протитранспортних мін, снарядів (з великим вмістом металу) на глибіні до 30 см. Додатково для пошуку ВНП на поверхі ґрунту оператор комплексу застосовував систему візуального контролю, що входить у комплект модуля електроніки.

Тестування платформи для пошуку ВНП виробництва ТОВ “Френдт” проводилось з метою відпрацювання пропозицій щодо доцільності застосування автономної платформи для пошуку ВНП при виконанні задач за призначенням.

В ході тестувань проводились виконання наступних оцінок:

а) дальності радіокерування платформою;

б) дальності передачі відеопотоку;

в) навантаження шини на міну типу ТМ-62;

г) точності між проходами виконаними в автономному режимі роботи платформи.

Безпілотна автономна платформа для пошуку ВНП є дослідним зразком, що призначена для пошуку ВНП за допомогою сенсорів (металодетекторів, георадарів тощо).

При виконанні оцінки дальності радіокерування була підтверджена стабільна керованість платформою на відстань до 700 м. Дальність стабільної передачі відеопотоку була підтверджена на відстань до 700 м.

Оцінка навантаження шини платформи на міну типу ТМ-62 проводилась за допомогою муляжу мини типу ТМ-62 з тензометричним датчиком. За результатами виконаної оцінки навантаження кожним колесом платформи на муляж міни становить від 62 кг до 87 кг. Теоретично підтверджено не спрацьовування мін типу ТМ-62 при наїзді на них платформою (штатне зусилля спрацьовування на міну типу ТМ-62 становить від 250 кг). Використання платформи з максимальною ефективністю вбачається здебільшого на рівнинній поверхні (поля) без значних перепадів рельєфу місцевості. Конструкцією платформи не передбачено подолання території, що забруднена різними типами

протипіхотних мін та ВНП, встановлених на “розтяжках”.

За результатами практичних тестувань апаратно-програмного роботизованого комплексу дистанційного металопошуку “NEO-1” та дослідної безпілотної автономної платформи для пошуку вибухонебезпечних предметів розробки ТОВ “Френдт” підтверджено можливість використання комплексів при виконанні задач за призначенням. Використання комплексів з максимальною ефективністю вбачається здебільшого на рівнинній поверхні (дороги, поля) без значних перепадів рельєфу місцевості. Разом з тим розробники таких наземних роботизованих комплексів досить часто допускають типові помилки, які пов’язані з не розумінням методів і процесів розмінування. Для усунення вказаних недоліків рекомендовано наступне:

а) передбачати захист основних вузлів та обладнання наземних роботизованих комплексів від впливу вибухових факторів (ударна хвиля, температура, первинні та вторинні уламки тощо) при підриві різного типу вибухонебезпечних предметів, що встановлені на “розтяжках”;

б) передбачати захист обладнання наземних роботизованих комплексів від впливу вологи та пилу;

в) виключати вплив металевих складових та електронного обладнання платформ на роботу сенсорів для пошуку вибухонебезпечних предметів;

г) передбачати методи та засоби евакуації наземних роботизованих комплексів;

д) розробляти конструкцію механізму кріплення рамки металодетектора (або іншого датчика) на платформу, таким чином щоб металодетектор забезпечував огинання нерівностей поверхні землі з витримуванням необхідної відстані над поверхнею землі;

е) вдосконалити програмне забезпечення та впровадити штучний інтелект для автоматичного розпізнавання джерел небезпеки.

ЛОКАЛЬНА МЕРЕЖА НАВІГАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ КОДОВИХ ПСЕВДОДАЛЕКОМІРНИХ ВИМІРЮВАНЬ

В.М. Заїка, к.т.н.; О.В. Мокринський; С.О. Тишко, к.т.н., доц.
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Найбільш поширеним джерелом отримання навігаційної інформації

для сучасних безпілотних систем є комплексування інерційної навігаційної системи з приймачем глобальних супутникових радіонавігаційних систем. Даний спосіб отримання навігаційної інформації, обумовлений тим що методи покладені в основу реалізації інерційних навігаційних системи визначення місця знаходження рухомого об’єктів накопичують похибку з часом. Для проведення корекції інерційних навігаційних систем використовується навігаційна інформація від зовнішніх джерел, до яких відноситься глобальні супутникові навігаційні системи.

Тому дослідження навігаційного забезпечення безпілотних систем на основі кодових псевдодалекомірних вимірювань є актуальним науковим напрямком.

На теперішній час використовуються чотири глобальні супутникові радіонавігаційні системи, а саме Global Positioning System (GPS), ГЛОНАСС, GALILEO та BeiDou. Найбільш поширений підхід визначення навігаційних параметрів з використанням вказаних систем, це кодовий псевдодалекомірний метод.

Сутність псевдодалекомірного методу полягає у визначенні відстаней між навігаційними супутниками і споживачем з подальшим розрахунком координат споживача. Якщо координати споживача оцінюються за допомогою однієї супутникової навігаційної системи, то при одномоментних розрахунках трьох координат і оцінки розбіжності шкал часу супутника і приймача псевдодалекомірним методом необхідно знати відстані між споживачем і мінімум чотирма навігаційними супутниками. Ці відстані вимірюються між фазовими центрами передавальної антени навігаційного супутника і приймальної антени споживача і застосовуються для формування чотирьох рівнянь, вирішення яких дає оцінку значень трьох координат і розбіжності шкал часу.

Передана супутником інформація включає в себе дві складові:

– псевдовипадковий далекомірний код (“відмітка дальності”), за допомогою якого вимірюється дальність до супутника;

– навігаційне повідомлення, що містить необхідну споживачеві інформацію. Навігаційне повідомлення (його структура і склад дещо відрізняються для різних СРНС) включає в себе поточні координати супутника (ефемериди), дані про стан (справність) і елементи орбіт всіх супутників (так званий альманах), зсув шкал часу супутника від системного часу і системного часу від UTC, відміну випромінюваної частоти від номінальної і т. і. Псевдовипадковий далекомірний код являє собою дуже довгу послідовність “імпульсів”. Ця послідовність виглядає

зовсім випадковою, але насправді формується за цілком певним законом. Цей закон і є кодом, без знання якого отримати інформацію зі супутника неможливо. Навігаційна апаратура споживачів складається з навігаційних приймачів і обчислювальних пристроїв, призначених для обробки навігаційних сигналів. Цією апаратурою виконуються беззапитні вимірювання псевдодальностей і радіальних швидкостей супутників, а також розрахунки, необхідні для отримання навігаційної інформації користувачами.

Однак суттєвим недоліком сучасних глобальних супутникових систем є неможливість доступу до їх інформації в певних умовах застосування безпілотних систем, наприклад під час впливу засобів електромагнітного випромінювання, у міській забудові та лісовій місцевості.

Запропоновано альтернативний підхід проведення корегування показів інерційної навігаційної системи з застосуванням локальної радіонавігаційної системи, яка може розгортатися на базі технічних засобів існуючої системи видачі диференційних поправок та корпоративних станцій LTE зв'язку. Використання даного підходу видачі поправок до інерційної навігаційної системи дозволить організовувати автоматичний (напівавтоматичний) режим керування наземними безпілотними системами та знизить витрати на створення систем передачі сигналів керування та відео потоку, організовувати більш віддалені місії на різних рельєфах місцевості, що приведе до зниження витрат на експлуатацію наземних безпілотних комплексів до 7 %, та підвищить їх коефіцієнт готовності на 3 – 4 відсотки.

МЕТОДОЛОГІЯ ТЕСТУВАННЯ АПАРАТНО-ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ ГУМАНІТАРНОГО РОЗМІНУВАННЯ ТЕРИТОРІЙ

Д.С. Захарченко[1]; О.М. Чередніков[2], к.т.н., доц.; О.В. Журахов[1]
[1]Центр протимінної діяльності
Державної спеціальної служби транспорту;
[2]Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Роботизовані комплекси, призначені для гуманітарного розмінування, є багатокомпонентними системами, в основі яких лежить складна взаємодія апаратних та програмних елементів. Успішне

виконання місій з виявлення вибухонебезпечних предметів залежить не лише від фізичної надійності платформи, а й від точності обробки даних, стабільності алгоритмів навігації, якості сенсорного сприйняття, а також від поведінки системи в умовах непередбачуваних зовнішніх впливів.

Метою проведеного дослідження є визначення процедур і критеріїв тестування апаратно-програмного забезпечення (АПЗ) роботизованих комплексів, призначених для виявлення, ідентифікації та знешкодження вибухонебезпечних предметів (ВНП) під час гуманітарного розмінування.

Об’єктом тестування є інтегроване АПЗ, що включає:

– системи управління мобільними платформами;

– сенсори (металодетектори, ГПР, відео/тепловізійні камери, ЛІДАРи тощо);

– системи навігації (GPS, IMU);

– програмне забезпечення аналізу даних та побудови карт;

– засоби зв’язку та віддаленого управління.

Тестування на відповідність технічним вимогам включає перевірку відповідності нормативам ДСТУ, міжнародним стандартам (наприклад, IMAS).

У контексті таких викликів тестування АПЗ не може обмежуватися лише перевіркою формальної відповідності технічному завданню. Необхідно забезпечити системну перевірку здатності комплексу функціонувати як цілісна, інтегрована структура. Особливої уваги потребують сценарії, що моделюють динамічну зміну умов розмінування: раптову втрату навігаційного сигналу, тимчасову відмову сенсорів, зміну типу ґрунту або появу перешкод у полі зору. У таких ситуаціях важливо, аби система не лише не зупинилася, а й демонструвала здатність адаптуватися, ухвалювати рішення в реальному часі та забезпечувати безперервність роботи з виявлення ВНП.

Окремий фокус має бути спрямований на здатність системи до самодіагностики та логування процесів. Без постійного зворотного зв’язку між підсистемами, без точної фіксації подій та станів, неможливо провести об’єктивний аналіз помилок чи відмов. Саме тому тестування повинне включати верифікацію всіх рівнів інформаційного обміну, а також ефективність взаємодії з оператором. Інтерфейс управління не повинен створювати додаткових бар’єрів, особливо в умовах стресу або обмеженого часу

на прийняття рішень. Людино-машинна взаємодія в цьому контексті є не менш критичною за роботу навігаційної чи сенсорної системи АПЗ.

Не можна також ігнорувати питання відповідності міжнародним нормам і стандартам, зокрема положенням IMAS. Будь-який роботизований комплекс, який претендує на використання в гуманітарному розмінуванні, має бути протестований у суворій відповідності до вимог безпеки, сталості та ефективності, які прийняті в міжнародній практиці.

Тестування має бути багатошаровим – від лабораторної перевірки окремих модулів до випробувань у напівнатуральних умовах, де моделюється реальна місцевість, мінне навантаження, перешкоди та обмеження зв'язку. Лише така послідовність дозволяє не просто виявити слабкі місця, а й зрозуміти межі надійності комплексу, зокрема в тих умовах, де людська помилка недопустима. Польове тестування – це не етап фінального затвердження, а складова безперервного циклу вдосконалення, в якому кожен результат використовується для навчання, адаптації та оновлення алгоритмів.

У підсумку: основне завдання методології тестування полягає не в механічній фіксації відповідності, а у виявленні здатності системи діяти ефективно, гнучко та безпечно в умовах реального ризику. Комплекс не повинен лише працювати – він повинен демонструвати поведінку, гідну довіри у середовищі, де ціна помилки надто висока.

ВИКОРИСТАННЯ АТЕНЮАТОРІВ В АНТЕННО-ФІДЕРНИХ ТРАКТАХ СТАНЦІЙ КЕРУВАННЯ ТА КОНТРОЛЮ ДЛЯ СКОРОЧЕННЯ ДИСТАНЦІЙ ПОЛЬОТУ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ПІД ЧАС ЇХ ВИПРОБУВАНЬ

П.В. Зелений; В.Л. Місайлов, д.т.н., с.н.с.; І.В. Тітов, к.т.н., с.н.с.
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Випробування щодо оцінювання стійкості бортового радіоелектронного обладнання (БРЕО) безпілотних літальних апаратів (БпЛА) до впливу засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ) передбачають виконання польотів на відстані, які відповідають їх тактичним радіусам дії, що в свою чергу потребує "закриття" належного повітряного простору. Якщо "закриття" дистанцій біля 10 км, як правило, не викликає особливих проблем, то організація польотів на більші дистанції є більш

складним питанням.

Одним із можливих шляхів вирішення зазначеної проблеми є скорочення протяжності польотів БпЛА під час їх випробувань під впливом засобів РЕБ, за рахунок встановлення атенюаторів в антено-фідерних трактах (АФТ) станцій керування та контролю (СКК) БпЛА. Використання атенюаторів із різною величиною послаблення дозволяє моделювати різні рівні затухання сигналів, що імітує зміну відстані між БпЛА та СКК. Так, наприклад, встановлення в АФТ СКК атенюатора із послабленням 20 дБ, зменшує потужність сигналу в 100 разів і дозволяє скоротити дистанцію польоту в 10 разів без зниження ступеню достовірності результатів, отриманих під час випробувань.

При виборі атенюатора для конкретної СКК при проведенні певного випробування, треба звертати увагу на такі його характеристики, як діапазон частот, максимальну вихідну потужність, тип роз’ємів, імпеданс, рівномірність амплітудно-частотної характеристики, а також величину послаблення. Окрім цього, обов’язковою є вимога щодо повірки таких атенюаторів, а також наявності відповідних документів.

Таким чином, використання атенюаторів в АФТ СКК дозволить скоротити дистанції польотів БпЛА при тестуванні впливу засобів РЕБ на їх БРЕО, що суттєво полегшить вирішення питання “закриття” повітряного простору під час проведення відповідних випробувань. Окрім цього, використання атенюаторів зменшить час проведення випробувань і, відповідно, час “закриття” повітряного простору.

УДОСКОНАЛЕНИЙ ПОРЯДОК ОЦІНЮВАННЯ ЗАСОБІВ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ ЩОДО ПРИКРИТТЯ ОБ’ЄКТІВ ВІД БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ПЕРШОГО КЛАСУ

Д.А. Іщенко[1], к.т.н., доц.; О.А. Нагорнюк[1], к.т.н.;
Я.М. Кожушко[2], к.т.н., ст.досл.
[1]Житомирський військовий інститут ім. С.П. Корольова;
[2]Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Аналіз особливостей розроблення оперативно-тактичних вимог і формування задуму засобів техніки радіоелектронної боротьби (РЕБ) з безпілотними авіаційними комплексами (БпАК), науково-технічного супроводження їх розроблення та тестування (випробувань) свідчить про актуальність потреби підвищення достовірності (точності) результатів

прогнозування, перевіряння та оцінювання їх можливостей з радіоелектронного прикриття об'єктів (позицій) військ від розвідки та ударів безпілотних літальних апаратів (БпЛА) з повітря. У попередніх роботах автори запропонували підхід до оцінювання таких можливостей для засобів РЕБ тактичного рівня ближньої дії щодо міні (мікро) БпЛА першого класу за показником – зони радіоелектронного прикриття, на прикладі об'єкту типу "взводний опорний пункт". Такий підхід надав можливість формувати вимоги до вказаних засобів, але потреба підвищення достовірності (точності) результатів оцінювання більш широкого кола засобів РЕБ, відносно більшої кількості типів БпЛА і об'єктів прикриття від них, за відсутністю удосконаленого математичного апарату, вироджується у проблему ефективності як ступені реалізації заявлених можливостей відповідних засобів. Необхідність отримання кількісних і якісних оцінок вказаних можливостей за значної кількості варіантів дій та просторово-часового взаємного розташування засобів РЕБ і БпЛА та об'єктів прикриття, визначила потребу автоматизації процесів формування вхідних даних, проведення більш складних розрахунків для отримання моделі зони прикриття, її візуалізації на засобах відображення. З врахуванням визначених потреб, уточненням переліку вхідних і вихідних даних, обмежень і припущень щодо здійснення математичних розрахунків та отримання моделі зони прикриття, проведено удосконалення порядку та розроблено програмне забезпечення оцінювання засобів РЕБ ближньої щодо радіоелектронного подавлення систем управління, приймачів супутникової навігації різних типів БпЛА та електронної підтримки РЕБ для виявлення сигналів управління, телеметрії, цільової інформації різних типів БпЛА. Удосконалений порядок забезпечує оцінюванням вказаних засобів РЕБ за технічними характеристиками, що потрібні для реалізації просторових можливостей, визначених директивними документами.

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМИ ЗАГАЛЬНИХ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО ВИРОБІВ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ВИСОКОЇ ДИНАМІКИ РОЗВИТКУ

Д.А. Іщенко, к.т.н., доц.; В.В. Стрінада, к.т.н., доц.; Л.М. Маріщук
Житомирський військовий інститут ім. С.П. Корольова

Аналіз особливостей розвитку безпілотних систем (БпС) та техніки радіоелектронної боротьби (РЕБ) свідчить про їх важливу місію для

досягнення технологічної переваги над противником та актуальність проблеми їх розвитку для набуття нових спроможностей в умовах ресурсних обмежень. Підвищення ефективності розвитку для набуття спроможностей на основі реалізації життєвого циклу виробів техніки РЕБ та БпС можливе за рахунок стандартизації вимог до них з метою їх серійного та масового виробництва, оптимізації процесів випробувань і логістичної підтримки. Реалізація зазначеного потребує впровадження системи загальних технічних вимог (СЗТВ) до відповідних виробів. На теперішній час розроблені та впроваджуються національні нормативні документи й військові стандарти (ВСТ), що є базовими для її формування. Основним аспектом питання формування СЗТВ, як складової проблеми розвитку виробів техніки РЕБ та БпС, є недосконаліть організаційно-методичного забезпечення, обумовлена високою динамікою розвитку та мінливістю виробів. У результаті їх кількісного нарощування та якісного вдосконалення характеристик сформувалися різновиди виробів, які значно відрізняються (за призначенням, рівнем застосування, способом базування тощо) у межах одного коду об’єктів стандартизації в комплексній КСЗТВ ОВТ згідно з ДК 020 (наприклад, 5865 – Техніка радіоелектронної боротьби та швидкодіюча апаратура). За відсутності сучасного термінологічного й методичного забезпечення потреба розроблення та впровадження СЗТВ до техніки РЕБ (так само БпС) переростає в проблему дієвості її складових – ВСТ щодо: встановлення вимог, які ґрунтуються на перспективах і тенденціях розвитку, досвіді й умовах бойового застосування виробів; уніфікації виробів; забезпечення сумісності та взаємозамінності з відповідними виробами держав – членів НАТО.

Для розв’язання проблеми запропоновано розроблення СЗТВ до виробів високої динаміки розвитку, зокрема організаційно-методичних ВСТ, що встановлюють їх класифікацію, терміни і визначення. Наведено приклад розроблення ВСТ 20.39. 5865.001: 20ХХ (01) “Комплексна система загальних технічних вимог до озброєння та військової техніки. Техніка радіоелектронної боротьби. Терміни та визначення понять, класифікація”.

АНАЛІЗ І ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ

О.Г. Каламурза; А.В. Мацько
Національний університет оборони України

Проведений аналіз тенденцій розвитку озброєння та військової

техніки (ОВТ) провідних країн світу дозволив чітко виділити важливу на їхній погляд світову тенденцію – підвищення ступеня автоматизації засобів ведення збройної боротьби, створення роботизованих, автономних та дистанційно керованих зразків та систем озброєння. У найближчий час Україна може досягти розвитку наземних роботизованих комплексів (НРК) важкого класу на рівні російської федерації, а найближчою перспективою для України є створення НРК середнього класу.

Закордонний досвід використання НРК середнього класу вказує на те, що їхнім основним завданням є виконання бойових та інженерних задач. Для цього в структурі НРК передбачене шасі, бойовий (інженерний) модуль та системи дистанційного управління шасі і модулем. В разі інсталяції на шасі бойового модуля – в його структуру входять: зброя і пошуково-прицільна система в складі лазерного далекоміру і системи технічного зору (СТЗ). СТЗ умовно ділиться на дві підсистеми: перша забезпечує контроль руху НРК, друга – цілодобовий пошук цілей, прицілювання і наведення зброї. Для цього в склад другої системи входять: телевізійна камера широкого поля зору для пошуку цілей, а також телевізійний і тепловізійний приціли.

В умовах ведення сучасних війн та збройних конфліктів, у т.ч. в російсько-українській війні, значно зросла роль дистанційно керованих систем, насамперед безпілотних літальних апаратів (БпЛА) НРК. Противник постійно вдосконалює свої НРК, розробляє нові тактичні підходи та засоби протидії нашим безпілотним системам. Тому потрібен постійний моніторинг стану ворожих НРК щоб Збройні Сили України могли їм протидіяти і була підтримка вітчизняного ОВТ на відповідному рівні.

Україна є одним із світових лідерів в розробці НРК спеціального призначення вагових категорій III-V, характеристики яких відповідають кращим закордонним зразкам. Є певне відставання в розробці самохідних НРК, але є перспективи створення їх у найближчий час.

Відомо, що тактико-технічні характеристики НРК спеціального призначення визначаються реалізованою системою керування. Однією з основних тенденцій сучасного розвитку наземної воєнної робототехніки є поступовий перехід від дистанційно-керованих до напівавтономних, а в перспективі – до автономних НРК із використанням штучного інтелекту. Це дозволить усунути основні недоліки дистанційно-керованих комплексів.

Однією з важливих складових НРК є СТЗ, яка передає телевізійні (тепловізійні) зображення оточуючого середовища на віддалений дисплей

системи дистанційного управління (пульті управління). Однак в багатьох випадках телевізійної і навіть стереоскопічної інформації недостатньо для ефективного аналізу і оцінки оточуючої обстановки. Окрім того, для ефективного керування НРК в особливо складних умовах функціонування необхідно провадити огляд робочої зони з різних позицій, оцінювати просторове положення як самого НРК, так і його робочого обладнання. Це визиває потребу створення нових форм і технічних засобів інформаційного забезпечення, які надають оператору не тільки телевізійну і телеметричну інформацію про місцезнаходження і статус НРК в поточний момент часу, але і детальну інформацію про геометричні параметри оточуючого простору з накладенням на них результатів виявлення цілей і розпізнавання джерел небезпеки. Така інформація повинна представлятися оператору в формі, що забезпечує 3D моделювання робочої зони з можливістю оперативного розрахунку і планування дій в умовах недетермінованої обстановки.

Важливе значення має сама пошуково-прицільна система НРК. Від її надійності і точності залежить виконання бойової задачі.

Отримані результати дозволять створити вітчизняний інноваційний науково-технічний доробок, необхідний для розробки НРК нового покоління в інтересах Збройних Сил України і можуть бути використані на підприємствах вітчизняного оборонно-промислового комплексу при створенні нових НРК підвищеної ефективності та безумовно змінять способи ведення бойових дій.

ІНФОРМАЦІЙНІ ЗВ’ЯЗКИ МІЖВИДОВИХ УГРУПУВАНЬ ВІЙСЬК (СИЛ І ЗАСОБІВ) В СИСТЕМІ БЕЗПЕКИ І ОБОРОНИ ДЕРЖАВИ

Д.О. Камак; О.Л. Грищенко; О.О. Бурсала
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Бойові дії у війнах XXI століття ведуться за участі військ, які в своєму складі мають різні міжродові і міжвидові організаційно-функціональні компоненти. Наявні сили і засоби основних складових Сил оборони України в умовах війни все більшою мірою організовані в системі безпеки і оборони держави у відповідні міжвидові угруповання (МУ) військ (сил і засобів), що виконують завдання із боротьби з противником за єдиним задумом командування.

У відомій літературі розглядаються питання особливостей сучасних

військ і застосування в них військ та управління ними, створення різних систем управління, в тому числі мережецентричної системи управління МУ військ. Підкреслюється, що серед інших чинників, підрозділи Збройних Сил України мають бути інформаційно об'єднаними за рахунок використання всіх можливостей єдиного командно-інформаційного простору.

В епоху інформаційного об'єднання різнотипних підрозділів діяльність керівного складу з реалізації процесів управління підпорядкованими військами і засобами при виконанні ними завдань за призначенням і надійне функціонування мережецентричної системи управління МУ є головними складовими, що впливають на реалізацію бойових можливостей МУ військ (сил і засобів).

Застосування мережецентричної системи управління МУ забезпечує:

– своєчасне синхронізоване та інтегроване застосування всіх сил і засобів МУ (вогневих, розвідувальних, інформаційних, РЕБ, високоточної зброї тощо) по об'єктам і цілям противника у реальному масштабі часу;

– використання мережевих технологій ведення збройної боротьби, заснованих на принципах асиметричності, інтеграційного управління військами, єдності зусиль в єдиному командно-інформаційному просторі дозволяє відійти від позиційних форм протиборства до дій,

– зменшення часу циклів управління військами (силами, засобами) МУ.

Як висновок, варто зазначити, що інформаційне об'єднання МУ військ мережецентричною системою управління надає перевагу при застосуванні новітніх технологій (у розвідці, телекомунікації, управлінні військами і інтелектуалізації озброєння тощо). Вирішення цього завдання є однією з головних умов одержання перемоги над противником у війнах майбутнього.

ВПРОВАДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНОЇ СИСТЕМИ СУПРОВОДЖЕННЯ ВИПРОБУВАНЬ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

Д.О. Камак; Д.В. Зройчиков; О.О. Бурсала
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

В процесі підготовки і проведення випробувань зразків озброєння та військової техніки (ОВТ), обробки результатів досліджень, підготовки

звіту про результати випробувань проводяться операції над інформаційним контентом доволі суттєвого обсягу і різнопланового характеру. З метою підвищення ефективності інформаційного супроводження випробувань доцільним є впровадження інформаційно-аналітичної системи супроводження озброєння та військової техніки Збройних Сил України. Основним призначенням цієї системи може бути надання всебічної автоматизованої інформаційної підтримки інженерам-випробувачам, науковим працівникам та допоміжному персоналу на всіх етапах організації і проведення випробувань зразків ОВТ. Інформаційно-аналітична система супроводження випробувань ОВТ відноситься до класу інформаційних систем військового призначення внутрішнього користування, функціонування якої передбачається лише у випробувальному інституті і передбачає інформаційну підтримку етапів підготовки, проведення випробувань, перевірки, аналізу та оцінки відповідності (сертифікації) розробленого озброєння та військової техніки та їх складових частин. Безумовно, при створенні інформаційно-аналітичної системи супроводження випробувань ОВТ необхідно передбачити можливість її інтеграції в існуючі та перспективні інформаційні системи. Крім того, в сфері інформаційних технологій, як правило, цілі, завдання і проблеми військової і цивільної стандартизації багато в чому єдині.

Інформаційна система супроводження випробувань з точки зору інформаційної підтримки має відповідати принципам побудови:

– єдиний системний підхід, єдина методологія та технологія організації і проведення випробувань ОВТ;

– оперативна комплексна інформаційна підтримка процесів підготовки та проведення випробувань зразків ОВТ;

– повнота та достовірність відомостей у базах даних про перебіг випробувань зразків ОВТ;

– постійне і неперервне наповнення бази даних про перебіг випробувань на всіх етапах;

– безперервне наповнення й оновлення інформаційних баз даних щодо новітніх технологій військового призначення, нових і перспективних зразків ОВТ, національних та міжнародних стандартів, способів, методів і методик дослідження і випробування властивостей, параметрів і характеристик технічних пристроїв і матеріалів, що можуть бути використані у оборонній сфері, щодо новітнього метрологічного забезпечення випробувань, наукових методів обробки статистичних даних, методів моделювання та прогнозування тощо;

– підтримка статистичної обробки результатів випробувань;

– автоматизоване складання документів (розпорядчих, організаційних, звітних тощо);

– відкритість та доступність баз даних інформаційно-аналітичної системи для користувачів з різним статусом доступу;

– можливість інформаційної взаємодії з іншими інформаційними системами;

– мінімізація витрат (матеріальних, часових, фінансових) на організацію і проведення випробувань зразків ОВТ.

Створення, запровадження та функціонування інформаційно-аналітичної системи супроводження випробувань ОВТ повинно здійснюватися з одного боку на принципах організації проведення випробувань, а з іншого – на принципах побудови сучасних автоматизованих інформаційних систем. Крім того, мають бути враховані принципи побудови корпоративних автоматизованих систем з централізованими та мережевими базами даних, в тому числі Internet, технологіями забезпечення клієнт-серверної взаємодії віддалених користувачів системи та можливістю інтеграції в існуючі та перспективні інформаційні системи.

При розробці системи мають бути передбачені можливості її подальшої модернізації при мінімальних часових і фінансових витратах.

Дотримання зазначених вимог в процесі створення інформаційно-аналітичної системи супроводження випробувань має сприяти досягненню високих показників ефективності системи випробувань.

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ ГУМАНІТАРНОГО РОЗМІНУВАННЯ

В.М. Кібальник;
Д.М. Шабанов; В.І. Сапон
Навчально-науковий випробувальний полігон
високотехнологічного озброєння та військової техніки

Забруднення територій України вибухонебезпечними предметами – критична проблема, яка виникла внаслідок війни. Міни та снаряди, що не розірвалися, загрожують здоров'ю і життю людей, заважають повноцінному розвитку економіки. Окремі території України забруднені різноплановими типами мінно-вибухових предметів. Ці території

розташовані і на рівнинній місцевості, і на горбистій; і ґрунтовій, і піщаній, і каменистій; і поза населених пунктів, і в їх центральній частині, на поверхні, і в глибині, під іншими предметами (землею, рештками будівель, транспортних засобів тощо).

Використання робототехніки для розмінування стає все більш поширеним, оскільки це зменшує ризик для людського життя. Різні види наземних роботизованих комплексів можуть бути використані в залежності від конкретних умов і потреб. Використання роботизованих комплексів гуманітарного розмінування спільно з мобільними комплексами з утилізації боєприпасів є широко розвинутою практикою в світі.

Використання наземних роботизованих коплексів передбачає автоматичну роботу на великих площах з великою точністю за заданим маршрутом.

В залежності від типу навісного обладнання, технології його виготовлення, потужності приводу (гідравлічної системи) наземні роботизовані комплекси для гуманітарного розмінування можуть призначатися для роботи на різних типах місцевості.

Враховуючи розвиток штучного інтелекту (та можливість його навчання), зростає доцільність його використання при розробці програмного забезпечення наземних роботизованих комплексів для гуманітарного розмінування для підвищення ефективності використання роботизованих комплексів.

Застосування наземних роботизованих комплексів з використанням штучного інтелекту для гуманітарного розмінування дозволить розширити спектр можливостей роботизованих комплексів та зменшити вплив небезпечних факторів, що дозволить зберегти життя і здоров’я оператора.

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО УПРАВЛІННЯ ЗАХИСТОМ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО КАПІТАЛУ ВІЙСЬКОВОГО ПІДПРИЄМСТВА

О.В. Кожушко, к.е.н., доц.
Харківський національний економічний університет ім. Семена Кузнеця

Організаційні заходи управління захистом інтелектуального капіталу військового підприємства повинні враховувати внутрішнє та зовнішнє середовище, ступінь освоєння та розвитку у підприємстві

інтелектуального капіталу, необхідні потреби впровадження інновацій при створенні військової техніки та готовність до цього. Пропонується вдосконалений методичний підхід до управління захистом інтелектуального капіталу військового підприємства. в основі якого лежить уточнений розрахунок показників прийнятного та теоретичного рівня захисту інтелектуального капіталу військових підприємств. Прийнятний рівень захисту інтелектуального капіталу дозволяє говорити про наявність на підприємстві нормального чи задовільного стану управління захистом інтелектуального капіталу, тобто про дієвість кадрової, маркетингової, збутової, виробничої та інших стратегій підприємства та потребує подальшого дослідження в залежності від факторів впливу внутрішнього та зовнішнього середовища. Теоретичний рівень захисту інтелектуального капіталу військового підприємства розраховується за допомогою розроблених на основі таксономії методів. Розв'язання такої задачі проводиться в через створені моделі рівня захисту інтелектуального капіталу, що використовує генетичні алгоритми для пошуку рішень в багатовимірному просторі значень аргументів і параметрів. Вибір генетичних алгоритмів обумовлено кращим знаходженням ними параметрів, при яких досягається найкраще значення багатопараметричної функції.

ПІДГОТОВКА ЕТАЛОННИХ ЗОБРАЖЕНЬ КОРЕЛЯЦІЙНО-ЕКСТРЕМАЛЬНИХ СИСТЕМ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

Я.М. Кожушко[1], к.т.н., ст.досл.;
О.М. Грічанюк[2], к.т.н.;
О.С. Калмиков[3];
Д.А. Спірін[1]
[1]Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки;
[2]Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба;
[3]Харківський національний університет радіоелектроніки

У кореляційно-екстремальних системах навігації (КЕСН) оцінка координат літального апарату (ЛА) (прив'язка) проводиться на основі поєднання поточного зображення (ПЗ), що формується на борту, з еталонним зображенням (ЕЗ) району прив'язки, отриманим заздалегідь.

Досвід, отриманий в ході відбиття широкомасштабного вторгнення російської федерації, показує, що зменшення часу підготовки до застосування сил і засобів, зразків озброєння та військової техніки (ОВТ) напряму впливає на ефективність їх застосування. Тому масовість застосування ОВТ, швидкоплинність фоно-цільової обстановки, необхідність перевірки великої кількості варіантів придатності районів прив’язки висуває додаткові вимоги до швидкості та якості підготовки еталонних зображень КЕСН.

Зазвичай для підготовки ЕЗ використовують метод адаптивної кольорової градації формування ЕЗ, що використовує комбіновані параметри яскравості, кольору та текстурної складності для автоматичного вирівнювання кольорового профілю.

Іншим методом формування еталонних зображень є застосування фрактального аналізу, що дозволяє враховувати складність текстури місцевості та підвищувати точність розпізнавання характерних особливостей ландшафту. Фрактальні методи аналізу дозволяють визначати ступінь самоорганізації та структурної складності поверхонь, що значно покращує сегментацію та ідентифікацію об’єктів на зображеннях, отриманих із різноспектральних джерел. Використання показника фрактальної розмірності дозволяє адаптивно налаштовувати параметри обробки даних, що є критично важливим для роботи КЕСН у складних умовах.

Враховуючи, що еталонне зображення та поточне зображення однієї і тієї ж ділянки місцевості в районі об’єкту прив’язки отримані в різний час та в різних умовах візування, для вирішення задачі з підготовки ЕЗ для КЕСН доцільно розглянути математичний апарат нейромереж та машинного навчання, який демонструє високі результати з відновлення та зіставлення зображень.

Запропоновано метод використання машинного навчання, заснований на поєднані аналізу крос-кореляції та дисперсії, для чого було розглянуто побудова ЕЗ для матричної радіометричної (МРМ) КЕСН з наявного оптичного зображення.

Вихідне зображення було розбито на фрагменти із їх подальшим віднесенням моделлю навчання до однієї з типів земної поверхні. Надалі у відповідності встановлення типам земної поверхні фрагментам зображення встановлюється відповідні значення радіояскравісної температури.

Запропонований метод дає можливість ідентифікувати типи

фрагментів вихідного зображення з високою точністю. Метод дає змогу створювати еталонні зображення для КЕСН ЛА з наявних зображень іншого спектра та суттєво прискорює процес підготовки ЕЗ до часу, наближеного до реального.

РОЗВІДУВАЛЬНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОСМІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ ЗБРОЙНИХ СИЛ США

Я.М. Кожушко[1], к.т.н., ст.досл.; Д.А. Іщенко[2], к.т.н., доц.;
О.О. Клімішен[3], к.т.н., с.н.с.; М.В. Борцова[3]; О.В. Козлова[3]
[1]Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки;
[2]Житомирський військовий інститут ім. С.П. Корольова;
[3]Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

У ЗС США під розвідувальним забезпеченням космічних операцій розуміють систематичний та безперервний процес аналізу загроз та умов обстановки з метою підтримки прийняття рішень командирами (штабами) в усьому спектрі космічних операцій. Цей процес складається з чотирьох етапів: визначення умов операційного середовища (передбачає визначення орбітальних та наземних умов, в яких будуть застосовуватись космічні сили); визначення можливого впливу навколишнього середовища в районі проведення операції; оцінювання противника (оцінювання складу противника та його бойових порядків; спроможностей супутників; наступальних або оборонних спроможностей щодо протидії космічним засобам; здатності підтримувати або відновлювати космічні спроможності; союзних космічних засобів, які ймовірно можуть бути атаковані противником, та готовності противника до проведення бойових операцій); визначення ймовірних варіантів дій противника.

Важливою частиною розвідувального забезпечення космічних операцій є визначення бойового складу космічних сил. Бойовий склад космічних сил розділяють на “синій”, “червоний” та “сірий”.

До “синього” бойового складу відносяться військові та урядові космічні системи. “Червоний” бойовий склад – це військові та урядові космічні системи противника. До “сірого” бойового складу належать комерційні космічні системи та нейтральні іноземні (комерційні та урядові) космічні системи.

КОСМІЧНА ПІДТРИМКА ЗБРОЙНИХ СИЛ США ПІД ЧАС ВЕДЕННЯ ОПЕРАЦІЙ (БОЙОВИХ ДІЙ)

Я.М. Кожушко[1], к.т.н., ст.досл.; Д.А. Іщенко[2], к.т.н., доц.;
О.О. Клімішен[3], к.т.н., с.н.с.;
М.В. Борцова[3]; О.В. Беспалько[3]
[1]Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки;
[2]Житомирський військовий інститут ім. С.П. Корольова;
[3]Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Збройні конфлікти останніх десятиріч показують, що важливою та постійно зростаючою складовою інформаційного забезпечення бойових дій , що постійно вдосконалюється провідними країнами світу, є космічна підтримка бойових дій збройних сил на різних рівнях, а її якість, обсяг та ефективність визначається рівнем розвитку сил та засобів космічної та наземної інфраструктури. Провідні країни світу, в першу чергу США, активно розробляють та впроваджують різні підходи до підвищення бойових спроможностей збройних сил за рахунок космічної підтримки своїх операцій (бойових дій). В цьому контексті, у випадках, коли підрозділам, які діють в межах театру бойових дій, потребується підтримка космічних сил та засобів, глобального (стратегічного рівня), відповідальна особа визначає порядок взаємодії, що застосовується на відповідних рівнях як командувань підтримки, так і підтримуваних командувань. Такі допоміжні відносини поділяються на чотири категорії: загальна, взаємна, пряма та безпосередня підтримка. Термін загальна підтримка використовується, коли необхідно надати підтримку підрозділам в цілому. Взаємна підтримка полягає в тому, щоб надавати допомогу підрозділ підрозділу. Пряма підтримка використовується, в випадках, коли успішне виконання завдання потребує від космічних сил безпосередньо підтримувати інші визначені підрозділи. Безпосередня підтримка використовується для надання детальної допомоги для виконання ними поставлених завдань.

Для космічних сил, як і для підрозділів, що отримують їх підтримку, визначається порядок взаємодії, що включає мету підтримувальних відносин, бажаний ефект і обсяг дій, що вживаються для досягнення поставленої мети.

РОЗВІДУВАЛЬНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА КОСМІЧНА ПІДТРИМКА ЯК КЛЮЧОВІ ЕЛЕМЕНТИ ПІДВИЩЕННЯ БОЙОВИХ СПРОМОЖНОСТЕЙ ЗБРОЙНИХ СИЛ США

Я.М. Кожушко[1], к.т.н., ст.досл.; Д.А. Іщенко[2], к.т.н., доц.;
А.О. Краснoруцький[3]; к.т.н., доц.; О.О. Клімішен[3], к.т.н., с.н.с.
[1]Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки;
[2]Житомирський військовий інститут ім. С.П. Корольова;
[3]Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Збройні конфлікти сучасності свідчать про зростаюче значення космічної підтримки як складової інформаційного забезпечення бойових дій. Якість, обсяг та ефективність такої підтримки безпосередньо залежать від рівня розвитку космічної та наземної інфраструктури. Провідні держави світу, зокрема США, розробляють і впроваджують системні підходи до підвищення бойових спроможностей збройних сил за рахунок інтеграції космічних систем у планування та ведення операцій.

У Збройних Силах США розвідувальне забезпечення космічних операцій трактується як безперервний процес збору, аналізу та оцінювання інформації про загрози і фактори обстановки. Його головна мета полягає у забезпеченні командирів та штабів достовірними даними для прийняття рішень у повному спектрі космічних операцій. Структурно цей процес включає чотири етапи: визначення умов (орбітальних та наземних) операційного середовища; аналіз впливу навколишнього середовища у районах проведення операцій; оцінювання противника (бойового складу, порядків, супутникових спроможностей, наступальних і оборонних можливостей, здатності до відновлення космічних ресурсів, готовності до ведення бойових дій); формування ймовірних варіантів дій противника.

Організація космічної підтримки у ЗС США здійснюється як на глобальному (стратегічному), так і на оперативно-тактичному рівнях. У випадках, коли підрозділи театру бойових дій потребують застосування космічних сил та засобів, відповідальні органи визначають порядок взаємодії між командуванням сил підтримки та підрозділами, що отримують цю підтримку.

У військовій практиці США виділяють чотири категорії підтримувальних відносин: загальна підтримка (забезпечення діяльності підрозділів у цілому); взаємна підтримка (надання допомоги між

підрозділами); пряма підтримка (підтримка конкретно визначених підрозділів); безпосередня підтримка (допомога у виконанні конкретних завдань). Для кожної з наведених категорій формується порядок взаємодії, що включає мету, бажаний ефект та визначений обсяг дій, необхідних для досягнення результату.

Таким чином, у ЗС США розвідувальне забезпечення та космічна підтримка операцій становлять інтегровану систему, яка поєднує інформаційно-аналітичні, технічні та організаційні компоненти, що дозволяє забезпечити підвищення бойових спроможностей ЗС США, досягнення інформаційної переваги та ефективне застосування космічних сил у сучасних і майбутніх конфліктах.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ КОРЕЛЯЦІЙНО-ЕКСТРЕМАЛЬНИХ СИСТЕМ НАВЕДЕННЯ

Я.М. Кожушко[1], к.т.н., ст.досл.; Д.А. Спірін[1];
В.М. Биков[2], д.т.н., с.н.с.; О.С. Калмиков[3]
[1]Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки;
[2]Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна;
[3]Харківський національний університет радіоелектроніки

У сучасних військових конфліктах зростає потреба в високоточному озброєнні, здатному діяти в умовах повної відсутності супутникової навігації та під впливом активних засобів радіоелектронної боротьби. Одним з рішень є використання кореляційно-екстремальних систем наведення (КЕСН), яка забезпечує враження заданої цілі шляхом порівняння поточного зображення місцевості з еталонним, що сформовано заздалегідь і збережено у пам’яті засобу ураження.

Одним з факторів, що впливають на ефективність суміщення таких зображень є якість формування еталонного зображення. Крім того, високі вимоги до якості еталонного зображення, залежність від погодних умов та обмежена обчислювальна потужність бортових систем впливають на стабільну роботу КЕСН.

У системах Storm Shadow, SCALP-EG та Taurus KEPD 350, де застосовується схожа концепція наведення, ці проблеми частково нівелюються завдяки низькій швидкості польоту, довшій термінальній фазі, маловисотному профілю та кращим умовам для оптико-електронної або інфрачервоної кореляції. Водночас ці системи залишаються

вразливими до природних і штучних факторів, що змінюють зовнішній вигляд цілі або маскують її.

Одним з напрямів удосконалення КЕСН є зміна підходів до формування еталонного зображення із залученням інших сенсорів, наприклад, радіометричних. Застосування пасивної радіометрії в цьому випадку дає змогу здійснювати виявлення об'єктів за їх унікальним випромінюванням, що не залежить від освітлення, погодних умов або маскування у видимому спектрі. Формування багатоспектральних еталонів на основі тривимірних радіометричних карт місцевості дозволяє створити більш стабільне середовище для порівняння у термінальній фазі польоту. В подальшому, використання таких даних у поєднанні з глибинним машинним навчанням (DNN, CNN) дозволяє виявляти характерні ознаки об'єкта навіть у складних умовах — наприклад, при його частковому руйнуванні або перекритті. В перспективі доцільним є створення гібридних КЕСН, що об'єднують оптичний, інфрочервоний та інші канали спостереження, з адаптивною логікою перемикання на найбільш інформативний сенсор у поточних умовах. Такі системи підвищують стійкість до радіоелектронних і маскувальних завад, а також до змін рельєфу й середовища.

Кореляційно-екстремальні системи залишаються ефективним інструментом автономного наведення у високоточній зброї, однак їхня практична реалізація потребує вдосконалення у напрямі динамічної генерації еталонних зображень, інтеграції машинного навчання і використання тривимірних моделей середовища. Підвищення гнучкості КЕС до зовнішніх змін забезпечить збереження високої точності в умовах повної автономності дії ракети.

РОЗРОБКА ТАКТИК І СТРАТЕГІЙ ВИКОРИСТАННЯ НОВІТНІХ ВИДІВ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИПРОБУВАНЬ В БОЙОВИХ УМОВАХ, ПРОВЕДЕНИМИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-БОЙОВИМИ ПІДРОЗДІЛАМИ

Б.І. Коломієць; В.І. Шендрик
Навчально-науковий випробувальний полігон
високотехнологічного озброєння та військової техніки

Ефективність новітніх розробок, випробуваних експериментально-бойовими підрозділами, безпосередньо залежить від тактики і стратегії їх

застосування. В умовах сучасних бойових дій, що характеризуються високою динамічністю, технологічністю та інформаційною насиченістю, розробка ефективних тактик і стратегій застосування новітніх розробок є критично важливим фактором успіху. Експериментально-бойові підрозділи відіграють ключову роль у цьому процесі, забезпечуючи практичну перевірку та адаптацію нових технологій до реальних бойових умов, а також формуючи майбутнє військової доктрини та технологій. Тактика повинна відповідати як потенціалу озброєння, так і реальним потребам підрозділів на полі бою. Розробка стратегій дозволяє масштабувати ці рішення, інтегруючи їх у загальну систему бойових операцій.

Актуальність дослідження обумовлена тим, що тактика повинна відповідати як потенціалу озброєння, так і реальним потребам підрозділів на полі бою, розробка стратегій дозволяє масштабувати ці рішення, інтегруючи їх у загальну систему бойових операцій.

Метою доповіді є те, що результати аналізу будуть основою для визначення оптимальних способів застосування новітніх розробок у різних бойових ситуаціях. Крім того на основі аналізу потенційних можливостей та обмежень зразків розробляються конкретні тактичні прийоми та способи їхнього застосування, що прискорить адаптацію новітніх видів озброєння та ефективне їх використання в веденні бойових дій.

Розробка стратегій інтеграції новітніх розробок в існуючу систему ведення бойових дій має на меті ефективне застосування цих розробок та вимагає їхньої інтеграції в існуючу систему ведення бойових дій. Це складний та багатогранний процес, що включає організаційні, технічні, навчальні та логістичні аспекти, а саме:

– визначення місця та ролі новітніх розробок в оперативних планах та бойових статутах. Новітні розробки повинні знайти своє відображення в оперативних планах та бойових статутах. Це передбачає внесення змін до існуючих документів або розробку нових, що визначають порядок застосування новітніх розробок, їхню взаємодію з іншими силами та засобами, а також завдання, які вони повинні виконувати;

– адаптація організаційно-штатної структури підрозділів з урахуванням новітніх розробок – це може включати створення нових посад, зміну функціональних обов’язків існуючих посад, а також перерозподіл особового складу між підрозділами. Наприклад, для експлуатації БпЛА створені нові посади операторів БпЛА, а для обслуговування складних технічних систем – залучені фахівці з групи НТС;

– розробка програм підготовки особового складу з урахуванням особливостей застосування новітніх розробок – це передбачає розробку спеціалізованих програм підготовки, що включають теоретичне навчання, практичні заняття, тренування та навчання в умовах, максимально наближених до бойових та безпосередньо в бойових умовах Особлива увага повинна приділятися навчанню експлуатації, обслуговуванню, ремонту та тактичному застосуванню новітніх розробок;

– створення системи логістичного забезпечення, що забезпечує ефективне функціонування та обслуговування новітніх розробок – це передбачає створення системи постачання запасних частин, витратних матеріалів, палива та інших ресурсів, необхідних для функціонування та обслуговування новітніх розробок. Крім того, необхідно забезпечити можливість проведення ремонту та технічного обслуговування новітніх розробок в бойових умовах.

Формулюючи висновки можемо зауважити, що тактика без технології – неефективна. Технологія без тактики – марна. Розробка ефективних тактичних моделей є ключем до успішного використання інновацій у бою.

Крім того слід використовувати і аналізувати іноземний досвід, як важливий орієнтир, але не в якості догми. А основною метою – створення власної доктрини дій з урахуванням українського бойового досвіду. ЕБП виступає не лише як випробувальна лабораторія, але як мозковий центр, що формує тактичне майбутнє сучасної армії. Здобуті моделі можуть змінити саму суть війни – зробити її високотехнологічною, асиметричною, швидкою, адаптивною та з мінімальними втратами. Постійне вдосконалення, за рахунок проведених досліджень ЕБП, тактик і стратегій застосування новітніх розробок є запорукою їхньої ефективності та сприяє підвищенню боєздатності військових підрозділів та Збройних Сил України загалом.

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ІННОВАЦІЙНИХ РІШЕНЬ В УДАРНИХ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСАХ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

В.В. Кольченко; Б.М. Тимофєєв
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Повномасштабна агресія росії проти України спричинила стрімкий

розвиток новітніх зразків озброєння та військової техніки (далі – ОВТ), зокрема – безпілотних літальних апаратів (далі – БпЛА). БпЛА, станції наземного керування, прилади керування і контролю та інші елементи входять до складу безпілотного авіаційного комплексу (далі – БпАК).

Проаналізувавши джерела відкритої інформації, можна виділити основні напрямки розвитку БпЛА (БпАК) за призначенням в ЗС України: ударні, розвідувальні, багатофункціональні, перехоплювачі, вантажні та логістичні, спеціального призначення (зв’язок, ретранслятори, носії БпЛА, розмінування тощо).

Актуальним напрямком дослідження визначено розвиток ударних БпЛА, які масово застосовуються для знищення різноманітних цілей та живої сили противника на фоні критичних обмежень в артилерійських снарядах, ракетах. Крім цього, ударні БпЛА набагато дешевші за інші системи ОВТ, простіші у виробництві та навчанні щодо керування ними.

Проведені дослідження в межах оперативних завдань та експертиз інноваційних проєктів, зібрані дані щодо різних типів ударних БпЛА (БпАК), виконані порівняння основних зразків БпЛА різного призначення, систематизовані результати досліджень і вироблені висновки та пропозиції щодо подальшого розвитку ударних БпЛА.

Зазначимо, що тенденції розвитку сучасних інноваційних рішень (технологій) в ударних БпЛА (БпАК), які застосовують ЗС України, можна визначити за напрямками:

– навігація: завадозахищені модулі навігації (багатоканальні приймачі супутникових сигналів), інерціальні навігаційні модулі (електронні акселерометри та магнітометри, барометричні плати), технологія маякового способу навігації, модеми і SIM-карти зв’язку (можливість визначення місцеположення), оптична навігація (використання оптичних приладів та порівняння з електронними картами місцевості);

– керування БпЛА: захищені канали зв’язку (шифрування AES 256 – на рівні пакетів та радіо; зашифроване резервне копіювання радіо LoRa), технології на оптоволокні (не сприймає вплив засобів РЕБ), ретранслятори (збільшення дальності керування), супутниковий зв’язок (модулі, антени);

– модульність конструкції БпЛА (можливість змінювати модулі корисного навантаження під конкретне завдання), відкрита архітектура (можна інтегрувати нові сенсори, засоби зв’язку, незалежність від одного виробника, прискорюється процес оновлення та модернізації);

– автономність польоту БпЛА: потужні мікропроцесори, програмне забезпечення (проєкти з відкритим кодом), плати донаведення на ціль (стійкість до впливу засобів РЕБ), елементи штучного інтелекту, машинний зір, датчики та сенсори (виявлення, ідентифікація, класифікація);

– зниження радіолокаційної та акустичної помітності: радіопрозорі матеріали, аеродинамічні форми, профілі польоту, лінза Люнеберга, електродвигуни;

– збільшення дальності та часу польоту: потужні акумулятори (сонячні панелі, водневі паливні елементи), вдосконалена аеродинаміка, режими планерування.

З аналізу розвитку інноваційних рішень (технологій) в сучасних проєктах БпЛА з'ясовано, що швидкість впровадження рішень та адаптація до умов війни мають вирішальне значення. Війна в Україні стимулює як модернізацію існуючих платформ (Ту-141 "Стриж", "Bayraktar TB2"), так і створення нових технологічних рішень (проєктів) (FPV-БпЛА мультироторного типу "Укропчик", "Громило"; мультикоптери-бомбери "Вампір", "Кажан"; баражуючі боєприпаси "UAS SETH", "Булава"; БпЛА дальньої дії "Лютий", "Морок"; ракети-дрони "Рута", "Паляниця"), які забезпечують підвищення спроможностей ЗС України.

Одним із провідних напрямків є впровадження штучного інтелекту (далі – ШІ), що забезпечить часткову або повну автономію ударних БпЛА. Так, український стартап "Swarmer" розробляє ШІ-алгоритми для "роїв" БпЛА, здатних координувати свої дії без централізованого управління. Такі рішення особливо актуальні в умовах впливу засобів РЕБ та при втраті супутникового сигналу.

Створення модульних ударних платформ дозволить швидко адаптуватися до різних завдань. Так, українська компанія "TAF Drones" розробляє FPV-БпЛА з можливістю зміни модулів, що дозволяє швидко готувати систему до конкретних завдань.

Зазначимо, що особливістю українського досвіду є впровадження інновацій навіть за умов обмеженого фінансування. Співпраця з іноземними партнерами (Німеччина, США, Туреччина, Велика Британія тощо) сприяє спільним дослідженням та адаптації сучасних рішень до потреб оборони України та країн-партнерів.

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ФАКТОРНОГО ПРОСТОРУ ДЛЯ ПОБУДОВИ КВАЛІМЕТРИЧНОЇ МОДЕЛІ ОПЕРАТИВНИХ (ОПЕРАТИВНО-ТАКТИЧНИХ) УДАРНИХ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

М.В. Комаров;
М.В. Науменко, д.т.н., с.н.с.;
О.Б. Леонтьєв, д.т.н., проф.
Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

“Перенесення війни” на територію противника може бути досягнутим за рахунок використання різних далекобійних засобів, одним з яких є оперативні (оперативно-тактичні) ударні безпілотні літальні апарати (БпЛА). Однією з найважливіших оцінок властивостей нового або модернізованого зразка оперативного (оперативно-тактичного) ударного БпЛА, що підлягає обов’язковому оцінюванню при проведенні випробувань, є оцінка бойової ефективності такого роду зразка.

Використання коефіцієнту бойового потенціалу (КБП) в якості узагальненого показника бойової ефективності зразка оперативного (оперативно-тактичного) ударного БпЛА дозволить отримати кількісну відносну оцінку його спроможностей у виконанні типового бойового завдання відповідно до призначення.

Методика оцінювання узагальненого показника бойової ефективності на основі коефіцієнту бойового потенціалу передбачає обґрунтування факторного простору – низки значущих тактико-технічних показників (ТТП), що обумовлюють успішність виконання зразком БпЛА даного виду конкретного типового бойового завдання у певних (прогнозованих) умовах застосування, та встановлення відповідної функціональної залежності КБП зразка від визначених груп ТТП.

Обґрунтування факторного простору здійснюється шляхом аналізу процесу виконання типового бойового завдання оперативними (оперативно-тактичними) ударними БпЛА даного виду. Процес виконання типового бойового завдання умовно поділяється на сукупність незалежних подій. Для кожної такої події визначається сукупність ТТП зразка даного виду БпЛА, які є найбільш вагомими для успішної реалізації кожної визначеної події, як складової типового бойового завдання для оперативних (оперативно-тактичних) ударних БпЛА.

Визначення значень відповідних ТТП – тактико-технічних характеристик (ТТХ) конкретного зразка, що проходить випробування, може бути кількісно оціненим за відповідними методиками (безпосередньо, або опосереднено) наявними силами та засобами випробувальних бригад при проведенні випробувань БпЛА.

Результати аналізу даних, наведених у літературних джерелах інформації, свідчать про те, що переважна більшість вітчизняних розробок зразків оперативних (оперативно-тактичних) ударних БпЛА є БпЛА разового застосування (РЗ), які виконують бойове завдання з ураження наземних цілей з незмінними, заздалегідь визначеними топографічними координатами.

Декомпозиція процесу виконання типового бойового завдання для таких БпЛА може бути представлена у вигляді сукупності наступних незалежних подій:

– своєчасність вильоту БпЛА;

– успішне подолання зони дії засобів протиповітряної оборони противника, на всьому маршруті польоту БпЛА;

– подолання зони дії засобів радіоелектронної боротьби противника, на всьому маршруті польоту БпЛА;

– успішна навігація на всьому маршруті польоту БпЛА;

– точне наведення і влучання в ціль БпЛА;

– ураження цілі із заданим ступенем ураження.

Аналіз визначених подій, з метою встановлення переліку ТТП БпЛА, що є найбільш визначальними для успішної реалізації кожної події, дозволить сформувати обґрунтований факторний простір кваліметричної моделі БпЛА даного виду. Після обґрунтування факторного простору має бути проведено експертне оцінювання впливу обраних ТТП на результат застосування БпЛА за призначенням в ході виконання типового бойового завдання.

Це дозволить визначити коефіцієнт вагомості факторів в кваліметричній моделі ударних властивостей БпЛА, яка встановлює функціональну залежність КБП від ТТП зразка даного виду. Найбільш доцільним для проведення експертного оцінювання вагомості ТТП, що увійшли до складу факторного простору кваліметричної моделі, уявляється застосування відомого та добре апробованого практикою методу аналізу ієрархій.

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ З ДОСВІДУ ВІЙНИ РОСІЇ ПРОТИ УКРАЇНИ

О.А. Кравець; Ю.М. Товстохатько
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

На основі аналізу інформації з відкритих джерел можна стверджувати, що наземні роботизовані комплекси (далі – НРК) виконують широкий спектр завдань безпосередньо на полі бою: проведення розвідки, ураження цілей та живої сили противника, здійснення інженерних та логістичних завдань без безпосередньої участі людини, що зменшує ризики для особового складу (зберігає життя та боєздатність військовослужбовців). Цей аспект надає актуальності щодо досліджень розвитку НРК різного призначення.

В межах проведених експертиз інноваційних проєктів, інформаційного моніторингу відкритих джерел по цьому напрямку та оперативних завдань проаналізовано досвід застосування наземних роботизованих комплексів, проведені порівняння основних зразків НРК вітчизняних виробників (“D-21-11”, “Лють”, “Гієна”, “Barkan”, “DroidTW”) та країн-партнерів (“The Bigdog” США, “Rokon” Канада, “THeMIS” Естонія), систематизовані результати досліджень і вироблені висновки щодо тенденцій розвитку наземних роботизованих комплексів.

На основі аналізу досвіду війни російської федерації проти України визначено тенденції розвитку наземних роботизованих комплексів за напрямками:

– бойові НРК (“D-21-11”, “Лють”, “Гієна”, “Barkan”, “DroidTW”, “Рись”, “Шабля”, “ШаРись”, “Фантом” Україна; “Terminator (MT-LBM)” Німеччина, “THeMIS” Естонія);

– розвідувальні НРК (“Ratel S”, “Гном”, “Танчик” Україна; “THeMIS” Естонія, “Throwbot 2”, США);

– логістичні НРК (“TerMIT”, “Буревій”, “ARDAL”, “VISLUK” Україна; “The Bigdog” США, “Rokon” Канада, “THeMIS” Естонія);

– інженерні НРК (“Гном-мінер”, “SIRKO-S1” Україна; “THeMIS” Естонія, “Robo-Bomb-Disposal” Канада);

– тренажери.

Зазначимо, що ці виокремлені типи НРК виконують подібні завдання (щодо вогневої підтримки, ураження легкоброньованої техніки та живої сили противника, евакуації поранених, доставки боєприпасів та інших

вантажів, розмінування територій, ведення спостереження, виконання розвідки, коригування вогню, ретрансляції сигналів керування), мають схожі основні характеристики та способи керування.

Перехід від традиційних засобів збройної боротьби до масового використання бойових НРК (“Лють”,“Гієна”,“Barkan”,“Droid TW”, “Гулівер”, “Козак”, “Master Cargo”) дозволив Збройним Силам України за умови обмеженого ресурсу досягати переваги шляхом асиметричних дій проти противника. Так, відомо, що захисники України з багатьох бригад (23 омбр, 93 омбр, 47 омбр, 63 омбр, 1отбр) масово застосовують НРК різного призначення. Оприлюднено, навіть випадок, коли на початку червня 2025 року підрозділи 3 ошбр провели штурм, взяли позиції противника та полонили ворога за рахунок дії тільки бойових НРК з протитанковими мінами та FPV-БпЛА без зіткнення українських захисників з противником.

Таким чином, НРК стали важливим елементом сучасної війни, основною метою якого є збереження життя військовослужбовців та підвищення ефективності виконання завдань на ЛБЗ. Досвід Збройних Сил України дає можливість виділити основні тенденції розвитку НРК:

– перехід від бойових до багатофункціональних платформ (початкові розробки НРК, як-от “Фантом”, були переважно орієнтовані на вогневе ураження). Війна показала, що потрібні платформи, які можуть виконувати логістичні завдання та евакуацію поранених (наприклад, “Ratel M”, “TerMIT”), мінування та розмінування територій (наприклад, Ratel S);

– впровадження модульності та уніфікації конструкції надає НРК можливість швидко змінювати корисне навантаження – від вантажної платформи до бойової турелі під конкретне завдання. Це значно здешевлює та прискорює впровадження нових функціоналів (“TerMIT”, “Буревій”, “ARDAL”, “VISLUK” Україна; “The Bigdog” США, “Rokon” Канада, “THeMIS” Естонія, “Robo-Bomb-Disposal” Канада);

– інтеграція НРК з БпЛА для виконання сумісних завдань (така інтеграція дозволяє отримувати повну картину поля бою, коригувати маршрути НРК та ефективно наводити їх на цілі, що робить системи ще більш гнучкими та непередбачуваними для ворога);

– розвиток, масштабування вітчизняного виробництва та державна підтримка. Ключову роль у масштабуванні виробництва відіграє кластер “Brave1”, який об’єднує приватних розробників з військовими. Це дозволяє швидко тестувати, кодифікувати та впроваджувати нові розробки (проєкти).

Тобто, наземні роботизовані комплекси розвиваються в напрямку модульності конструкцій, багатофункціональності, інтеграції з БпЛА в єдину систему, а також підвищення вантажопідйомності, дальності зв’язку, маневреності, швидкості пересування; витривалості у польових умовах.

РОЛЬ ЦИФРОВИХ МОДЕЛЕЙ (DIGITAL TWINS) У ПРИСКОРЕННІ ВИПРОБУВАНЬ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ

М.В. Кривенко[1]; В.М. Колосов[1]; О.С. Гущин[2]
[1]Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки;
[2]Навчально-науковий випробувальний полігон
високотехнологічного озброєння та військової техніки

У сучасних умовах розвитку безпілотних та автоматизованих систем особливої актуальності набуває завдання скорочення тривалості та вартості випробувань без зниження надійності та безпеки. Традиційні методи випробувань, що базуються на фізичних полігонах і прототипах, залишаються важливими, проте їхня тривалість і вартість обмежують гнучкість програм розробки. У зв’язку з цим дедалі більше уваги приділяють технології цифрових двійників (Digital Twins), яка дозволяє створювати віртуальні моделі реальних систем і відтворювати їхню поведінку в різноманітних сценаріях.

Цифровий двійник є інтегрованою моделлю фізичної системи, що відтворює її конструктивні характеристики, динаміку, алгоритми управління та поведінку у зовнішньому середовищі. Особливістю технології є двосторонній зв’язок між об’єктом та моделлю: зміни в роботі прототипу відображаються у цифровій моделі, а результати симуляцій можуть коригувати конструктивні рішення або алгоритми управління до проведення фізичних випробувань. Це дозволяє одночасно моделювати десятки сценаріїв, оцінювати відмови сенсорів та двигунів, а також прогнозувати ресурс системи без ризику для життя персоналу та дорогої техніки.

Міжнародний досвід підтверджує ефективність Digital Twins. У програмі MQ-25 Stingray компанія Boeing скоротила цикл випробувань приблизно на 30%, що зменшило ризики аварій і оптимізувало технічне обслуговування. Airbus Defence and Space застосовує цифрові двійники для оцінки аеродинаміки, тестування автономного управління та

перевірки кіберзахисту, знижуючи потребу у натурних тестах. Компанія Leonardo використовує Digital Twins для інтеграції різних типів БпЛА та наземних роботизованих систем у єдину бойову мережу.

В Україні цифрові двійники можуть стати ключовим інструментом у прискоренні розробки та сертифікації як наземних роботизованих комплексів, так і безпілотних літальних апаратів. Цифрові двійники дозволяють оптимізувати алгоритми автономного польоту, перевіряти роботу сенсорів і двигунів та моделювати польоти у складних умовах без ризику пошкодження техніки. Для НРК цифрові моделі дають змогу відпрацьовувати навігаційні алгоритми, сценарії автономного патрулювання та інтеграцію з іншими платформами у безпечному середовищі.

Застосування Digital Twins дозволяє економити ресурси. Один цикл польотних або полігонних випробувань середнього БпЛА або НРК може коштувати 50 000 – 100 000 доларів США. Використання цифрових двійників здатне зменшити кількість фізичних тестів на 20–40 %, що дає економію десятків тисяч доларів на одиницю техніки та прискорює цикл розробки.

Серед викликів – необхідність повного набору даних з прототипів, потужних обчислювальних ресурсів і кваліфікованих фахівців із програмування, моделювання та кібербезпеки. Подолати їх можна шляхом створення державних обчислювальних центрів і міжнародної кооперації, зокрема через гранти Horizon Europe та програми НАТО, а також спільні проєкти з компаніями США, Великобританії і Туреччини.

Окрім військового використання, цифрові двійники мають значний потенціал у цивільному секторі України: оптимізація логістики та доставки дронами, точне землеробство, моніторинг стану інфраструктури та енергомереж.

Для ефективного впровадження технології в Україні доцільно:

– розробити національну дорожню карту інтеграції Digital Twins у випробування та сертифікацію безпілотних систем;

– встановити стандарти та методики, адаптовані до українських реалій і міжнародних вимог (STANAG, EASA);

– створити програми підготовки кадрів у технічних університетах для навчання цифровому моделюванню;

– забезпечити кооперацію з міжнародними партнерами для доступу до передових технологій і обчислювальних ресурсів;

– інтегрувати Digital Twins у державні полігони та центри випробувань, щоб оптимізувати процеси сертифікації й швидше запускати

нові зразки на фронт.

Таким чином, цифрові двійники стають ключовим елементом ефективної розробки та сертифікації безпілотних систем. Їхнє впровадження в Україні дозволить прискорити випробування, зменшити витрати, підвищити безпеку та створити передумови для міжнародної співпраці у сфері оборонних технологій.

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИМІРЮВАНЬ ШВИДКІСНОГО НАПОРУ В БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТАХ

О.П. Круковський, д.т.н., член-кореспондент НАН України;
В.М. Веретенник; М.М. Дудник;
М.М. Стаднічук, к.т.н., с.н.с.
Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова
Національної академії наук України

Одним із ключових параметрів польоту безпілотних літальних апаратів (БПЛА) є швидкісний напір набігаючого повітряного потоку, який вимірюється у одиницях тиску. Величина швидкісного напору визначає дію всіх аеродинамічних сил на апарат, зокрема підйомної сили та лобового опору. Відповідно, точність визначення цього параметра безпосередньо впливає на якість керування польотом, яка набуває особливої ваги в екстремальних, зокрема бойових умовах.

Традиційно для вимірювання швидкісного напору застосовують трубку Піто-Прандтля. Вона має приймальні отвори повного та статичного тиску, різниця між якими пропорційна швидкісному напору. Однак пропорційність не завжди є ідеальною: коефіцієнт трубки може відхилятися від одиниці, що призводить до похибок у визначенні швидкісного напору. Це особливо характерно для мініатюрних трубок, які використовуються у БПЛА масового виробництва.

З метою підвищення достовірності вимірювань доцільно попередньо визначати індивідуальний коефіцієнт трубки Піто-Прандтля. Коректне значення швидкісного напору у такому випадку отримується шляхом множення показань диференціального датчика тиску (відградуйованого у Паскалях) на індивідуальний коефіцієнт конкретної трубки.

Такі метрологічні роботи можуть виконуватися з використанням аеродинамічної труби, сертифікованої трубки Піто-Прандтля та еталонного диференціального мікроманометра. Методика передбачає одночасне розміщення досліджуваної та еталонної трубок у повітряному

потоці аеродинамічної труби. Порівняння показань дозволяє визначити індивідуальний коефіцієнт досліджуваної трубки.

Інститут володіє необхідними технічними засобами та практичним досвідом виконання подібних метрологічних робіт, що створює передумови для значного підвищення точності визначення швидкісного напору та, відповідно, ефективності систем керування польотом БПЛА.

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПРОТИДІЇ УДАРНИМ БЕЗПІЛОТНИМ ЛІТАЛЬНИМ АПАРАТАМ “ZALA ЛАНЦЕТ” ТА “КУБ-БЛА”

О.Л. Кручковський; Д.Г. Почапінський
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Повномасштабна агресія росії проти України підтвердила, що поряд із традиційними засобами ураження масово застосовуються високотехнологічні ударні безпілотні літальні апарати (далі – БпЛА). Досвід бойових дій засвідчує, що ворог активно використовує баражуючі боєприпаси “ZALA Ланцет” та “Куб-БЛА” для ураження броньованої та легкої техніки, а також об’єктів інфраструктури, що робить актуальним дослідження щодо протидії цим загрозам.

В межах оперативних завдань по БпЛА противника, аналізу статистичних даних, моніторингу відкритих джерел по цій тематиці, виконання окремих доручень щодо дослідження ворожих БпЛА проаналізовано досвід застосування ударних БпЛА рф “ZALA Ланцет” та “Куб-БЛА”, проведені порівняння характеристик зразків БпЛА, систематизовані результати досліджень і вироблені пропозиції щодо протидії цим БпЛА. Результати досліджень спрямовані на інформування особового складу Сил безпеки і оборони України про можливості ідентифікації та ефективного знешкодження цих повітряних загроз.

Оскільки ударні БпЛА типу “ZALA Ланцет” та “Куб-БЛА” виробляються компанією “zala aero group” військово-промислового комплексу росії та мають у своєму складі однакові електронні комплектуючі, то і заходи щодо протидії цим БпЛА будуть схожі.

З протидією ударним БпЛА “ZALA Ланцет” та “Куб-БЛА” пов’язана низка проблемних питань щодо їх виявлення радіолокаційними і радіотехнічними засобами та своєчасного створення радіоперешкод. Це спричинене малою висотою польоту, досить великою швидкістю, малими геометричними розмірами, виконанням корпусу з композитного

матеріалу, складною радіоелектронною обстановкою.

Зазначимо, що на основі аналізу досвіду застосування розроблені пропозиції щодо протидії ударним БпЛА “ZALA Ланцет” та “Куб-БЛА”:

– виявлення БпЛА “ZALA Ланцет” та “Куб-БЛА” доцільно здійснювати шляхом пеленгування сигналів випромінювання їх бортових систем скануючими приймачами типу PR-100 з комплектами направлених антен, тактичними переносними системами пеленгування TCI 903S-8, TRC 6200DF або аналогічними.

Для ефективного використання систем пеленгування TCI 903S-8 та TRC 6200DF необхідно передбачити можливість обміну інформації від: засобів (комплексів) розвідки і радіоелектронної боротьби (“Буковель-AD”, “Прометей-МФ5” та “НОТА”); засобів (комплексів) радіотехнічної розвідки, які можуть бути додатково залучені для виявлення повітряних цілей цього класу; малогабаритних тактичних систем радіорозвідки типу “Пластун РП-3000” та аналогічних.

Виявлення доцільно виконувати штатними засобами ППО з обмеженнями по дальності виявлення (через невеликі розміри БпЛА “ZALA Ланцет” та “Куб БЛА”, які мають ефективну площу розсіювання ~0,01 м^2);

– доцільно використовувати засоби радіоелектронної боротьби для подавлення приймачів систем глобальної навігаційної супутникової системи (далі – ГНСС) GPS/ГЛОНАСС/GALILEO/BeiDou БпЛА, враховуючи те, що у складі даних зразків БпЛА наявний приймач ГНСС без використання механізмів підвищення завадозахищеності.

Варіанти застосування засобів РЕБ під час протидії БпЛА “ZALA Ланцет” та “Куб-БЛА” залежать від: побудови бойових порядків засобів РЕБ для придушення БпЛА противника (зональна, об’єктова, комбінована) та комплексного застосування сил і засобів РЕБ і ППО.

Комплексне застосування сил і засобів РЕБ і ППО військ (сил) в залежності від варіантів застосування противником БпЛА дозволяє: вчасно виявляти та визначати місцеположення в просторі та супроводжувати БпЛА противника, своєчасно оповіщати свої підрозділи про виявлені загрози; завчасно приводити сили і засоби РЕБ та ППО у визначених районах у вищий ступінь бойової готовності; ефективно здійснювати радіоподавлення каналів керування БпЛА та його фізичне знищення підрозділами ППО та іншими підрозділами; своєчасно здійснювати маневр засобами РЕБ;

– доцільно для знищення БпЛА “ZALA Ланцет” та “Куб-БЛА” застосовувати ЗСУ “Gepard”, ЗУ “ЗУ-23-2”, ЗРК “Стріла-10”,

великокаліберні кулемети, стрілецьку зброю тощо. З досвіду деяких підрозділів, на відстанях до 100 м ефективними можуть бути дробовики, що споряджені набоями зі свинцевим дробом.

Протидія БпЛА типу “ZALA Ланцет” та “Куб-БЛА” засобами РЕБ є лише складовою системи протидії та має застосовуватись у комплексі з іншими заходами: організацією постів спостереження, системи оповіщення особового складу, прихованим пересуванням, маскуванням, використанням захисних сіток та мангалів тощо, застосуванням зенітних БпЛА-перехоплювачів (“Sting”, “Flamingo”, “Fowler” Україна; “Hitchhiker” США, “Tytan” Німеччина) та проведенням тренувань відповідно до рекомендацій, інструкцій, розпоряджень.

ЗАСТОСУВАННЯ СЕРЕДНІХ І ВЕЛИКИХ БПЛА У ВІЙНІ УКРАЇНОЮ ТА РОСІЄЮ

О.С. Кувшинова; С.Ф. Фелді
Навчально-науковий випробувальний полігон
високотехнологічного озброєння та військової техніки

Роль, яку відіграють БпЛА, C-UAS і допоміжні можливості в Україні та інших країнах, формують основні ключові висновки для НАТО. Середні та великі БпЛА пропонують неперевершене поєднання найсучасніших датчиків, ударних можливостей, витривалості, дальності та корисного навантаження. Поступова інтеграція більш потужних і досконалих датчиків разом із високоточними боєприпасами великої дальності відкриває шлях для нових ролей і завдань для цих платформ.

Популярні моделі, такі як турецький Bayraktar TB2 та китайський Wing Loong II, зараз використовуються в декількох країнах і відіграли важливу роль у війнах на Близькому Сході та в Африці, зокрема в Лівії, Сирії, Ємені та Ефіопії. TB2 також став ключовим фактором швидкої перемоги Азербайджану над Вірменією в конфлікті 2020 року в Нагірному Карабасі. В Україні обидві сторони використовували БпЛА середньої дальності для розвідки, спостереження, виявлення цілей та розвідки (ISTAR) і ударних місій.

На початку конфлікту українські сили мали близько двох десятків турецьких безпілотників TB2, які несуть чотири розумні боєприпаси з лазерним наведенням і мають автономність 27 годин. TB2 також оснащений потужним мультиспектральним сенсором для збору інформації та наведення, що включає електрооптичну/інфрачервону

(EO/IR) камеру денного та нічного бачення. Інші корисні навантаження включають багатофункціональні лазерні засоби наведення та багатоцільовий радар з активною фазованою антенною решіткою (AESA). Завдяки відносно невеликій радіолокаційній помітності ТВ2 важче виявити за допомогою наземних радарів, хоча його вразливість значно зростає у порівнянні з багатошаровими інтегрованими системами протиповітряної оборони, що поєднують різні наземні та повітряні радари. З огляду на свої універсальні характеристики, ТВ2 зазвичай використовується для: виявлення та освітлення цілей для артилерії; забезпечення ISR на великій відстані в Чорному морі; атаки логістичних підрозділів і цілей, що потребують негайного реагування; оцінки бойових збитків (BDA).

Українські ТВ2 також відіграли важливу роль у знищенні засобів протиповітряної оборони противника (DEAD) у перші тижні російського вторгнення. 19 Згідно з відкритими даними, заснованими на візуально підтверджених втратах в Україні протягом перших тижнів війни, ТВ2 знищив 15 систем протиповітряної оборони, включаючи передові російські системи “Панцир-С1” (SA-22 Greyhound) і “Бук-М2” (SA-17 Grizzly), а також кілька артилерійських установок і логістичного обладнання.

Успіх ТВ2 частково пояснюється повільним розгортанням росією мобільних засобів протиповітряної оборони короткого та середнього радіусу дії на початковому етапі вторгнення. Однак здатність росії протидіяти використанню дронів Україною покращується. Вже через кілька тижнів після початку російської атаки російські війська почали використовувати всі свої сили протиповітряної оборони та радіоелектронної боротьби (РЕБ), що дозволило Росії збити велику кількість українських ТВ2.

Використання росією БПЛА MALE досі мало менший вплив. По-перше, росія має обмежену кількість платформ. Дійсно, оперативний парк БпЛА MALE на початку наступу 2022 року складався з декількох вітчизняних систем “Корсар” та “Іноходєць” і ще кількох дронів “Форпост-Р” – ліцензійної копії ізраїльського IAI Searcher Mk II. Перший БпЛА “Іноходєц” був поставлений компанією “Кронштадт Груп” у квітні 2020 року після тривалих випробувань у Сирії. Станом на середину 2021 року щонайменше три “Іноходця” діяли з авіабази поблизу Кіровського в окупованому східному Криму. У другій половині 2022 року росія також отримала від Ірану невизначену кількість багатоцільових БпЛА “Мохаджер-6”, але їхній оперативний вплив залишається важким для

кількісної оцінки.

Подібно до ТВ2, ці російські та іранські платформи мають дальність 200-300 км з допоміжним наземним релейним обладнанням. Вони також можуть нести цілий ряд керованих і некерованих боєприпасів, включаючи легкі високоточні боєприпаси (PGM) "Каб-20" і "Каєм-5", відповідно, повітряну версію зенітної ракети "Корнет 9М113ФМ-3", відому як "Х-БПЛА", і більш важку керовану/некеровану бомбу "Каб-50".

Другим фактором, що перешкоджає успішному використанню росією MALE, є відсутність оперативного досвіду використання середніх і великих БпЛА в умовах високої інтенсивності, що частково є побічним ефектом їх обмеженої кількості. Фактично, незважаючи на значні інвестиції в технологію безпілотних літальних апаратів принаймні з 2008 року, масштабне виробництво БпЛА середньої дальності в росії так і не було реалізовано. В результаті обмеженого запасу БпЛА середньої дальності інтеграція цих систем у російські збройні сили була мінімальною, у військ було мало можливостей для навчання та ознайомлення з ними, а також не було розроблено ні органічної доктрини, ні зрілої концепції операцій.

ПРОБЛЕМИ УНІФІКАЦІЇ ТЕРМІНОЛОГІЇ ЩОДО ЗАСОБІВ УРАЖЕННЯ ДО БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ (СИСТЕМ) У НОРМАТИВНО-ПРАВОВИХ АКТАХ УКРАЇНИ

В.В. Курочкін; М.Й. Заяць; О.В. Манжара
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

На сучасному етапі розвитку Збройних Сил України постало актуальне питання класифікації засобів ураження до безпілотних авіаційних комплексів (систем) (далі – БпАК(С)). Відсутність загальноприйнятої класифікації та наявність подвійних визначень термінів суттєво уповільнює процес забезпечення військових частин необхідними засобами ураження. Це також створює ризики виникнення авіаційних подій, порушень правил безпеки польотів та використання помилкових підходів під час бойового планування. Метою даної доповіді є аналіз існуючої нормативно-правової бази України щодо термінології засобів ураження БпАК(С) та розробка пропозицій для її уніфікації.

Аналіз нормативно-правових актів виявив існування двох систем визначень, що стосуються БпАК (С). Перша система, представлена в

постановах Кабінету Міністрів України від 21 липня 2023 р. № 763 “Про реалізацію експериментального проєкту щодо виробництва, закупівлі та постачання боєприпасів” (зі змінами) та від 16 липня 2025 р. № 902 “Деякі питання виробництва, закупівлі та постачання вибухових речовин і боєприпасів” (зі змінами) (далі – ПКМУ 763, 902), визначає послідовність “Боєприпаси – Боєприпаси до безпілотних систем – Бойова частина безпілотної системи”. Ця система відокремлює боєприпаси для БпАК від Державної авіації України, що може призводити до невиконання нормативно-правових актів, які регулюють діяльність Державної авіації України.

Друга система визначень, що вибудована в Повітряному Кодексі України (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2011, № 48-49, ст. 536) (зі змінами), Постанові Кабінету Міністрів України від 11 листопада 2022 р. № 1275 “Деякі питання здійснення оборонних закупівель на період дії правового режиму воєнного стану” (зі змінами), наказі Міністерства оборони України, від 05.01.2015 № 2 “Про затвердження Правил виконання польотів державної авіації України” (зі змінами), наказі Міністерства оборони України від 08.12.2016 № 661 “Про затвердження Правил виконання польотів безпілотними авіаційними комплексами державної авіації України” (зі змінами), ДСТУ В 7371:2020 Техніка авіаційна державної авіації України. Апарати літальні безпілотні. Основні терміни та визначення понять. Класифікація. Визначає послідовність “Державна авіація – Авіаційна техніка – Безпілотний авіаційний комплекс – Авіаційні засоби ураження”. У цих документах авіаційні засоби ураження (АЗУ) визначаються як “бойові та навчально-бойові засоби, які застосовують із повітряних суден і якими безпосередньо уражують цілі та/чи розв’язують допоміжні завдання, не пов’язані з ураженням цілей”.

Результати аналізу свідчать про існування розбіжностей у термінології, що унеможливлює якісне та обґрунтоване визначення оперативно-тактичних та тактико-технічних вимог до засобів ураження БпАК(С). Це створює перешкоди для правильного супроводження життєвого циклу озброєння та військової техніки. З метою запобігання авіаційним подіям, аваріям та катастрофам, а також уникнення порушень правил безпеки польотів, пропонується внесення змін до ПКМУ 763, 902, а саме – замінити термін “боєприпаси до безпілотних систем” на “засоби ураження БпАК (С)”.

Уніфікація термінології дозволить створити єдину, послідовну систему визначень, що значно підвищить ефективність бойового

планування та процесів забезпечення військ (сил).

НЕОБХІДНІСТЬ ВИРІШЕННЯ ПИТАННЯ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ БОРОТЬБИ З БЕЗПІЛОТНИМИ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ РОСІЙСЬКОЇ ФЕДЕРАЦІЇ У ВІЙНІ ПРОТИ УКРАЇНИ

Ю.Ф. Кучеренко[1], к.т.н., с.н.с.; О.О. Возний[1];
М.І. Володін[1], к.т.н., с.н.с.; Д.О. Камак[2]
[1]Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба;
[2]Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

В умовах ведення жорсткої повномасштабної збройної агресії з боку російської федерації (рф), що триває вже понад три роки, відбувається масоване застосування засобів повітряного нападу (ракетного озброєння різного типу і призначення, керованих авіаційних бомб, розвідувальних і ударних безпілотних літальних апаратів (БпЛА)).

Так, у 2022 році, ворог випустив приблизно 1 900 БпЛА різного призначення по всій території Україні, а силами і засобами Сил оборони України (СО України) було збито 1 746 одиниць цих засобів. Ефективність системи протиповітряної оборони (ППО) щодо боротьби з БпЛА за цей рік склала понад 90 %, при середньодобовій інтенсивності їх використання – 6 одиниць за добу. У 2023 році ворог збільшив кількість використання БпЛА до 5 300 одиниць, з них силами і засобами СО України було знищено 4 799 БпЛА, а ефективність роботи системи ППО склала 90 %, при середньодобовій інтенсивності їх використання – 14 одиниць за добу. У 2024 році ворог здійснював модернізацію БпЛА в напрямку поліпшення їх технічних характеристик і зменшення їх вартості виробництва, збільшення дальності дії засобів зв'язку і вдосконалення бойової частини, також впроваджував виконувати заходи щодо підвищення стійкості БпЛА до дії на них засобів радіоелектронної боротьби та використовував нові тактичні прийоми щодо їх застосування. Все це було направлено для того, щоб підвищити ефективність завдання ними ударів по різним об'єктам (цілям). Загалом, кількість БпЛА, що була випущена ворогом у 2024 році досягла значення у 16 400 одиниць, з них силами і засобами СО України було знищено 14 490 БпЛА. Ефективність системи ППО при вирішенні задачі щодо знищення БпЛА склала значення 88 %, при середньодобовій інтенсивності їх використання – 45

одиниць на добу. У першому півріччі 2025 року рф продовжила модернізацію БпЛА типу “Shahed”/”Герань-2(К)”, завдяки застосуванню багатоканальної китайської антени (16 канальної антени), що збільшило їх стійкість до впливу українських засобів радіоелектронної боротьби та почала застосовувати штучний інтелект при керуванні БпЛА (для зміни маршрутів їх польоту з метою більш успішного проходження системи ППО). Для збільшення швидкості польоту БпЛА ворог почав використовувати реактивні двигуни, що дало можливість їм виконувати політ на висотах понад 2 000 метрів і швидше долати зони ураження мобільних вогневих груп. У 2025 році ворог почав майже щоденне масоване застосування ударних БпЛА і довів їх загальну кількість використання до значення у 31 630 одиниць, при цьому підрозділами ППО було збито 21 737 одиниць цих засобів, а ефективність системи ППО, при виконанні завдання щодо знищення БпЛА склала всього 68 %, при середньодобовій інтенсивності їх використання – 174 одиниці на добу.

Враховуючи наведені дані щодо розвитку БпЛА рф, можна стверджувати, що вони стали основними засобами повітряно-ударної компоненти збройних сил рф, які найбільше еволюціонували впродовж цієї війни. У подальшому слід очікувати збільшення кількості використання БпЛА, бо ворог зробив ставку на їх масоване і щоденне застосування по всій території країни у кількості до 800 і більше одиниць, для нанесення ударів по військовій та цивільній інфраструктурі міст. Звідси постає питання щодо необхідності підвищення ефективності системи ППО держави при виконанні завдання щодо боротьби з БпЛА ворога, щоб гарантувати необхідний рівень безпеки населення.

Збройні Сили України повинні забезпечити інтеграцію усіх засобів боротьби з засобами повітряного нападу противника та їх одночасне застосування у реальному масштабі часі у відповідності до зміни ситуації, що виникає в повітряному просторі країни. Одним з перспективних напрямків протидії БпЛА в цій війні є впровадження мережецентричної системи управління ППО держави, яка б забезпечила інтегроване і синхронізоване застосування не тільки вогневих засобів боротьби з різними типами БпЛА, але і інших засобів (засобів радіоелектронної боротьби, електромагнітної та лазерної зброї, радіотехнічної розвідки, акустичних систем і таке інше). Комплексне застосування всіх засобів боротьби з БпЛА при використанні можливостей єдиного командно-інформаційного простору, що формується завдяки функціонування мережецентричної системи управління ППО держави значно підвищить

ефективність боротьби з головною ударною компонентою збройних сил рф.

Перспективним напрямком розвитку підсистеми боротьби з БпЛА у складі мережецентричної системи управління ППО держави слід розглядати інтегроване застосування таких вогневих засобів, як: дронів-перехоплювачів, засобів легкомоторної авіації, вертольотів та лазерної зброї.

НЕОБХІДНІСТЬ РОЗРОБКИ МЕРЕЖЕЦЕНТРИЧНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПРОТИПОВІТРЯНОЮ ОБОРОНОЮ ДЕРЖАВИ ТА ДЕЯКІ ПИТАННЯ ЩОДО ЯКОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТУ З ЇЇ СТВОРЕННЯ

Ю.Ф. Кучеренко[1], к.т.н., с.н.с.; О.В. Александров[1], к.т.н., с.н.с.;
А.М. Носик[2], к.т.н., с.н.с.; Д.О. Камак[3]
[1]Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба;
[2]Національний технічний університет
"Харківський політехнічний інститут";
[3]Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

На четвертому році ведення повномасштабної збройної агресії російської федерації (рф) проти України здійснюється не тільки жорстке протиборство військ на полі бою, но і відбувається масштабне застосування різних інформаційних засобів, розвідувально-ударних комплексів, різних інформаційних систем військового призначення, а також високоточних засобів повітряного нападу. Масоване застосування рф засобів повітряно-ударної компоненти (ПУК) своїх збройних сил, а саме високоточних крилатих та балістичних ракет, авіації та безпілотних літальних апаратів різного призначення, для вирішення як стратегічних, так і оперативних (тактичних) завдань, вказує на необхідність інтегрованого та синхронізованого застосування всіх наявних сил і засобів основних складових Сил оборони України (СО України) за єдиним задумом командування. Елементи відповідних підрозділів СО України (літаки винищувальної авіації, літаки легкомоторної авіації, зенітні ракетні комплекси різних типів, засоби радіоелектронної боротьби і радіотехнічної розвідки, системи контролю повітряного простору, вогневі мобільні групи, акустичні системи та інші засоби), які виконують завдання в системі протиповітряної оборони (ППО), повинні бути

організовані у відповідні міжвидові угруповання (МУ) військ (сил і засобів) ППО держави для здійснення ефективної боротьби з засобами ПУК військ рф, за єдиним задумом командування, у відповідності до ситуації, яка складається у повітряному просторі країни.

Інтегроване і синхронізоване управління всіма елементами, що виконують свої завдання по знищенню засобів ПУК військ рф повинно здійснюватися у реальному масштабі часі, при використанні можливостей єдиного командно-інформаційного простору (ЄКІП), що може бути забезпечено тільки за рахунок функціонування мережецентричної системи управління (МЦСУ) ППО держави. Застосування МЦСУ ППО держави повинно значно підвищити можливості підрозділів (елементів) МУ військ ППО щодо боротьби з засобами ПУК збройних сил рф за рахунок: суттєвого зростання ступеню автоматизації та інтелектуалізації процесів управління різними елементами СО України; інтеграції функціонування різних її підсистем, елементів та об’єктів управління, що територіально рознесені у просторі, за рахунок створення ЄКІП над всією територією України; можливості інтегрованого і синхронізованого застосування всіх сил і засобів МУ ППО у реальному масштабі часі.

Тому розробка і впровадження МЦСУ ППО держави має особливе значення для вирішення завдання панування в повітряному просторі країни і пов’язана з реалізацією багатьох взаємопов’язаних заходів (робіт) цього складного і об’ємного проєкту, який необхідно виконати за певний час і з відповідною якістю, при врахуванні певних ризиків і загроз.

Якість реалізації проєкту створення МЦСУ ППО, як складної в організаційно-технічному аспекті системи залежить від багатьох питань, які необхідно вирішити в процесі її розробки та впровадження, а саме:

– визначити систему замовників, розробників, проєктувальників, постачальників та організацій, що будуть здійснювати наукове супроводження створення МЦСУ ППО та її підсистем (елементів);

– вдосконалити систему нормативних документів щодо проєктування, розробки, прийняття на озброєння та дослідної експлуатації даної системи;

– затвердити проєктну модель МЦСУ ППО, науково-технічний рівень якої повинен бути не гіршим за відомі аналогічні іноземні системи;

– визначити основні напрямки виконання стратегії ведення інноваційної діяльності при реалізації проєкту зі створення МЦСУ ППО;

– розробити систему ризиків реалізації проєкту створення МЦСУ ППО, в якій необхідно спрогнозувати появу можливих ризиків, визначити заходи щодо їх усунення, а також визначити можливі впливи зовнішніх і

внутрішніх факторів на виконання загального плану робіт і заходів цього проєкту;

– необхідно відмовитись, при створенні специфічного, технологічно складного зразка, що уявляє собою МЦСУ ППО, від каскадної моделі при реалізації проєкту і переходити на спіральну модель, шо дозволить враховувати зміни, які носять позитивний характер і використовувати їх у подальших ітераціях.

Врахування основних питань щодо якості реалізації проєкту зі створення МЦСУ ППО, що були розглянуті, дозволить здійснити впровадження якісних конкурентоздатних інтегрованих систем нового покоління.

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ СИСТЕМ (КОМПЛЕКСІВ) РАДІОЗВ'ЯЗКУ ДЛЯ УДАРНИХ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

Ю.О. Лазаренко
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Досвід сучасних війн показав, що бойові дії (операції) проводяться на новому високому технологічному рівні. Сучасні системи та комплекси радіозв'язку – це високотехнологічні рішення, створені для забезпечення надійного, захищеного й оперативного обміну інформацією в екстремальних умовах. Вони слугують потребам військових Сил безпеки і оборони України. Актуальність розвитку системи (комплексів) радіозв'язку визначається їхньою здатністю гарантувати безперебійну координацію дій, швидку передачу та захист інформації для успіху бойових дій (операцій).

В межах проведених оперативних завдань, експертиз інноваційних проєктів, моніторингу відкритих джерел за цією тематикою проаналізовано досвід застосування ударних БпЛА вітчизняного виробництва ("Укропчик", "Громило"; "Вампір", "Кажан"; "UAS SETH", "Булава"; "Лютий", "Морок"; "Рута", "Паляниця" тощо) та країн-партнерів ("Switchblade 600" США, "Disruptor" США, "Warmate 2" Польща, "DefendTex D40" Австралія) проведені порівняння зразків БпЛА, систематизовані результати досліджень і вироблені пропозиції щодо розвитку систем радіозв'язку для ударних БпЛА (БпАК) ЗС України.

Зазначимо, що тенденції розвитку сучасних систем радіозв'язку для

ударних БпЛА (БпАК) ЗС України, можна визначити за напрямками:

– впровадження високошвидкісних мереж (зокрема LTE та 5G) відкриває можливості для передачі великих обсягів даних у реальному часі (зокрема потокового відео, телезметрії чи геолокаційних даних) підвищуючи ефективність операцій. (бомбери “Вампір”, “Кажан”; БпЛА дальньої дії “UJ-22 Airborne”, “Морок”, баражуючі боєприпаси “RAM II” Україна;“Warmate 2” Польща);

– впровадження цифрових стандартів, як от “TETRA”, “DMR”, “P25”, які забезпечують високу якість зв’язку та можливість передачі різноманітних даних (для наземних станцій керування);

– застосування супутникових технологій надають доступ до зв’язку в найвіддаленіших регіонах, де наземна інфраструктура відсутня (мультикоптери-бомбери “Вампір”, “Кажан”; БпЛА дальньої дії “UJ-22 Airborne”, “Морок”)

– використання програмно-визначені радіостанції (Software-Defined Radio – SDR) дозволяють гнучко адаптувати частоти й протоколи до мінливих умов, підвищуючи універсальність систем та ППРЧ (FPV-БпЛА “Укропчик”, “Громило”; бомбери “Вампір”, “Кажан”; баражуючі боєприпаси “UAS SETH”, “Булава”; БпЛА дальньої дії “Лютий”, “Морок”; ракети-дрони “Рута”, “Паляниця” Україна; “Switchblade 600” США, “Disruptor” США, “Warmate 2” Польща, “DefendTex D40” Австралія);

– впровадження модульної архітектура комплексів поєднує стаціонарні станції, мобільні ретранслятори та портативні пристрої, створюючи гнучкі й масштабовані рішення. Компактне й енергоефективне обладнання стає більш доступним для використання в польових умовах;

– застосування надійного захисту інформації завдяки передовим алгоритмам шифрування, як-от AES-256, що унеможливлює перехоплення або глушіння. Крім цього, Впровадження квантового шифрування та інших інноваційних методів захисту зміцнить стійкість до кібератак.

– забезпечення стійкості до впливу засобів РЕБ та перешкод (захищені канали зв’язку та технологія ППРЧ, використання багатоканальності та резервування) – (FPV-БпЛА “Громило”; бомбер “Вампір”, баражуючий боєприпас “Булава”; БпЛА дальньої дії “Лютий”; ракета-дрон “Паляниця”);

– впровадження технології штучного інтелекту дозволяють автоматизувати аналіз сигналів, прогнозувати перешкоди та оптимізувати

використання частотного спектра, автоматично обирати протоколи (адаптація), а автономні системи підвищують мобільність і гнучкість, оперативне реагування на виклики;

– розвиток мережевих технологій, керування роями БпЛА та повноцінної автономії виконання ударних завдань;

– застосування "прив'язних" аеростатів та повітряних куль забезпечує швидке розгортання ретрансляторів, антен і сенсорів (для розширення зони покриття зв'язку для керування) та прискорення розгортання БпЛА-перехоплювачів для дій із зони чергування в повітрі проти повітряних (наземних) цілей (повітряні кулі компанії "Аеробавовна" Україна);

– введення єдиних стандартів сприятимуть сумісності систем та стануть основою зв'язку в ізольованих умовах.

Зазначимо, що сучасні кіберзагрози, зокрема атаки на програмне забезпечення чи спроби злому шифрування, вимагають постійного вдосконалення захисту сучасних систем та комплексів радіозв'язку. Тобто, тенденції розвитку сучасних систем та комплексів радіозв'язку для ударних БпЛА (БпАК) ЗС України відображають прагнення забезпечити безперебійний зв'язок, швидку передачу та захист інформації.

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ІННОВАЦІЙНИХ РІШЕНЬ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ РОЗМІНУВАННЯ ТЕРИТОРІЙ З ДОСВІДУ ВІЙНИ РОСІЇ ПРОТИ УКРАЇНИ

Ю.В. Лазарук, д.філос.
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Збройна агресія росії проти України спричинила масове мінування територій, включаючи житлові райони, сільськогосподарські угіддя, інфраструктурні об'єкти. Очищення від вибухонебезпечних предметів (далі – ВНП) і розмінування місцевості та об'єктів стало ключовим викликом для безпеки населення та розвитку економіки. У цих умовах зростає потреба в ефективних і безпечних технологіях – зокрема, у застосуванні наземних роботизованих комплексів (далі – НРК), які забезпечують безпеку саперів та пришвидшують очищення територій, що визначає актуальність досліджень.

На основі аналізу відкритих джерел інформації, оперативних завдань, експертиз інноваційних проєктів щодо застосування НРК для

розмінування територій від ВНП, порівняння конструкцій та технічних характеристик основних зразків НРК вітчизняних виробників (ГАРТ 5100, Germina URCM-3000, “Змій”, “Вепр”, “FOX 2”, UDM VORMELA) і держав-партнерів (РТ-300 D:Mine (США), Armtrac-400 (Великобританія), DOK-ING MV-4 та MV-10 (Хорватія), GCS-100 і GCS-200 (Швейцарія-Німеччина), Bozena-4 і Bozena-5 (Словаччина)) систематизовано результати досліджень і вироблені висновки щодо їх тенденцій розвитку.

На основі аналізу досвіду застосування роботизованих систем Силами оборони України визначено тенденції розвитку НРК для очищення місцевості від ВНП (розмінування) за напрямками:

– штурмові інженерні роботи (пророоблення проходів у мінних полях противника для наступу та розчищення шляхів руху);

– роботи-розвідники з системами виявлення ВНП;

– роботи-сапери для локального виявлення та знищення ВНП;

– транспортно-евакуаційні роботи для безпечного переміщення ВНП.

Широке застосування противником протипіхотних і протитанкових мін, саморобних вибухових пристроїв, мінування місцевості з використанням систем дистанційного мінування гостро поставили проблему збереження життя військовослужбовців та підвищення ефективності виконання завдань. Вирішення цієї проблеми вбачається у використанні НРК. Зазначимо, що тенденції розвитку інноваційних рішень НРК для розмінування можна визначити за напрямками:

– модульність та уніфікація конструкції, що дає можливість швидкої зміни робочого обладнання залежно від завдань;

– підвищення надійності та рівня захисту НРК від ураження, особливо від протитанкових мін;

– використання георадарів, тепловізорів, мультиспектральних камер та металошукачів для виявлення та ідентифікації прихованих загроз у ґрунті;

– інтеграція штучного інтелекту (ШІ) та систем машинного зору для підвищення автономності, виконання завдань без постійного контролю оператора (планування маршрутів, обхід перешкод та повернення на базу);

– застосування ройових технологій для одночасного використання декількох роботів, обмінюючись даними та координуючи своїх дій. Масштаби забруднення місцевості та проведення гуманітарного розмінування звільнених територій вимагають залучення великої кількості техніки, що обумовлює потребу в підвищенні автономності та мережевої взаємодії НРК;

– використання систем дистанційного керування через супутникові або бездротові канали зв'язку, що дозволяє оператору залишатися на безпечній відстані.

Необхідність забезпечення підрозділів, які виконують бойові завдання у складі Сил оборони України, потребують не лише матеріально-технічної допомоги держав-партнерів, але й налагодження і масштабування вітчизняного виробництва НРК та державної підтримки виробників, а саме:

– перехід від експериментальних вітчизняних зразків до серійного виготовлення й адаптації в бойових умовах;

– залучення українських стартапів та інженерних команд до розробки та виробництва компонентів, програмного забезпечення та навісного обладнання для роботів;

– зниження собівартості за рахунок використання цивільних компонентів та локалізації виробництв;

– створення сервісних центрів для ремонту та обслуговування пошкоджених НРК, що є критично важливим в умовах бойових дій.

Таким чином, досвід російсько-української війни став каталізатором розвитку інноваційних рішень у сфері НРК для розмінування. Напрямки розвитку НРК, що включають модульність, автономність та локалізацію виробництва є актуальними на цей час та перспективними у майбутньому для вирішення глобальних проблем розмінування у світі.

ЕФЕКТИВНІСТЬ РОЗМІНУВАННЯ ТЕРИТОРІЙ РОБОТИЗОВАНИМИ КОМПЛЕКСАМИ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ПЕРЕВІРКИ ФУНКЦІОНАЛЬНОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ

І.М. Лаппо[1]; О.М. Чередніков[2], к.т.н., доц.; О.В. Журахов[3]
[1]Благодійна організація "Благодійний фонд
"Швейцарський фонд з протимінної діяльності ФСД в Україні";
[2]Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки;
[3]Центр протимінної діяльності
Державної спеціальної служби транспорту

Зростання потреб у розмінуванні територій вимагає впровадження високотехнологічних рішень. Традиційні методи розмінування, за участю людей, залишаються надзвичайно ризикованими та потребують значних часових і матеріальних ресурсів. В умовах високої небезпеки

роботизовані комплекси виступають перспективним інструментом, здатним виконувати завдання з виявлення, ідентифікації та моніторингу вибухонебезпечних предметів (ВНП) з мінімізацією ризиків для людини.

Успішне виконання місій з виявлення ВНП залежить не лише від фізичної міцності та надійності конструктивів платформи, а й від точності обробки даних, стабільності алгоритмів навігації, якості сенсорного сприйняття, а також від поведінки системи в умовах непередбачуваних зовнішніх впливів. Роботизовані комплекси з досконалим апаратно-програмним забезпеченням (АПЗ) дозволяють зменшити ризики для саперів, підвищити точність і ефективність пошуку ВНП.

Основні завдання дослідження полягають в верифікації функціональних можливостей роботизованих комплексів, оцінки працездатності в умовах різних сценаріїв, визначення меж стабільності систем і критичних помилок, пошкоджень і збоїв при виявленні, ідентифікації та знешкодження ВНП з метою формування рекомендацій щодо їх вдосконалення. Щоб визначити показники ефективності роботизованих комплексів розмінування за результатами перевірки їх функціональності та надійності, необхідно врахувати як технічні параметри, так і практичні результати їх роботи в реальних або наближених до бойових умовах.

Ефективність розмінування – це кількісна та якісна оцінка здатності засобів або систем (у тому числі роботизованих комплексів) забезпечити безпечне, повне та оперативне виявлення й нейтралізацію ВНП на певній території в заданих умовах. У контексті роботизованих систем розмінування, ефективність слід розглядати як інтегральну характеристику, яка враховує три ключові компоненти: технічну здатність виявляти та знешкоджувати ВНП, оперативність і продуктивність очищення території, безпеку та надійність роботи комплексу без участі людини в зоні ризику.

Для комплексної оцінки ефективності можна розрахувати інтегральний показник ($К_{еф}$), який використовується для кількісної оцінки загальної ефективності роботизованих комплексів розмінування за результатами перевірки їх функціональності та надійності. Інтегральна оцінка дозволяє порівнювати роботизовані комплекси не лише за окремими характеристиками, а й за загальною придатністю до ефективного й безпечного розмінування.

Найбільш наближений до реального сценарій перевірки, що

передбачає використання комплексів у контрольованому середовищі (тренувальні полігони) з моделюванням реальної загрози (макети мін, складна місцевість, погодні фактори).

Тестування на відповідність технічним вимогам включає перевірку відповідності нормативам національних (ДСТУ) та/або міжнародних стандартів (STANAG, IMAS) за різними критеріями.

Інтегральний показник ефективності дозволяє порівнювати різні зразки техніки за низкою критеріїв (точність, частота хибних спрацювань, надійність, живучість, продуктивність, автономність роботи тощо) шляхом зведення всіх параметрів до однієї метрики.

Підсумовуючи, слід зазначити, що впровадження роботизованих комплексів у сферу гуманітарного розмінування є одним із ключових елементів технологічного прогресу у сфері безпеки. Постійна перевірка функціональності та вдосконалення алгоритмів виявлення, підвищення мобільності та надійності систем роботизованих комплексів сприятиме підвищенню ефективності технологічних процесів розмінування територій забруднених вибухонебезпечними предметами.

ПРИНЦИПИ РОЗВИТКУ НАЗЕМНИХ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ

О.О. Лисий, к.т.н.; Ю.О. Пятова
Навчально-науковий випробувальний полігон
високотехнологічного озброєння та військової техніки

У наші часи стає зрозумілим, що використання сучасних інформаційних технологій пов’язане з організаційним устроєм не менше ніж із технологічним розвитком, тому слабка пристосованість сучасних систем управління до інформаційного та комунікаційного стрибка останніх часів являє собою значну проблему, яка приводе до неефективного й неповного використання існуючих можливостей та слабкого протистояння можливим загрозам.

Принципи розвитку безпілотних роботизованих систем (БпРС) – це основні ідеї та правила, які лежать в основі створення та використання роботизованих систем (роботів) і автономних систем у військових цілях, вони можуть включати технічні, етичні, стратегічні та правові аспекти. Використання роботизованих систем у військовій сфері надає державі ряд переваг, що сприяють підвищенню ефективності, безпеки та здатності до ведення війни в цілому.

До основних принципів розвитку БпРС військового призначення

можна віднести:

– принцип технічної надійності та ефективності, тобто роботизовані системи повинні бути розроблені з урахуванням найвищих стандартів надійності та ефективності, щоб забезпечити їх успішну роботу на полі бою;

– принцип відповідності міжнародному праву, тобто розроблення і використання роботизованих систем повинні відповідати нормам міжнародного права, зокрема правам людини та забороні безглуздої поведінки;

– принцип етичності, тобто роботизовані системи повинні бути етично прийнятними, уникаючи завдання непропорційної шкоди цивільному населенню та дотримуючись важливих моральних норм;

– принцип здатності ефективно підтримувати військові операції, тобто роботи мають допомагати у військових операціях, полегшуючи виконання бойових завдань та забезпечуючи додатковий рівень захисту та підтримки військового персоналу;

– принцип розумного контролю, тобто важливо забезпечити те, щоб роботизовані системи залишалися під контролем людей та не виявляли небезпечної автономності, яка може привести до непередбачуваних наслідків;

– принцип адаптації до змінних умов, тобто роботизовані системи мають бути здатними адаптуватися до різних військових сценаріїв та змінних умов ведення бойових дій;

– принцип здатності до співпраці і координації, тобто роботизовані системи повинні бути здатними співпрацювати між собою та з військовим персоналом для досягнення більшої ефективності та результативності на полі бою тощо.

Перелічені основні принципи створюють базу для розробки роботизованих систем, які здатні допомагати військовослужбовцям у виконанні їхніх завдань, підвищуючи безпеку та ефективність на полі бою.

НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ НАЗЕМНИХ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ

О.О. Лисий[1], к.т.н.; Є.В. Хоменко[2]
[1]Навчально-науковий випробувальний полігон
високотехнологічного озброєння та військової техніки;
[2]Центр досліджень Державної спеціальної служби транспорту

Класифікація БпРС у військовому контексті може бути досить

складною і може включати багато категорій та підкатегорій, залежно від типу військових завдань та ролі, яку вони виконують. Роботизовані системи можуть варіюватися від безпілотних літальних апаратів (БЛА) та розвідувальних дронів до автономних наземних машин, збройних роботів і багато іншого.

Загалом, переваги застосування роботизованих систем у військовій сфері мають високий ступінь пріоритетності для більшості держав у тому числі і України. Забезпечення безпеки військових підрозділів, підвищення ефективності військових операцій та збільшення здатності до ведення війни є основними цілями, які стоять перед збройними силами. Враховуючи ці переваги, можна визначити, що всі вони мають високий ступінь пріоритетності, оскільки вони спрямовані на забезпечення безпеки, ефективності та успішності військових операцій, що є критичними факторами для національної безпеки та військової потужності.

До основних напрямів співробітництва в цій сфері з країнами партнерами можна віднести:

– технологічний обмін. Україна може співпрацювати з іноземними партнерами для обміну технологічними знаннями та передачі передових розробок у сфері робототехніки. Це може включати обмін досвідом у розробці апаратури, програмного забезпечення та інших компонентів військових роботизованих систем;

– закупівля готових рішень. Україна може придбати готові рішення від іноземних виробників робототехніки. Це може включати закупівлю дронів, автономних машин або інших роботизованих систем, які вже пройшли випробування та довели свою ефективність;

– спільні дослідження та розробки. Україна може співпрацювати з іноземними державами у проведенні спільних досліджень та розробок у сфері військових роботизованих систем. Це дозволяє об’єднати зусилля для створення нових технологій, покращення функціональності та ефективності роботизованих систем;

– навчання та тренування. Україна може отримувати підготовку своїх військових спеціалістів у іноземних навчальних закладах або проводити спільні тренування з іноземними військами щодо експлуатації та використання роботизованих систем;

– інформаційний обмін. Україна може обмінюватися інформацією з іноземними партнерами щодо розвитку військових БпРС. Це включає обмін досвідом, технічними специфікаціями, результатами випробувань та аналітичними даними, що стосуються БпРС. Інформаційний обмін

сприяє взаємному збагаченню знань та допомагає покращити розробку та ефективне використання БпРС.

НАУКОВО-МЕТОДИЧНИЙ АПАРАТ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОГО ВИБОРУ РАЦІОНАЛЬНИХ ПРОЄКТІВ ПОСТАЧАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ

О.Є. Мавренков; С.В. Матвійчук; А.О. Мавренкова
Державний науково-дослідний інститут авіації

Російсько-українська війна стала важливим етапом для переосмислення ролі сучасних технологій у веденні бойових дій. Особливе значення здобуло використання безпілотних авіаційних комплексів (БпАК) різного цільового призначення (виду), класу та рівня застосування.

На цей час забезпечення сил оборони України безпілотними літальними апаратами (БпЛА) здійснюється шляхом матеріально-технічної допомоги, закупівлі за імпортом та власного виробництва. Що стосується матеріально-технічної допомоги, то станом на початок 2025 року отримано 52 різні моделі. Стосовно закупівлі за імпортом, то протягом 2024 року імпорт БпЛА зріс на 77 % і склав 1,2 млрд.$; На рахунок власного виробництва, то на початок 2024 року налічувалось 200 компаній у сфері БпЛА, БпЛА закуповувались у більш як 125 виробників, виробничі потужності зросли до 200 тисяч БпЛА в місяць, за 2024 рік розроблено 100 тисяч БпЛА дальньої дії і 2,2 млн FPV дронів. У перспективі в 2025 році заплановано виготовити 4 млн БпЛА. З початку 2025 року Міністерство оборони кодифікувало 250 моделей БпАК та 100 боєприпасів до них, що в двічі більше ніж у 2024 році, а кількість виробників БпЛА склала більше 500 компаній.

У контексті наведеного вище можна зазначити, що широка номенклатура БпЛА супроводжується низкою негативних наслідків (ризиків) для експлуатанта (користувача) особливо під час війни. Основними з них є: складність логістичного забезпечення; проблеми з навчанням особового складу; оперативна (технічна) несумісність; високі витрати на обслуговування та ремонт; зниження адаптивності операцій. Для експлуатанта широка номенклатура БпЛА створює виклики, пов’язані з логістикою, підготовкою, технічною підтримкою та оперативною ефективністю. Оптимальним рішенням бачиться скорочення номенклатури БпАК (БпЛА) до кількох універсальних і добре освоєних

моделей, що спрощують управління та експлуатацію в бойових умовах.

Таким чином виникає об'єктивне протиріччя між необхідністю уніфікації БпЛА через оптимізацію їх типажу і модельного ряду, з одного боку, та збільшенням потреб ЗС України у БпЛА, різкого зростання кількості постачальників БпЛА і їх виробничих потужностей, з іншого боку. Це протиріччя породжує наукове завдання вибору раціональних проєктів постачання БпАК.

Вирішення зазначеного наукового завдання пропонується шляхом застосування науково-методичного апарата багатокритеріального вибору раціональних проєктів постачання багатофункціональних (БФ) БпАК. Показниками ефективності реалізації проєктів постачання БпАК, за якими здійснюється вибір раціональних проєктів, було обрано: коефіцієнт військово-технічного рівня – як показник якості складної технічної системи військового призначення; реалізовність проєкту – як показник очікуваної успішності його реалізації в системі можливих ризиків; вартість реалізації проєкту – як показник витрат фінансів, пов'язаних з життєвим циклом БпАК, що постачаються; час реалізації проєкту – як показник витрат часу.

Науково-методичний апарат багатокритеріального оцінювання та вибору раціональних проєктів постачання БФ БпАК складається з:

– методики розрахунку КВТР, вхідними даними для якої є показники технічної досконалості / тактико-технічні характеристики БФ БпАК;

– методики оцінювання реалізовності проєкту, вхідними даними для якої є перелік можливих (ідентифікованих) ризиків, які можуть виникнути в процесі реалізації проєкту;

– методики оцінювання вартості життєвого циклу БФ БпАК, вхідними даними для якої є складові витрат фінансів протягом цього циклу;

– методу (принципу) Парето, за яким у багатокритеріальному просторі формується область паретооптимальних (однаково ефективних, непорівнянних між собою) альтернативних проєктів постачання БФ БпАК;

– методу ідеальної точки, за яким здійснюється звуження паретооптимальної області та визначаються раціональні (компромісні) проєкти постачання БФ БпАК (за умови, що до паретооптимальної області увійшло два та більше альтернативних проєктів).

Власне вибір раціонального проєкту постачання БпАК здійснюється в нормованому чотиривимірному критеріальному просторі "коефіцієнт військово-технічного рівня – реалізовність – вартість – час" шляхом побудови паретооптимальної області ефективних варіантів рішень за

принципом Парето. Умовою вибору раціонального (компромісного, “умовно кращого”) зразка з паретооптимальної області приймається мінімум відстані до точки “ідеалу” в зазначеному критеріальному просторі.

Апробацію представленого науково-методичного апарата було здійснено при виборі проєктів постачання БФ БпАК ІІІ класу для потреб Збройних Сил України.

ПРІОРИТЕТНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ РОЗВІДУВАЛЬНОЇ БЕЗПІЛОТНОЇ АВІАЦІЇ В РОЗВИНЕНИХ У ВІЙСЬКОВОМУ ВІДНОШЕННІ КРАЇНАХ СВІТУ

Ю.М. Майборода
Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії

Одним із можливих шляхів вирішення проблеми надання повної, достовірної та своєчасної інформації про об’єкти (цілі), які можуть бути призначені для ураження, вважається оснащення ЗС України розвідувальними БПЛА, які б за своїми можливостями були спроможні вирішувати завдання повітряної розвідки в інтересах різних родів військ.

Автором проводиться огляд найбільш сучасних закордонних розвідувальних БПЛА тактичної та оперативно-тактичної дії різних класів:

– тактичні мікро і міні БПЛА;

– тактичні БПЛА ближньої дії та малої дальності;

– оперативно-тактичні БПЛА середньої дальності та глибинної розвідки.

Надаються основні характеристики наведених класів БПЛА.

В цілому проведений аналіз свідчить про те, що основними напрямками підвищення бойових якостей всіх без винятку розвідувальних БПЛА є:

– збільшення тривалості польоту БПЛА;

– збільшення співвідношення маси цільового навантаження до злітної маси БПЛА;

– підвищення функціональності БПЛА;

– розвиток нових способів розвідки та виявлення цілей за різними фізичними ознаками об’єктів (магнітометричними, акустичними і т.п.);

– створення мініатюрних БПЛА та потужних джерел енергії для них;

– створення і широке застосування БПЛА вертикального зльоту та

посадки;

– забезпечення можливості встановлення широкого спектру розвідувальної та іншої апаратури в модульному конструктивному виконанні;

– оснащення захищеною цифровою системою дистанційного керування;

– автоматизація процесів виведення БПЛА в район розвідки та повернення на базу в разі втрати керування, в тому числі із застосування елементів штучного інтелекту;

– значне зниження помітності в широкому діапазоні довжини електромагнітних хвиль.

Важливо відзначити, що кожен рівень військового командування повинен використовувати відповідний клас безпілотних літальних апаратів, вимоги до яких формуються рівнем та інформацією, необхідних для ефективного виконання бойових завдань. Крім того, ця розвідувальна інформація повинна надаватися в режимі реального часу.

АНАЛІЗ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ШТАТНОЇ СТРУКТУРИ ПІДРОЗДІЛІВ ЧАСТИН, НА ЯКІ ПОКЛАДАЮТЬСЯ ЗАВДАННЯ ЛОГІСТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ БПНК

Р.Г. Макаренко; С.І. Трофименко; В.М. Панюков
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Відповідно до штатної структури бригади до специфічних підрозділів, на які покладаються завдання організації та проведення експлуатації та застосування логістичних БпНК відносяться:

– відділ безпілотних комплексів (систем) бригади;

– окрема рота безпілотних наземних комплексів у складі бригади;

– взводи наземних безпілотних систем у складі окремих батальйонів.

Відповідно штатної структури полку до специфічних підрозділів, на які покладаються завдання організації та проведення експлуатації та застосування логістичних БпНК відносяться:

– відділ безпілотних комплексів (систем) полку;

– взводи наземних безпілотних систем у складі окремих батальйонів.

Під час вивчення досвіду використання логістичних БпНК в частинах було встановлено, що у відділ безпілотних комплексів (систем) бригади (полку) призначається посадова особа на яку покладаються

наступні обов’язки:

– збір статистичної інформації про проведення місій з використанням логістичних БпНК;

– подача заявок в довольчі органи на отримання необхідних матеріальних засобів;

– підготовка звітності за результатами виконання завдань з використанням логістичних БпНК;

– формування заявок на отримання необхідних засобів, сумісно з командиром окремої роти та командирами взводів, у відповідні довольчі органи;

– підтримання контакту з виробниками логістичних БпНК;

– оформлення документів на списання логістичних БпНК та їх складових частин при виході з ладу;

– ведення обліку логістичних БпНК та їх складових частин.

Основним завданням окремого взводу БпНК зі складу батальону є підготовка логістичного БпНК до виконання місії та керування ними.

Як показує аналіз конструкторських рішень та технічних і експлуатаційних характеристик логістичних БпНК, що надходять до частин, виникає необхідність проведення їх адаптації до умов застосування у підрозділах. Виходячи з вище наведеного на підрозділи військової частини покладаються наступні не притаманні їм завдання:

– апаратурне доопрацювання складових частин логістичних БпНК;

– програмне доопрацювання системи керування логістичного БпНК;

– впровадження новітніх технічних рішень, що підвищують технічні та експлуатаційні характеристики логістичного БпНК;

– розробка та виготовлення зразків для вирішення задач евакуації особового складу та техніки;

– проведення тестування новітніх зразків логістичних БпНК;

– формування рішення на можливість застосування БпНК в умовах виконання завдань підрозділів частини;

– розробка та впровадження нових способів та принципів проведення евакуаційних і логістичних операцій.

Як показує аналіз досвіду застосування логістичних БпНК, вирішення завдань з розвитку, інновації, впровадження, доопрацювання зразків логістичних БпНК покладено на командира окремої роти БпНК бригади. Аналіз штатної структури вище зазначеного підрозділу показує, що для вирішення зазначених завдань, доцільно залучати особовий склад, що займається відновленням пошкоджених зразків та технічним обслуговуванням, плануванням місій, а також наявне певне технічне

обладнання, що може долучатися для вирішення зазначених завдань.

СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО НАВЕДЕННЯ БПЛА-ПЕРЕХОПЛЮВАЧА ПЕРСПЕКТИВНОГО ВИНИЩУВАЛЬНОГО БЕЗПІЛОТНОГО АВІАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ З ВІДКРИТОЮ АРХІТЕКТУРОЮ ТАКТИЧНОГО РІВНЯ

В.Г. Малюга[1], д.військ.н., с.н.с.; Г.М. Кочуровський[2], к.т.н.;
В.В. Гріділна[2]; В.В. Бичков[3]
[1]Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки;
[2]Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба;
[3]Військова частина А4667

За досвідом російсько-української війни можна визначити тенденцію до суттєвого зростання дольової участі безпілотних літальних апаратів (БпЛА) при вирішенні завдань щодо ведення повітряної розвідки та нанесення ударів по військовим та цивільним об’єктам на тактичному, оперативному і навіть стратегічному рівні застосування військ.

Типовими завданнями, до яких найчастіше залучаються БпЛА противника тактичного рівня в російсько-українській війні, є: повітряна розвідка, вогневе ураження воєнних об’єктів, особового складу, озброєння та техніки, корегування вогню артилерії та інші спеціальні завдання. Тому актуальним є питання розробки та впровадження тактичних винищувальних безпілотних авіаційних комплексів (систем) (БпАК(С)) з відкритою архітектурою.

Під відкритістю архітектури тактичних винищувальних БпАК(С) розуміється можливість реалізації комплексу в різних варіантах його складових елементів за рахунок підключення до наземної платформи управління різнотипних БпЛА-перехоплювачів та різноманітних засобів виявлення повітряних цілей. На теперішній час процес наведення БпЛА-перехоплювачів на повітряну ціль здійснюється безпосередньо оператором (пілотом) з моменту запуску та подальшого польоту БпЛА до зони візуального пошуку цілі за командами штурмана екіпажу (обслуги) з використанням відомих інформаційних систем за даними штатних джерел радіолокаційної розвідки. У разі успішного пошуку та встановлення візуального контакту оператор безпосередньо наводить БпЛА-перехоплювач на повітряну ціль та віддає команду на підрив боєприпасу.

При такому способі наведення виникає суттєве проблемне питання, суть якого полягає у відсутності автоматизованих засобів приведення БпЛА-перехоплювачів в зону пошуку цілі, автоматичного виявлення цілі та наведення в зоні пошуку, що обумовлює високі вимоги до рівня підготовленості операторів БпЛА, їх фізичних і моторних здібностей, що в свою чергу ставить в пряму залежність ефективність протиповітряного бою від здібностей та якості підготовки (досвіду) особового складу обслуги.

Одним з шляхів вирішення цього проблемного питання може бути створення системи автоматизованого наведення БпЛА-перехоплювача у складі перспективного винищувального безпілотного авіаційного комплексу з відкритою архітектурою тактичного рівня.

В Науковому центрі Повітряних Сил ХНУПС на завершальному етапі знаходиться розробка Комплексу боротьби з розвідувальними БпЛА противника БпЛА-перехоплювачами, який дозволить автоматизувати процес попереднього наведення БпЛА-перехоплювача до візуального контакту з повітряною ціллю. Завдання автоматизованого наведення безпосередньо на повітряну ціль в цьому комплексі не вирішено.

Таким чином, одним з шляхів підвищення ефективності протиповітряної оборони військ та об’єктів на тактичному рівні є ініціація і прискорення розробки системи автоматизованого наведення БпЛА-перехоплювача. Розробка та реалізація повного контуру автоматизованого наведення БпЛА-перехоплювача на повітряну ціль в цієї системі дозволить в перспективі створити багатоканальний винищувальний безпілотний авіаційний комплекс з відкритою архітектурою та мінімізувати втрати ефективності його застосування з причини недостатньої підготовленості особового складу екіпажів (обслуг).

ЗАСТОСУВАННЯ ДРОНІВ І РОБОТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ХБРЯ ЗАГРОЗ: РЕАЛІЇ ВІЙНИ ТА МАЙБУТНЄ

І.М. Мартинюк, к.б.н.; О.М. Стаднічук, к.х.н.;
Є.М. Шматов; Т.Д. Погребняк
Національна академія сухопутних військ
імені гетьмана Петра Сагайдачного

Сучасний характер російсько-української війни підтверджує важливість своєчасного та достовірного отримання даних про радіаційну, хімічну та біологічну обстановку, де в умовах широкого застосування високоточної зброї, засобів масового нищення (ураження) (ЗМЗ(У)),

дронів-камікадзе (FPV) та артилерії постійно зростає кількість застосованих боєприпасів із токсичними компонентами. Так, від початку повномасштабного вторгнення рф Служба безпеки України зафіксувала щонайменше 10000 епізодів (випадків) застосування боєприпасів з хімічними речовинами, переважно з використанням гранат, що містять отруйні речовини типу CS, наприклад К-51, РГР, РГ-Во. Напруженою також є ситуація щодо використання ворогом інших видів (ЗМЗ(У)), особливо запалювальної зброї. Очевидно, що використання засобів ЗМЗ(У) загалом та хімічної зокрема, знижує мобільність та живучість підрозділів Сил оборони України та спонукає до пошуку нових підходів для виявлення хімічної, біологічної, радіологічної та ядерної (ХБРЯ) загрози. Тому питання ХБРЯ захисту особового складу, озброєння та техніки є доволі затребуваним та актуальним.

Ефективність ХБРЯ захисту військ залежить від своєчасного отримання даних, що дозволяють адекватно оцінити можливі втрати особового складу, озброєння та техніки в умовах застосування ЗМЗ(У). Це дозволяє виокремити основні вимоги до системи захисту: оперативність і надійність у виявленні ХБРЯ обстановки, а введення до складу підрозділів ХБРЯ захисту безпілотних автоматизованих мобільних (дистанційних) ХБРЯ розвідувальних комплексів, оснащених засобами дистанційної розвідки, що зможуть діяти за класичним принципом: виявлення і встановлення типу зараження (забруднення) – відстеження та визначення конфігурації (меж) зони зараження (забруднення) місцевості – розрахунок координат контрольних точок, де необхідно виміряти параметри зараження (забруднення) – визначення маршрутів розвідки – проведення деконтамінації тощо, дозволить знизити ризики втрат для особового складу, підвищити оперативність збору і передачу інформаційних даних у реальному часі для аналізу та прогнозування і як результат забезпечити ефективність прийняття командирських рішень. До основних типів дистанційних систем ХБРЯ розвідки слід віднести: наземні роботизовані комплекси (на колісних або гусеничних шасі), для патрулювання територій, вимірювання концентрацій небезпечних речовин та відбору проб без прямої участі людини; БпЛА (дрони) з ХБР сенсорами, які здійснюють повітряну розвідку, моніторинг приземних повітряних мас, дистанційне виявлення хімічних викидів, автоматичне картографування заражених ділянок тощо.

У ході бойових дій відзначається ефективність дистанційних систем, однак їх застосування носить епізодичний характер через обмеженість серійних зразків. Проблемним є відсутність уніфікованої нормативної

бази для сертифікації дронів і наземних роботизованих платформ саме у сфері ХБРЯ захисту. Також виникає потреба у забезпеченні гармонізації з міжнародними стандартами НАТО, що значно полегшить їх спільне використання у багатонаціональних діях (операціях).

В інтересах командування тактичного чи оперативно-тактичного рівня можливе формування підрозділів ХБРЯ захисту за лінійно-ієрархічним принципом, що обов’язково повинні включати центр збору і обробки інформації автоматизованих мобільних (дистанційних) ХБРЯ розвідувальних комплексів. Кількість таких комплексів може залежати від рівня відповідного підрозділу у тактичній ланці, проте для підвищення ефективності отримання необхідних даних ХБРЯ розвідки можливе збільшення чисельності мобільних (дистанційних) ХБРЯ розвідувальних комплексів вцілому. Втім, така система в умовах високоманеврених, динамічних бойових дій також не дозволяє отримати повноцінні та надійні розвідувальні дані з достатньо високою ймовірністю.

Використання принципу взаємодії між наземними (класичними засобами ХБРЯ розвідки) та дистанційними (мобільними (безпілотними) ХБРЯ розвідувальними комплексами) дозволить отримати комплексну оцінку забрудненої (зараженої) території та використовувати окремі канали зв’язку для передачі розвідувальних даних та результатів хмарного зондування, що можливо знизить вартісні показники витрат.

Таким чином, ХБРЯ захист в сучасних умовах війни потребує системного вдосконалення. Використання безпілотних та мобільних розвідувальних засобів дозволить суттєво знизити ризики для особового складу й забезпечити оперативність отримання критичних даних. Подальший розвиток системи ХБРЯ захисту має ґрунтуватися на впровадженні дистанційних технологій, розробці нормативної бази та стандартизації відповідно до вимог НАТО, що сприятиме створенню високотехнологічних зразків сучасної військової техніки.

РОЛЬ САПЕРІВ У ВИПРОБУВАННІ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ, СПОРЯДЖЕНИХ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИМИ ПРЕДМЕТАМИ

Л.І. Матвєєв; В.В. Салогор; В.В. Каменецький
Навчально-науковий випробувальний полігон
високотехнологічного озброєння та військової техніки

Інтенсивне використання безпілотних літальних апаратів

(далі – БпЛА) у сучасних конфліктах, зокрема у російсько-українській війні, спричинило стрімке зростання потреби у випробуваннях нових зразків дронів, адаптованих для бойового застосування. Особливе місце серед них займають БпЛА, споряджені вибухонебезпечними предметами (далі – ВНП), такими як ручні гранати, авіаційні бомби малого калібру, модифіковані гранати, кумулятивні заряди або саморобні вибухові пристрії (далі – СВП). Їхня ефективність, безпека та сумісність із платформами вимагає всебічного й ретельно регламентованого процесу випробувань, який має суттєві відмінності від звичайних тестів для некритичного навантаження.

У процесі випробувань БпЛА, які споряджені ВНП, питання безпеки набуває критичного значення. Потенційні ризики, пов'язані з детонацією боєприпасів, несправністю бортового обладнання чи помилками оператора, потребують ретельно спланованих і жорстко регламентованих заходів.

Однією з першочергових умов безпечного проведення випробувань є забезпечення відповідного просторового середовища. Для цього повинні використовуватися сертифіковані полігони, які мають дозвіл на проведення робіт з вибуховими речовинами. Такі полігони повинні мати:

– захищену зону ураження (з урахуванням уламкової дії, кумулятивного струменю, детонаційної хвилі);

– технічні засоби контролю за польотом БпЛА та влучанням у ціль;

– засоби відеофіксації результатів вибуху, необхідні для подальшого аналізу та підтвердження ефективності боєприпасу.

Успішне та безпечне проведення випробувань безпілотних літальних апаратів, споряджених вибухонебезпечними предметами, неможливе без належної організації інженерно-саперного забезпечення. Сучасні загрози, пов'язані з нестабільністю СВП, засобів ураження та складністю бойового навантаження, вимагають високопрофесійної участі саперів на всіх етапах випробувального процесу.

Перед початком випробувань складається детальний протокол технічної безпеки, у якому враховується зона ураження за результатами балістичних розрахунків, з урахуванням метеорологічних умов, висоти скидання, траєкторії польоту та типу заряду. На основі цих даних встановлюються: зона враження, межі евакуації, пункти спостереження, укриття персоналу та мінімально-допустима кількість присутніх осіб у зоні ризику.

У процесі випробувань БпЛА, споряджених ВНП, участь інженерно-саперних підрозділів не є допоміжною чи факультативною функцією –

вона є необхідною та обов’язковою умовою проведення таких заходів. Їхня присутність гарантує оперативне реагування на надзвичайні ситуації, забезпечує контроль за безпечним обігом вибухових речовин, а також є ключовою ланкою у реалізації плану аварійного реагування.

Сапери забезпечують не лише знешкодження боєприпасів, що не вибухнули, а й активно залучаються до інженерної підготовки випробувального майданчика, оцінювання ризиків, а також аналізу результатів випробування.

Інженерно-саперне відділення є складовою частиною якісної та достовірної перевірки ефективності нових зразків. Від їхньої професійності, оснащення та готовності до дій у нештатних ситуаціях залежить збереження життя персоналу, цілісність обладнання та успішність усього випробувального циклу. Інтеграція саперів у кожен етап підготовки та проведення випробувань значно підвищує загальний рівень технологічної культури при розробці новітніх засобів ураження.

Без повноцінної участі інженерно-саперних груп неможливо забезпечити ефективність та безпеку проведення тестування новітніх БпЛА.

ПІДХІД ДО ТЕСТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ НА ПРОНИКНЕННЯ

А.П. Мельник
Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії

Ще до початку повномасштабної агресії у лютому 2022 року, росія розпочала докладати значних зусиль для проведення масованих кібератак на інформаційні ресурси нашої країни. З початком російської агресії чітко простежується узгодженість кібератак із воєнними завданнями противника.

Починаючи з 2024 року, спостерігається зміщення вектору атак на інформаційні системи (ІС), безпосередньо пов’язані з театром воєнних дій, а також на інфраструктуру постачальників послуг, що мають відношення до сфери національної безпеки та державного управління.

Аналіз роботи систем виявлення вразливостей і реагування на кіберінциденти та кібератаки свідчать про те що, на сьогодні, даному питанню приділяється значна увага. Водночас наш ворог володіє потужними хакерські ресурси, тому війна у кіберпросторі триває у форматі 24/7. Зростання складності атак і кількості хакерських угруповань

обумовлює необхідність постійного вдосконалення практик кіберзахисту, зокрема регулярного тестування ІС на проникнення.

Автором розглядається підхід до тестування ІС військового призначення та особливості реалізації його етапів.

Так, мета тестування на проникнення полягає у виявленні реальних вразливостей ІС, перевірці ефективності наявних заходів захисту, моделюванні можливих дій зловмисників для своєчасного виявлення та усунення загроз.

Безпосередньо тестування на проникнення здійснюється в кілька етапів, до яких відносяться: підготовчий етап, розвідка, аналіз вразливостей, експлуатація вразливостей, розширення доступу та утримання контролю, завершення тестування та підготовка звіту про результати тестування.

Метою першого етапу передбачається створення умов безпечного, контрольованого та ефективного тестування з урахуванням обмежень режиму секретності інформації що циркулює в ІС.

Підготовчий етап містить загальні положення та передбачає низку організаційних заходів пов'язаних з визначенням цілей та об'єктів тестування, узгодженням порядку, термінів та методів тестування, а також визначенням та узгодженням переліку осіб, які будуть залучені для проведення тестування тощо.

Етап розвідки передбачає максимальний збір інформації про ІС.

Пасивна розвідка передбачає аналіз відкритих джерел (OSINT), технічної документації, версій програмного забезпечення, структури мереж тощо. У свою чергу активна розвідка передбачає:

– сканування портів і сервісів;

– визначення структури мережі та взаємодії систем;

– пошук вразливих API (Application Programming Interface), протоколів зв'язку тощо.

Аналіз і оцінка вразливостей має за мету визначити потенційні точки проникнення в систему без виконання реальних атак.

Етап передбачає:

– сканування вразливостей за допомогою різноманітних автоматизованих інструментів;

– аналіз наявних веб-інтерфейсів та мобільних компонентів, а також API;

– визначення: невиправлених CVE (Common Vulnerabilities and Exposures); відкритих портів; шифрування без сертифікації; слабких паролів тощо.

Етап безпосередньої експлуатації вразливостей має за мету демонстрацію реальності загроз шляхом практичного моделювання атак. Атаки можуть здійснюватися шляхом: RCE (Remote Code Execution) через недоліки в API; SQL injection, Command Injection, XSS у інтерфейсах керування; використання бекдорів, слабких паролів, тестових облікових записів; перехоплення команд або даних; моделювання атак на навігаційні або командні системи; підвищення прав доступу в ІС тощо.

Розширення доступу та утримання контролю має за мету провести оцінювання: масштабу проникнення; можливості утримання доступу; важливості та критичності інформації що була отримана під час проникнення; можливості встановлення контролю над ІС; результатів роботи наявних систем безпеки та даних, які вони фіксували під час атак тощо.

Підготовка звіту про результати тестування є невід’ємним етапом тестування ІС та передбачає відпрацювання об’єктивного звіту про результати тестування, що включає оцінку рівня захисту елементів ІС, з описом вразливостей, шляхами їх експлуатації та практичними рекомендаціями щодо їх усунення, а також підвищення рівня безпеки ІС в цілому.

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ RADIO OVER FIBER (RoF) ДЛЯ ПРИЙОМУ ТА ПЕРЕДАВАННЯ ВИСОКОЧАСТОТНИХ СИГНАЛІВ ВІД АНТЕНИХ СИСТЕМ, ВСТАНОВЛЕНИХ НА БПЛА

В.С. Мірзоєв; В.Г. Малюга; О.О. Вотяков; О.Л. Кручковський
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Зв’язок є основним засобом управління військами. Командири та начальники штабів зобов’язані постійно, за будь-яких обставин, мати зв’язок по всьому ланцюгу підпорядкування. Зв’язок виконує завдання по обміну інформацією в системах управління військами. Для виконання цих завдань зв’язок і АСУ повинні задовольняти вимоги щодо стійкості, своєчасності, достовірності, скритності.

Однією із важливих складових забезпечення вимог своєчасності та скритності є створення умов для швидкого розгортання антенних систем (або антенних систем пеленгації), на висоту яка забезпечує надійний радіозв’язок або точну пеленгацію, що досягається розгортанням антено-щоглових пристроїв та антено-фідерних трактів.

Під час ведення бойових дій, для збільшення зони покриття радіосигнала, використовують ретранслятори, з встановленими антенами на вежах мобільних операторів зв'язку з розгортанням високочастотних кабелів зв'язку. Незважаючи на відносну надійність, зв'язок від ретранслятора до приймально-передаючої антени має ряд недоліків:

− демаскуючі ознаки розташування антен помітно з розвідувальних БпЛА та легко визначаються засобами РЕР противника;

− уразливість до пошкоджень при обстрілах та атаках FPV-дронів противника;

− великі втрати високочастотного сигналу в високочастотних кабелях зв'язку при збільшенні довжини кабельної лінії;

− значні габаритні розміри котушок з кабелями, що потребують додаткових транспортних затрат та залучення особового складу до налагодження зв'язку;

− суттєві затрати часу на налагодження зв'язку та на розгортання антено-фідерних систем, що негативно впливає на часові показники організації зв'язку та живучість особового складу, особливо безпосередньо в умовах вогневого контакту з противником.

Під час бойових дій існуючі системи зв'язку, пеленгації, РЕР, РЕБ, зустрічаються з викликами як для отримання, так і для збереження інформаційної переваги на полі бою.

Запропонована технологія RoF з встановленими антенними системами на БпЛА, полегшує тактичне розгортання сил, покращує інформаційну перевагу та збереження даних. Технологія RoF надає можливість безпечної, високошвидкісної передачі сигналів надаючи більш ефективні можливості.

Антені системи змонтовані на стабілізаційному пристрої БпЛА з подальшою передачею радіосигналу на наземну станцію (ретранслятор, засоби РЕБ або пеленгації) через оптоволоконне з'єднання на велику висоту та відстань за допомогою технології RoF (Radio over Fiber) дають змогу забезпечити стійкий та гарантований обмін даними в умовах дії систем подавлення противника, оптимального підйому приймально-передавальної антени та віддалення її від пунктів управління на безпечну відстань. Впровадження такої практики може забезпечити швидке та безпечне розгортання антенних систем, особливо в умовах відсутності антено-щоглових пристроїв, зменшення демаскуючих ознак пунктів управління, підвищення ефективності застосування засобів РЕБ, РЕР, та підвищення живучості особового складу. Згідно з прогнозами експертів, розвиток технології RoF в оборонній сфері, буде збільшуватися. Недоліки

з’єднання за допомогою високочастотних коаксіальних кабелів, на велику висоту та відстань, відсутність часу та умов для розташування антенного пристрою на антено-щогловому обладнанні, має критичне значення для організації зв’язку.

Для військового застосування передача радіосигналів по оптоволокну (RoF) відіграє ключову роль як заміна коаксіальних кабелів або хвилеводів, підвищуючи ефективність і універсальність систем зв’язку. RoF використовує аналогові сигнали для модуляції інтенсивності світла певної довжини хвилі, фактично перетворюючи електричні радіочастотні сигнали у оптичний формат. Сигнал проходить через одномодове оптоволокно для стійкої та ефективної передачі з мінімальними втратами, а на місці розгорнутого обладнання перетворюється назад у радіочастотний сигнал. Суттєвою перевагою передачі RoF є здатність передавати широкосмугові сигнали з великим динамічним діапазоном по одної лінії й мультиплексувати декілька довжин хвиль в одному волокні для високої щільності передачі.

Оптоволоконні кабелі мають мінімальні втрати сигналу на великі відстані, що забезпечує надійну передачу даних навіть у великих військових мережах. Коаксіальні кабелі, навпаки, більш схильні до затуханню сигналу з відстанню, що вимагає застосування підсилювачів чи ретрансляторів.

Оптоволоконні кабелі також легше і компактніше. Для військових комунікацій це важливо, особливо для повітряних засобів (аеростати, БпЛА). Розмір і вага оптоволоконного кабелю спрощують транспортування і монтаж, дозволяють швидко розгортати мобільні системи у полі. Окрім того, волокно міцніше за коаксіальний кабель — менше піддається дії вологи, перепадам температур і корозії.

Натомість коаксіальні кабелі, крім більших втрат потужності сигналу, вразливі до електромагнітних перешкод, що можуть зіпсувати або погіршити якість сигналу. Оптоволоконні кабелі є більш захищеним у порівнянні з коаксіальним кабелем, оскільки не випромінює електромагнітне випромінювання, яке можна легко перехопити. Це робить даний спосіб передачі стійким до електронного стеження та перехоплення сигналу противником. Тому військові в країнах партнерах, використовують оптоволоконні кабелі для дистанційного підключення антен, щоб відокремити критичні системи від передавачів/приймачів зв’язку.

Технологія RoF стає вирішальним рішенням для забезпечення захищеності та надійності автономних військових систем. Ця технологія

відповідає сучасним вимогам до захисту, гнучкості й пропускної здатності, дозволяючи зберігати технічні переваги на полі бою. Надійна інфраструктура зв'язку дедалі більше визначає успіх і надійність.

АНАЛІЗ МАСО-ГАБАРИТНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БЕЗПІЛОТНИХ НАЗЕМНИХ КОМПЛЕКСІВ

А.І. Нікорчук, к.т.н., доц.
Національна академія Національної гвардії України

У сучасних умовах широкого впровадження безпілотних наземних комплексів (БпНК) у сферу оборони особливої актуальності набуває завдання забезпечення їхньої високої маневреності, яка значною мірою залежить від масогабаритних характеристик. Такі параметри як маса, довжина, ширина, висота – безпосередньо впливають на прохідність, маневреність, енергоефективність і здатність до виконання завдань у різних умовах експлуатації. Водночас, попри очевидну значущість масогабаритних характеристик, їхній вплив на функціональні властивості БпНК залишається недостатньо дослідженим. Відсутність чітких аналітичних залежностей ускладнює процес проєктування та змушує розробників діяти інтуїтивно або методом випробувань, що не завжди гарантує досягнення необхідного технічного результату. Таким чином, виникає протиріччя між необхідністю обґрунтованого визначення масогабаритних характеристик БпНК, що забезпечують заданий рівень маневреності, та відсутністю обґрунтованих аналітичних моделей, які дозволили б прогнозувати зміну експлуатаційних властивостей при варіації геометричних і масових параметрів. Розв'язання цього протиріччя потребує побудови узагальнених моделей взаємозв'язку між масогабаритними показниками, що дозволить виявити типові закономірності у вже реалізованих конструкціях, а також сформулювати оптимальні діапазони параметрів та забезпечити передбачуваність технічних характеристик у процесі проєктування.

В доповіді представлені результати кореляційно-регресійну аналізу масогабаритних характеристик БпНК, що проведений на основі вибірки зразків, розроблених як закордонними підприємствами так і вітчизняного військово-промислового комплексу, волонтерськими організаціями. До аналізу включено БпНК різного призначення та рівня складності, частина з яких уже пройшла процедуру сертифікації та допущена до експлуатації в підрозділах Сил безпеки та оборони України. У дослідженні

проаналізовано близько 80 БпНК , що дозволяє охопити широкий спектр технічних рішень запропонованих виробниками.

В результаті дослідження визначені ступінь взаємозв’язку між параметрами та отримані регресійні моделі залежностей між масогабаритними характеристиками БпНК. Побудований геометричний ряд БпНК та запропоновано уточнення класифікації БпНК з врахуванням їх довжини. З використанням теорії подоби побудований розмірний ряд та визначенні масогабаритні та потужнісні характеристики безпілотних наземних комплексів за масштабними коефіцієнтами.

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ОСНОВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК УДАРНИХ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

В.І. Новак; Н.М. Вовчанівська
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

У війні російської федерації проти України фіксується масове застосування безпілотних літальних апаратів (далі – БпЛА) різного призначення. Особливу увагу приділено дослідженню розвитку ударних БпЛА, які показали, як можна ефективно низьковартісними БпЛА масово знищувати дороговартісні об’єкти (цілі) противника (танки, БТР, артилерійські системи, РЛС тощо) та живу силу. Крім цього, застосування ударних БпЛА є актуальним через те, що таким чином можна зберегти життя та боєздатність своїх військових (українських захисників).

В межах інформаційного моніторингу відкритих джерел інформації за напрямком інноваційних розробок ОВТ та оперативних завдань проаналізовані характеристики щодо ударних БпЛА, проведені порівняння основних зразків БпЛА, систематизовані результати досліджень і вироблені пропозиції щодо подальшого розвитку характеристик ударних БпЛА.

Покажемо тенденції розвитку основних характеристик вітчизняних ударних БпЛА, які перебувають на озброєнні Сил безпеки і оборони України, та визначають сучасний характер збройної боротьби:

– стрімке зростання інноваційних рішень та адаптації до конкретних умов бойових дій. Так, українські розробники демонструють швидкий перехід від комерційних (“DJI Mavic 3”, “Autel Evo”) до спеціалізованих військових ударних безпілотних платформ (“Громило”, “Вампір”, “RAM

II UAV"), від розвідувальних ("АСУ-1 Валькірія", "Лелека-100", "SHARK") до ударних БпЛА ("Укропчик", "Королева Шершнів", "Булава"), інтеграцію нових типів боєприпасів (фугасні, уламково-фугасні, кумулятивні, термобаричні), а також постійне вдосконалення систем управління, навігації та протидії засобам РЕБ противника;

– диверсифікація ударних можливостей від легких FPV-БпЛА, що вражають живу силу та легку техніку ("Укропчик", "Громило"), до FPV-БпЛА, які здатні нести протитанкові міни ("Королева Шершнів", "Вампір"), та баражуючих боєприпасів з різними типами бойових частин ("RAM II UAV", "ST-35 Silent Thunder"). Наразі ударні FPV-БпЛА тактичного рівня обмежені дальністю дії 15 км від лінії бойового зіткнення (далі – ЛБЗ) і вагою бойової частини близько 3 кг. Виходячи з завдань підрозділів бригад 1-го ешелону, на FPV-БпЛА необхідно збільшити бойову частину до 5 кг та дальність дії – до 25 км з метою ураження тилових об'єктів (цілей) та логістики, КП (ЗКП), вогневих позицій артилерії та ППО тощо на глибину побудови сил бригад (дивізій) противника;

– розробка і вдосконалення БпЛА-носіїв ударних БпЛА. Платформи типу "Довбуш Т-10", "GOGOL-M" розширюють можливості тактичних FPV-БпЛА, доставляючи їх ближче до цілі. З'ясовано, що для підвищення ефективності ураження доцільним є збільшення корисного навантаження та тривалості автономного польоту БпЛА-носіїв, що дозволить забезпечити стабільне керування FPV-БпЛА протягом усієї фази нанесення ураження;

– розвиток БпЛА дальньої дії надає стратегічної спроможності ЗС України. Платформи, такі як "Trident", "Jupiter Hunter-4", "Ninja", "Raybird", "Рута", "Пекло", "Морок" дозволяють здійснювати удари та виконувати розвідку в глибокому тилу противника. Аналіз досвіду застосування свідчить, що для підвищення ефективності ураження військових об'єктів у глибокому тилу противника потрібно збільшити дальність дії більше 2500 км, застосовувати бойову частину не менше 100 кг;

– формування мобільної ешелонованої ППО ЗС України на базі БпЛА-перехоплювачів. Поява БпЛА-перехоплювачів ("Sting", "VB140 Flamingo") свідчить про розвиток ешелонованої ППО, де БпЛА використовуються для боротьби з ударними та розвідувальними БпЛА противника. З'ясовано, що БпЛА-перехоплювачі, в основному, виконують завдання на висоті до 2000 м, зі швидкістю до 150 км/год та дальності в середньому, до 25 км. Для підвищення бойових можливостей БпЛА-

перехоплювачів потрібно збільшувати їх швидкість – більше 220 км/год та збільшити висоту дії більше 3000 м;

– забезпечення економічної доцільності і масштабованості виробництва є важливим аспектом сучасної війни. Українські БпЛА, особливо FPV-БпЛА, характеризуються низькою вартістю та швидкістю виготовлення, що дозволить компенсувати втрати та підтримувати війська зразками ОВТ. Це розширить можливості малих підрозділів, які мають власні засоби повітряної розвідки та ураження цілей противника.

Український досвід застосування ударних БпЛА доводить, що майбутнє сучасної війни значною мірою визначатиметься збільшенням глибини впливу ударних БпЛА з потужною бойовою частиною на об’єкти противника, збільшенням швидкості БпЛА-перехоплювачів та висоти перехоплення ЗПН противника.

СИНТЕЗ СТРУКТУР БАЗ ДАНИХ ІЗ ВРАХУВАННЯМ ВИМОГ ДО ЗАХИСТУ ДАНИХ ВІД НЕСАНКЦІОНОВАНОГО ДОСТУПУ

С.В. Осієвський[1], к.т.н., доц.; Є.М. Лисенко[1];
Ю.О. Турінський[1]; О.О. Носков[2]
[1]Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба;
[2]Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації
імені Героїв Крут

Запропоновано рішення щодо постановки та розв’язання задач, пов’язаних із забезпеченням необхідного рівня захисту баз даних від несанкціонованого доступу (НСД) з врахуванням вимог та рекомендацій наведених у Законі України “Про внесення змін до деяких законів України щодо захисту інформації та кіберзахисту державних інформаційних ресурсів, об’єктів критичної інформаційної інфраструктури” (№ 4336-IX від 27.03.2025), Постанови Кабінету Міністрів України від 18.06.2025 № 712 “Деякі питання захисту інформаційних, електронних комунікаційних, інформаційно-комунікаційних, технологічних систем”, наказу Адміністрації Держспецзв’язку від 30.06.2025 № 409 “Про затвердження базового профілю безпеки системи, де обробляється відкрита або конфіденційна інформація”, наказ Адміністрації Держспецзв’язку від 11.07.2025 № 434 “Про затвердження Порядку ведення переліку авторизованих систем з безпеки”. Зазначені рішення пов’язані із загальноприйнятою системою

обробки даних, а саме централізованим зберіганням інформації в базах даних (БД) і децентралізованим використанням цієї інформації колективами користувачів. Таке рішення в співвідношенні з вищезазначеними вимогами породжують проблему забезпечення необхідного рівня захисту від навмисного або ненавмисного НСД, модифікації або руйнування даних зі сторони неавторизованих користувачів.

Запропоновано ввести формальні визначення механізмів захисту структур БД на основі яких сформовані моделі синтезу оптимальних механізмів захисту структур БД і системи захисту БД по критеріям ефективності, корельованими з рівнем захисту даних. До них віднесено: мінімум сумарного числа підсхем користувачів, мінімум сумарної довжини шляхів доступу до даних, мінімум об'єму пам'яті для зберігання локальних БД та ін. В якості обмежень при вирішенні задач синтезу використовуються обмеження системи управління базами даних (СУБД) (на довжину логічних записів, на кількість типів логічних записів ті ін.); технологічні обмеження (на об'єм оперативної пам'яті, на кількість локальних БД, на об'єм зовнішньої пам'яті для зберігання підсхем та локальних БД та ін.); обмеження цілісності даних (на кількість груп в логічних записах, на дублювання даних, на цілісність зв'язків) та ін.

Аналіз ефективності запропонованих механізмів захисту на різних рівнях подання інформації БД є складним і трудомістким процесом. Повну оцінку якості механізму захисту запропоновано отримати шляхом аналізу динаміки функціонування БД при реалізації множини запитів користувачів. При цьому важливим є перебір можливих множин альтернативних варіантів виконання запитів на складних структурах даних, які мають різні ступені секретності, а також врахування рівнів повноважень різних користувачів БД.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОЗРОБЛЕННЯ КЛАСИФІКАЦІЇ РІЧКОВИХ БЕЗЕКІПАЖНИХ АПАРАТІВ (СИСТЕМ, КОМПЛЕКСІВ)

В.В. Пальчиков; А.А. Соловйов; Г.І. Згода
Навчально-науковий випробувальний полігон
високотехнологічного озброєння та військової техніки

Російсько-українська війна, яка триває від 2014 року, надала поштовх розвитку нових технологій, зокрема тих, що застосовуються у

бойових діях на морі, та, у свою чергу, на військово-морське мистецтво. За умов чисельної та якісної переваги сил ворога, Військово-Морські Сили Збройних Сил України (далі – ВМС ЗС України) спільно з іншими військовими формуваннями Сил оборони України зуміли сформувати ефективну асиметричну відповідь, суттєво послабити спроможності чорноморського флоту російської федерації, деблокувати морські торговельні порти та забезпечити функціонування морського транспортного коридору у західній частині Чорного моря. Важливу роль у цьому відіграло застосування Силами оборони України морських безекіпажних апаратів (систем, комплексів) (далі – МбА(СК)).

З метою уніфікації зразків морських безекіпажних апаратів було створено тимчасову класифікацію МбА(СК)), які приймаються чи є на озброєнні ВМС ЗС України затвердженої наказом командувача Військово-Морських Сил Збройних Сил України від 10.05.2023 №73. Також було сформовано технічні вимоги до всіх класів МбА(СК)) затверджені міністром оборони України, що дозволило виробникам та замовникам узгодити спільну позицію щодо вимог до МбА(СК)) на етапах розробки, виготовлення та приймання на озброєння нових зразків.

На даний час наша держава успішно обороняється на півдні, відкинувши війська російської федерації на лівий берег Дніпра. Водночас противник намагається відновити наступальні дії на цьому напрямку. Завдає ударів по підрозділах Сил оборони України, здійснює удари по містах та цивільному населенню в Херсонській, Запорізькій та Дніпропетровській областях, зокрема у смузі вздовж правого берега річки Дніпро. Чи не щодня ворог намагається вести дії із захоплення островів у гирлі Дніпра та на інших ділянках річки в межах Херсонської області. Сили оборони активно використовують МбА(СК)) при плануванні та проведенні операцій на внутрішніх водоймах (річки, озера, лимани).

Слід зазначити, що вимоги до МбА(СК)) в річках суттєво відрізняються від використання в акваторії морів (глибини застосування, дальність ходу, габарити, корисне навантаження тощо) тому виробники та замовники зіткнулися з проблемою відсутності класифікації та технічних вимог до річкових безекіпажних апаратів (систем, комплексів) (далі – РбА(КС)).

З метою вирішення порушеного питання необхідно скласти класифікацію РбА(КС)), а також сформувати технічні вимоги, що дозволить створювати та ставити на озброєння нові зразки РбА(КС)).

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ РОЗПОДІЛУ ВОГНЕВИХ ЗАСОБІВ АРТИЛЕРІЇ ДЛЯ УРАЖЕННЯ НАЗЕМНИХ ЦІЛЕЙ

І.В. Пасько, к.т.н., с.н.с.
Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії

Аналіз роботи, яку виконують службові особи секції об'єднаної вогневої підтримки (ОВгП), показав, що одним із працевитратних етапів їх діяльності є розподіл сил і засобів ОВгП по об'єктах противника. Отже, виникає необхідність у розроблені відповідних інформаційно-розрахункових задач (ІРЗ) для створення спеціального програмного забезпечення автоматизованих робочих місць службових осіб групи планування секції ОВгП.

Розроблення описів постановок розрахункових задач можливе при наявності відповідного науково-методичного апарату. Слід зазначити, що на даний час розроблено (удосконалено) ряд методик, які дозволяють визначати потреби у силах та засобах ОВгП та оцінювати ефективність застосування засобів ОВгП. Разом з тим існуючий науково-методичний апарат розподілу визначених до ураження об'єктів противника між засобами ураження ОВгП потребує доопрацювання. Це пов'язано з тим, що відомі методики не враховують обмеження в ресурсі засобів ураження та боєприпасів, носять більш теоретичний характер, що не повною мірою задовольняє їх використання під час розроблення відповідних ІРЗ.

Запропонований методичний підхід складається із семи етапів. На першому етапі формується перелік часткових показників, які впливають на розподіл вогневих засобів артилерії для ураження наземних цілей, а також визначається узагальнений показник. Частковими показниками є: можливість ураження цілі вогневим засобом, витрата боєприпасів, час виконання вогневого завдання, вартість виконання вогневого завдання. Узагальнений показник – пріоритетність призначення вогневого засобу (комбінації вогневих засобів) для ураження цілі.

Другим етапом є оцінювання умов, які обмежують можливість застосування *i*-го вогневого засобу для ураження *j*-го об'єкта противника, а саме: досяжність до цілі; готовність підрозділу до виконання вогневого завдання; наявність необхідної кількості боєприпасів; загроза впливу противника тощо.

На третьому етапі, з урахуванням матриці відповідності вогневих засобів об'єктам ураження, формується матриця ефективності. Її рядки

відповідають засобам ураження, а стовпці – об’єктам ураження (з урахуванням коефіцієнтів важливості). Елементами зазначеної матриці є витрата боєприпасів, яка визначається відповідно до призначеного ефекту та характеристики цілі.

На четвертому етапі оцінюється можливість виконання вогневого завдання кожним вогневим засобом (визначається проміжок часу ведення вогню по цілі противника, протягом якого досягається бажаний результат відповідно до визначеного ефекту з мінімальними витратами і найменшими небажаними наслідками для вогневого засобу). Якщо один вогневий засіб не спроможний виконати вогневе завдання, то оцінюються комбінації різних вогневих засобів.

П’ятим етапом є уточнення матриці ефективності з урахуванням комбінації вогневих засобів.

На шостому етапі здійснюється визначення значення узагальненого показника пріоритетності призначення вогневого засобу (комбінації вогневих засобів) для ураження цілі з урахуванням показника вартість виконання вогневого завдання і проводиться ранжування його значень.

Результатом сьомого етапу є раціональний розподіл наявних вогневих засобів артилерійських підрозділів загальновійськової бригади для ураження наземних цілей.

Таким чином, запропонований мелодичний підхід є універсальним. Він ґрунтується на основі відомих методів і може бути реалізований у спеціальному програмному забезпеченні автоматизованих робочих місць службових осіб секції ОВгП. На відміну від існуючих, шляхом вибору нових (додаткових) часткових показників та узагальненого показника, а також застосування сучасних методів динамічного програмування для вирішення задачі розподілу неоднорідних ресурсів, він дозволяє забезпечити автоматизацію процесів цілерозподілу між засобами ураження.

ПЕРЕВАГИ ВПРОВАДЖЕННЯ МОДЕЛІ ZERO TRUST У СИСТЕМАХ КІБЕРЗАХИСТУ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

О.І. Пасько
Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії

Аналіз кіберінцидентів в електронних інформаційних ресурсах Збройних Сил України свідчить про стабільне зростання кількості кібератак на інформаційно-комунікаційні системи пунктів управління.

Крім того розробляються нові методи кібератак, які дозволяють зловмисникам обходити класичні системи захисту, зокрема фаєрволи, антивіруси та моніторингові сервіси.

Традиційні підходи до кіберзахисту базуються на моделі периметру, коли довіра автоматично надається всім, хто знаходиться всередині мережі. Проте, проникнувши в мережу, зловмисник може вільно переміщатися, отримувати конфіденційну інформацію та змінювати критичні дані. Тому впровадження концепції нульової довіри, що забезпечує багаторівневий контроль доступу, стає актуальним рішенням для мінімізації внутрішніх загроз.

Модель нульової довіри (Zero Trust model) – це багаторівнева стратегія, що не дозволяє автоматично довіряти користувачам, пристроям і службам, коли ті намагаються отримати доступ до корпоративних ресурсів, навіть у випадку, коли запит походить із внутрішньої інфраструктури, що за класичними моделями вважається "безпечним середовищем". Щоб підвищити рівень безпеки, система перевіряє користувачів під час кожного входу, навіть якщо вони авторизувалися раніше.

Основними перевагами від впровадження моделі Zero Trust є:

– зменшення ймовірності несанкціонованого доступу (ідентифікація та автентифікація здійснюються на основі кількох факторів, що ускладнює компрометацію системи);

– захист від витоку інформації (сегментація доступу та постійний аналіз поведінки користувачів дозволяють швидко виявляти аномальну активність);

– оперативне реагування на інциденти інформаційної безпеки (контроль дій відбувається у реальному часі та забезпечує швидку локалізацію загроз та ізоляцію скомпрометованих вузлів).

ЦЕНТРАЛІЗОВАНА ЦИФРОВА ПЛАТФОРМА ЯК ОСНОВА ДЛЯ РИЗИК-ОРІЄНТОВАНОЇ СЕРТИФІКАЦІЇ ПРОДУКЦІЇ ОБОРОННОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

О.М. Перегуда, к.т.н., с.н.с.; О.П. Черкес
Житомирський військовий інститут ім. С.П. Корольова

Цифрова трансформація сектору безпеки і оборони України, прискорена викликами повномасштабної війни, створює принципово нові вимоги до процедур сертифікації, випробувань і впровадження продукції

оборонного призначення.

В умовах повномасштабної війни виникає нагальна потреба у створенні нової, гнучкої та ефективної системи, здатної не лише прискорити впровадження інноваційних рішень у Силах оборони, а й гарантувати їх безпечне та надійне застосування. Ключовим інструментом для досягнення цієї мети є ризик-орієнтована модель сертифікації, в основі якої лежить централізована цифрова платформа.

Замість уніфікованого, повного циклу випробувань для всіх видів продукції оборонного призначення, ризик-орієнтована модель сертифікації дозволяє застосовувати адаптивний підхід. Основний принцип, покладений в основу цієї моделі, полягає в тому, що обсяг і складність сертифікаційних процедур залежать від класифікації продукту за ступенем ризику. Тому на початковому етапі для кожної інноваційної розробки проводиться детальний аналіз потенційних ризиків. На основі оцінки ризику формується індивідуальний план випробувань. Наприклад, для продукції із незначним ризиком може бути достатньо мінімального набору тестів, а для продукції із високим рівнем ризику (боєприпаси, критичні системи РЕБ) необхідно проводити повний спектр польових випробувань.

Замість одноразового рішення, пропонується поетапна сертифікація. Наприклад, надання сертифіката про відповідність для обмеженого застосування в бойових умовах. Це дозволяє збирати реальні дані про ефективність та надійність продукції, що є цінним для подальшої повної сертифікації. Сертифікація не є кінцевою точкою. Моніторинг продукції необхідно здійснювати протягом усього життєвого циклу, що дозволяє регулярно переоцінювати ризики на основі зібраних даних, особливо у разі внесення змін до її конструкції або програмного забезпечення.

Для реалізації ризик-орієнтованої моделі необхідна централізована цифрова платформа, що виступатиме як єдиний центр управління процесами сертифікації. Ця платформа має забезпечувати інтеграцію між усіма ключовими суб’єктами: Brave 1, МО України, ДНДІ ВС ОВТ, випробувальними центрами та науково-дослідними установами.

Основні модулі цифрової платформи:

“Оцінка ризиків”. На основі стандартизованих даних, наданих розробником, система присвоює продукту попередній “рейтинг ризику” (наприклад, низький, середній, високий).

Модуль “Управління випробуваннями”. Після визначення ризику модуль автоматично генерує індивідуальний план випробувань,

розподіляє завдання між випробувальними установами (полігонами, центрами), відстежує їх виконання та збирає результати тестування в єдину базу даних.

Модуль "Цифровий аудит" забезпечує абсолютну прозорість та незмінність даних. Кожна дія, рішення, зміна статусу або завантаження документації фіксується, що може бути реалізовано на технології блокчейн. Це запобігає маніпуляціям і дозволяє відтворити повну історію сертифікації продукції оборонного призначення. Модуль "Інтеграційний шлюз" забезпечує двосторонній обмін даними з іншими субєктами – платформою Brave 1, інформаційними системами Міноборони тощо.

У новій системі ДНДІВС ОВТ визначається як головний уповноважений орган з управління процесами сертифікації. Інститут перестає бути виключно виконавцем випробувань, перетворюється на центр стандартизації та управління ризиками. Його завдання – не лише проводити випробування, а й розробляти методологію оцінки ризиків та верифікувати результати, надані іншими установами.

Brave 1 слугує "першим фільтром", де ініціатори подають свої проєкти. Дані, зібрані Brave 1, автоматично передаються на централізовану платформу, що дозволяє системі провести попередню оцінку ризиків. Уповноважені особи МО України можуть відстежувати прогрес сертифікації в режимі реального часу і приймати обґрунтовані рішення на основі об'єктивних, верифікованих даних.

Впровадження ризик-орієнтованої моделі сертифікації, з використанням централізованої цифрової платформи дозволить значно скоротити терміни проходження кожного етапу сертифікації, одночасно опрацювати велику кількість інновацій, проводити моніторинг даних про процес сертифікації. Платформа призначена для збору та систематизації великих масивів даних Ці дані є основою для прийняття стратегічних рішень щодо розвитку озброєння та військової техніки.

ВИМОГИ ДО СТВОРЕННЯ ТРЕНАЖЕРНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ОПЕРАТОРІВ БПЛА НА ОПТОВОЛОКНІ

П.М. Піонтківський, к.т.н., с.н.с.; Р.В. Дзюбчук, к.т.н., с.н.с.
Житомирський військовий інститут ім. С.П. Корольова

З кожним роком російсько-української війни значення безпілотних авіаційних комплексів (БпАК) продовжує зростати та наразі БпАК є

критично важливими для ведення бойових дій та охорони критичної інфраструктури нашої держави. Особливу нішу займають БпАК з оптоволоконним каналом керування, які є невразливими до засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ). Проте ефективне управління ними вимагає висококваліфікованих операторів, які здатні працювати у складних умовах (зокрема вночі, в урбанізованій місцевості). Навчання виключно на реальних оптоволоконних безпілотних літальних апаратах (БпЛА) є економічно недоцільним, оскільки використане для польоту оптоволокно практично неможливо застосувати повторно. Крім того, на першому етапі польотної підготовки є велика ймовірність втратити БпЛА через обрив або заплутування оптоволокна. Шляхом вирішення зазначених проблемних питань є використання на початковому етапі підготовки операторів дронів на оптоволокні тренажерних комплексів, що дозволить знизити витрати та мінімізувати ризики втрати БпЛА.

Метою цієї доповіді є визначення основних вимог до створення тренажера, який моделює повноцінну роботу оператора БпЛА з оптоволоконним керуванням.

На відміну від БпАК із радіоканалом, БпЛА з оптоволокном мають вразливість до механічних пошкоджень каналу управління, що вимагає точного планування маршруту. Оператор повинен не лише керувати літальним апаратом, а й відстежувати положення кабелю в просторі, враховуючи рельєф, перешкоди та натяг. Це створює підвищені вимоги до навичок, технічної обізнаності та просторової уяви оператора.

Тренажерний комплекс має забезпечити підготовку операторів у максимально реалістичних умовах, з урахуванням специфіки оптоволоконного керування. Серед основних завдань – відпрацювання сценаріїв розгортання кабелю та правильне планування польоту з урахуванням обмеженого радіусу дії та можливості заплутування кабелю при різких маневрах та через фізичні перешкоди (дерева, будівлі, опори ліній електропередач тощо). Важливим є моделювання ситуацій, які можуть призвести до обриву кабелю, втрати зворотного зв’язку.

Крім того, комплекс повинен демонструвати вплив різноманітних механічних пошкоджень на роботу БпАК в цілому та на БпЛА зокрема. Навчання має супроводжуватися системою оцінювання дій оператора в реальному часі.

Тренажер повинен мати модульну архітектуру, що складається з програмної симуляційної платформи та апаратного інтерфейсу, наближеного до реальної станції управління. Програмна частина має

включати модуль візуалізації польоту, модель оптоволоконного кабелю, алгоритми фізики переміщення волокна, а також систему сценарного моделювання. Апаратна частина повинна містити реалістичні органи керування, монітори з панелями навігації, тактичної ситуації та телеметрії. Інтеграція з базою сценаріїв та тренажерною аналітикою дозволить системі адаптуватися до рівня підготовки оператора. Крім того, необхідно передбачити можливість підключення до мережевої платформи для групового тренування або інструкторського контролю.

Для створення реалістичного середовища тренажер має використовувати 3D-моделі ландшафтів, побудовані на основі геоінформаційних даних. Мають бути змодельовані такі фактори, як рельєф, тип ґрунту, наявність рослинності, перешкод (дерева, житлова забудова). Крім фізичних умов, важливо враховувати погодні фактори (вітер, дощ, туман), які впливають як на політ дрона, так і на кабель. Середовище має включати загрози: вогневе ураження, перешкоди для кабелю. Важливою функцією є динамічність середовища – можливість зміни ситуації у реальному часі для формування адаптивного мислення у оператора.

Основними метриками ефективності тренажера БпЛА на оптоволокні є: точність управління, швидкість прийняття рішень, дотримання маршруту, ефективність уникнення пошкодження кабелю, стійкість до стресових факторів, здатність діяти в умовах раптової зміни ситуації, взаємодія з іншими членами екіпажу. Навчання має проходити поетапно – від ознайомчого рівня до складних місій з використанням сценаріїв, близьких до бойових. Система має надавати зворотний зв’язок у вигляді звітів, графіків, записів дій для розбору помилок. Ефективність підготовки підтверджується через досягнення ключових показників за стандартизованими критеріями.

Розробка тренажерів БпЛА на оптоволокні є стратегічно важливим завданням для якісної підготовки операторів дронів, яке забезпечить скорочення витрат та зменшення зношення техніки під час навчання.

Надалі можливе впровадження інтелектуальних систем, які адаптуватимуть рівень складності завдань до навичок оператора. Перспективною є сертифікація тренажерів за міжнародними стандартами, що дозволить інтегрувати їх у системи навчання НАТО.

Загалом, розроблення такого тренажера відкриває новий рівень у підготовці операторів автономних систем.

ПОРЯДОК ФОРМУВАННЯ ЕФЕКТИВНИХ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-БОЙОВИХ ПІДРОЗДІЛІВ, ЯК ЗАПОРУКА ПОЗИТИВНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИПРОБУВАНЬ В БОЙОВИХ УМОВАХ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

Є.О. Поринос; В.В. Коломієць
Навчально-науковий випробувальний полігон
високотехнологічного озброєння та військової техніки

У динамічній картині війни та сучасних військових операцій, що постійно змінюються, формування експериментально-бойового підрозділу відіграє вирішальну роль у вдосконаленні військових сил і засобів та забезпеченні оперативної готовності військ. Ці підрозділи призначені для перевірки нових технологій, тактик і методик у реальних бойових умовах, надаючи цінну інформацію і зворотний зв’язок для удосконалення майбутніх військових стратегій. Тому ми розглянемо процес формування таких підрозділів, висвітлимо ключові кроки та міркування.

Актуальність дослідження обумовлена можливістю покращити військово-економічну ефективність та результативність проведення випробувань новітніх видів озброєння та способів ведення бойових дій в бойових умовах.

Метою доповіді є узагальнення та аналіз досвіду проведення випробувань експериментально-бойовими підрозділами в бойових умовах для можливого покращення результативності експериментально-бойових підрозділів на етапі їх створення.

Першим кроком у формуванні експериментально-бойового підрозділу є визначення конкретної потреби або завдання, яке підрозділ буде вирішувати. Це може варіюватися від випробування нових систем озброєнь до розробки інноваційних тактичних підходів. Процес ідентифікації, як правило, передбачає всебічний аналіз поточних військових сил і засобів, потенційних прогалин або сфер, які потребують вдосконалення. Внесок різних зацікавлених сторін, включаючи військових, дослідників, експертів та виробників має вирішальне значення на цьому етапі. Підбір особового складу для експериментально-бойового підрозділу є відповідальним етапом. Підрозділ повинен складатися з висококваліфікованих і досвідчених людей, здатних діяти в різних середовищах і за різних умов. Сюди повинні входити військовослужбовці, що мають бойовий досвід (бойовий підрозділ), вчені (група науково-технічного супроводження), інженери та інші технічні експерти (група

представників підприємства). Процес відбору має бути зосереджений на виявленні людей з необхідними знаннями, практичними навичками, адаптивністю та готовністю працювати в бойових умовах. Перед розгортанням експериментально-бойового підрозділу необхідна ретельна підготовка та навчання. Це включає ознайомлення підрозділу з новими технологіями, тактикою та процедурами, які будуть апробовані. Навчальні програми можуть включати моделювання, живі вправи та теоретичні інструкції, щоб переконатися, що всі члени підрозділу добре підготовлені до майбутніх завдань. Крім того, підрозділ може проходити спеціалізовану підготовку для підвищення своєї здатності діяти в конкретних умовах та в бойових умовах. Забезпечення необхідним обладнанням та матеріалами є критично важливим аспектом формування ЕБП. Це включає отримання нової зброї, транспортних засобів, систем зв'язку та інших технологій, які будуть випробовуватися. Процес забезпечення може включати співпрацю з логістичною службою, науково-дослідними установами та іншими зацікавленими сторонами, щоб забезпечити підрозділ доступом до найновішого та найсучаснішого обладнання. Крім того, необхідно організувати логістичну підтримку, таку як транспортування та технічне обслуговування, щоб забезпечити безперебійну роботу озброєння та військової техніки в бойових умовах. Як тільки ЕБП повністю сформований і підготовлений, починається експериментальний етап. Це передбачає розгортання підрозділу в контрольованому середовищі або в бойових умовах для перевірки визначених технологій, тактики або методик. Після експериментального етапу проводиться ретельна оцінка результатів. Це передбачає аналіз даних, зібраних під час експерименту, оцінку ефективності нових технологій і тактики, а також збір даних від персоналу підрозділу. Процес оцінювання повинен бути об'єктивним і всеосяжним, враховувати як успіхи, так і проблеми, що виникли в ході експерименту. Завершальним етапом формування та функціонування експериментального бойового підрозділу є звітування та аналіз результатів.

Формулюючи висновки можемо говорити про те , шо формування ЕБП є складним і багатогранним процесом, який потребує ретельного планування, координації та чіткого виконання процедури. Дотримуючись кроків, окреслених вище, дасть можливість ефективно випробовувати і оцінювати нові технології, озброєння, тактики і методики, що в кінцевому підсумку підвищує оперативну спроможність і готовність збройних сил. Знання, отримані в результаті цих експериментів, є неоціненними для формування майбутніх військових операцій і забезпечення того, щоб

збройні сили залишалися в авангарді технологічних і тактичних інновацій.

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ВІЙСЬКОВИХ КОНФЛІКТАХ: ПРИКЛАД УКРАЇНИ

В.В. Рагулін; О.В. Фесюн
Навчально-науковий випробувальний полігон
високотехнологічного озброєння та військової техніки

Україна використовує технологію безпілотників більше, ніж її супротивник. Однією з причин цієї переваги є комплексний підхід України до технологічних інновацій, за якого приватний сектор, громадянське суспільство, наукові кола та уряд об’єднали зусилля, щоб використовувати сприятливу внутрішню технологічну екосистему для надання швидких рішень військовим.

Яскравим прикладом інноваційної екосистеми України є ініціатива “Армія дронів”. Ініціатива передбачає швидкий обмін інформацією між операторами дронів та розробниками на полі бою, використання державного та зростаючого приватного фінансування, а також, що найважливіше, масштабування виробництва та навчання.

Іншим показовим прикладом української моделі є стартап Iziviz, який до війни виробляв дрони для інспекцій у будівельному секторі, а зараз надає безпілотні літальні апарати для потреб української армії. Іншим прикладом є відома команда “Аеророзвідка”, яка розпочала свою діяльність у 2014 році як група волонтерів-ентузіастів безпілотників та ІТ, а зараз є структурованою неурядовою організацією (НУО), яка надає безпілотники та спеціальне навчання українським збройним силам. Багато інших приватних шкіл безпілотників та НУО навчають тисячі пілотів БПЛА для армії. Завдяки постійним експериментам, швидкому вдосконаленню та використанню цивільних квадрокоптерів, а також інших невеликих військових дронів, українські військові розробили надійні концепції операцій та тактичні, технічні і процедурні заходи (ТТР), які з лютого 2022 року були ще більше вдосконалені для боротьби з російськими військами.

Завдяки доступності невеликих комерційних БПЛА, українські війська аж до рівня взводу мають доступ до постійної тактичної розвідки, спостереження та рекордних даних (ISR). Це означає кращу обізнаність про ситуацію, покращену координацію з сусідніми підрозділами та більш точну артилерійську підтримку, серед інших переваг. Краща обізнаність

про ситуацію може бути використана для використання можливостей, а органічні можливості ISR дозволяють невеликим підрозділам зберігати значну оперативну гнучкість навіть у разі порушення зв'язку.

Мабуть, найважливіше, що надзвичайна роль, яку відіграють невеликі дрони, спонукала до безпрецедентних реформ у структурі українських збройних сил, зокрема: створення повноцінної "армії дронів", що складається з 60 нових ескадрилій ударних дронів – принаймні одна в кожній бригаді – під керівництвом окремого штабу та командирів; засекречені оновлення військової доктрини країни з метою повного використання військового потенціалу дронів; створення нових інституційних органів, таких як нова рада в Міністерстві оборони України, яка координуватиме придбання та постачання БПЛА, з бюджетом у 540 мільйонів доларів у 2023 році.

Загалом, завдяки низькій ціні, простоті у використанні та широкій доступності, комерційні дрони продовжуватимуть відігравати важливу роль в Україні та інших майбутніх конфліктах поряд із системами військового рівня. Однак комерційні БПЛА зазвичай мають гірші характеристики в плані дальності, корисного навантаження, якості датчиків тощо і несуть ризики з точки зору шифрування та вразливості до РЕ.

На українському полі бою спостерігається конвергенція глобальних великих технологічних компаній, ентузіастів-волонтерів, НУО та приватного сектору, які відіграють важливу роль у розробці рішень військових завдань і, таким чином, формують військові результати проти агресора, який напередодні вторгнення мав удесятеро більший оборонний бюджет. Прикладів безліч. Сили Києва використовували комерційні супутникові знімки, надані приватними компаніями, такими як Maxar Technologies і Capella Space, для моніторингу нарощування російських сил і поліпшення оперативного планування. Оновлення трафіку на картах Google допомогли українським військовим відстежувати рухи і логістику росії.

Тисячі низькоорбітальних супутникових комунікаційних терміналів Starlink дозволили українським підрозділам, цивільним органам влади та домогосподарствам підтримувати зв'язок попри інтенсивну кібератаку та електронну війну з боку росії. Starlink також став ключовим фактором, що дозволив використовувати безпілотні літальні апарати в умовах, коли GPS-сигнал був практично недоступний. Незважаючи на обмеження, накладені холдинговою компанією SpaceX Ілона Маска, українці змогли

знайти обхідні шляхи. Крім того, дрони були інтегровані в хмарну комплексну цифрову карту ситуаційної обізнаності під назвою “Дельта”. Цей інструмент, розроблений українськими військовими за рахунок стартового капіталу з трастового фонду НАТО, надає детальну картину лінії фронту, забезпечуючи інформацію про місцезнаходження українських і російських підрозділів у режимі реального часу та відстежуючи зміни на основі введених користувачем даних. Delta доступна як для стратегічного штабу, так і для тактичних підрозділів і об’єднує інформацію з різних джерел та розподілених датчиків за лінією фронту та за її межами, включаючи ISR від БПЛА, смартфонів, радарів, супутникових знімків та відкритих джерел інформації (OSINT).

Цей інноваційний інструмент ситуаційної обізнаності, в свою чергу, може живити спеціальне програмне забезпечення, яке допомагає збирати розвіддані, вести спостереження та наводити артилерійський вогонь, відстежувати рухи ворога та координувати дії українських військ. Такі інструменти, як GIS Arta для артилерії та додаток Kropyva “Кропива” на базі Android, наприклад, дозволяють військовим швидко обмінюватися координатами ворожих підрозділів, які негайно атакуються найближчою артилерійською батареєю.

Ці програмні додатки значно прискорили процес наведення вогню в Україні, підвищивши своєчасність і ефективність та скоротивши розрив в одній з очікуваних військових переваг росії. Додаток “Кропива”, розроблений українською НУО “Армія SOS” за підтримки США в 2014 році, має зручний інтерфейс, працює на планшетах Android і може також використовуватися підрозділами протиповітряної оборони та бронетанковими підрозділами на тактичному рівні. Логічно, що безпілотні літальні апарати є основним компонентом цих додатків.

Останнім часом українські розробники дронів зосередилися на зменшенні ще однієї переваги росії – численних потужних радіоелектронних заглушок. За підтримки уряду, який надає технічні дані про поле бою, виробники та програмісти працюють над рішеннями на основі штучного інтелекту, які дозволять невеликим дронам вражати визначені цілі навіть після втрати зв’язку. Інші вдосконалення включають безшумні двигуни та конструкції, що зменшують видимість та електронні сигнали. Ці приклади підтверджують, що ефективність БПЛА залежить від їх інтеграції в комплексну архітектуру управління боєм, яка використовує синергію між різними можливостями та технологіями, такими як: об’єднана розвідка з різних джерел; інструменти штучного

інтелекту; електронна війна; стійкі комунікаційні мережі; тактичне командування та контроль; інтегровані мережі вогню.

У випадку України створення цієї архітектури управління боєм є результатом багаторічного унікального досвіду, перевіреного в польових умовах, створення спеціалізованої робочої сили, здатної керувати такими розробками, та реакції всього суспільства на російську агресію.

НАПРЯМИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АРТИЛЕРІЙСЬКОЇ РОЗВІДКИ ШЛЯХОМ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ НАЯВНИХ СИЛ І ЗАСОБІВ

В.В. Редька
Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії

У сучасних умовах ведення бойових дій артилерійська розвідка відіграє ключову роль у забезпеченні виконання вогневих завдань. Ефективність її функціонування значною мірою залежить не лише від технологічної оснащеності, але й від рівня організації, взаємодії та оптимального використання наявних технічних і людських ресурсів. У даній роботі розглядаються напрями підвищення ефективності артилерійської розвідки шляхом раціонального застосування існуючих сил і засобів з урахуванням оперативних, організаційних і тактичних чинників.

Артилерійська розвідка забезпечує збір, оброблення та передачу інформації про виявлені об’єкти противника. Успішність виконання завдань з ураження цілі прямо залежить від точності й оперативності отриманих розвідувальних даних. З огляду на обмежений ресурс сил і засобів у підрозділах артилерійської розвідки особливого значення набуває питання раціонального використання наявних технічних засобів розвідки, інформаційних систем та персоналу.

Основними напрями вдосконалення артилерійської розвідки є:

– оптимізація використання розвідувальних засобів за рахунок раціонального застосування елементів розвідки (це дозволяє досягти максимального ефекту без значного збільшення витрат, наприклад, БпЛА можуть здійснювати оперативну розвідку без необхідності фізичного наближення спостерігачів до переднього краю);

– створення єдиної системи обміну розвідувальними даними (застосування інформаційних систем типу “Кофеїн”, “Карма”, “Дельта”

дозволяють узагальнювати розвідувальну інформацію, отриману від БпЛА, РЛС та наземних постів, що суттєво скорочує час цикл “розвідка-ураження”);

– підготовка операторів та службових осіб органів управління (тренування в умовах, наближених до бойових, моделювання реальних ситуацій тощо);

– вибір позицій для розміщення технічних засобів та спостережних пунктів (переміщення, маскування, мобільність та імітаційні засоби (муляжі) може підвищити живучість засобів артилерійської розвідки в умовах активного застосування противником засобів РЕБ та високоточної зброї).

Сучасні збройні сили дедалі частіше переходять до концепції мережево-центричних операцій, де об’єднані у мережу всі учасники бойових дій.

У цьому контексті артилерійська розвідка має виконувати роль інформаційного вузла, що інтегрує розвіддані та передає їх у реальному часі до вогневих підрозділів.

Основними напрямами підвищення ефективності функціонування засобів артилерійської розвідки та інформаційних систем пунктів управління можуть бути:

– впровадження мобільних додатків для передачі координат цілей із планшетів спостерігачів;

– уніфікація програмного забезпечення інформаційних систем розвідувальних та вогневих підрозділів;

– регулярне оновлення картографічних матеріалів та баз даних про об’єкти противника;

– застосування штучного інтелекту для аналізу розвідувальних даних та планування артилерійської розвідки;

– створення змішаних розвідувальних груп (людина + БпЛА + технічні засоби).

Таким чином, раціональне використання наявних сил і засобів артилерійської розвідки дозволяє не лише зберегти ресурси, а й суттєво підвищити ефективність бойового застосування артилерії. Інтеграція систем, підвищення кваліфікації персоналу, правильне тактичне розміщення комплексів (засобів) артилерійської розвідки та впровадження сучасних технологій – це основні напрями, які можуть забезпечити перевагу на полі бою навіть в умовах обмежених ресурсів.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАХИЩЕНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ НА ОСНОВІ CET-ОПЕРАЦІЙ КЕРОВАНИХ ІНФОРМАЦІЄЮ

В.М. Рудницький[1], д.т.н., проф.; В.В. Ларін[1], к.т.н., доц.;
С.О. Тишко[1], к.т.н., доц.;
І.А. Таран[2], к.т.н., доц.; П.М. Піонтківський[3], к.т.н., с.н.с.
[1]Державний науково-дослідний інститут
випробувань та сертифікації озброєння і військової техніки;
[2]Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба;
[3]Житомирський військовий інститут ім. С.П. Корольова

Збереження інформаційного ресурсу, який циркулює в режимі реального часу в системі випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, розглядається як пріоритетний напрямок при розгортанні захищеної системи управління, оскільки більшість пристроїв, які входять у мережу, фізично доступні в реальному світі і багато хто з них обмежені в ресурсах (таких як енергія, пам'ять, обчислювальна потужність і навіть фізичний простір). Тому дослідження захищеної системи управління на основі CET-операцій керованих інформацією є актуальним науковим напрямком.

Для існуючих варіантів побудови сучасних криптографічних систем необхідно забезпечити управління процесом обробки інформації на основі використання ключа. Тобто унікальність ключової послідовності забезпечує унікальність отриманої шифрограми. Перевага даного підходу базується на можливості використання відомих криптостійких алгоритмів шифрування. Для таких криптографічних систем стійкість шифрограми залежить від алгоритму шифрування і ключової послідовності. Значне підвищення криптографічної стійкості можливе при побудові криптоалгоритмів управління якими буде реалізоване як ключовою послідовністю, так і інформацією яка зашифровується. Для таких систем стійкість шифрограми буде залежати від алгоритму шифрування, від ключової послідовності і інформації, яку необхідно зашифрувати. В якості алгоритму шифрування застосовується удосконалений метод синтезу двохоперандних двохрозрядних операцій криптографічного перетворення, який забезпечує моделювання операцій на основі дублювання одноопераднних двохрозрядних операцій базової групи, що забезпечує розширення спектру операцій придатних для застосування в криптоалгоритмах потокового і блокового шифрування.

Не зважаючи на всі переваги, розроблений метод має певні

особливості, а саме реалізує побудову лише 240 двохоперандних двохрозрядних операцій криптографічного перетворення із 576 операцій які можуть бути синтезованими за результатами обчислювального експерименту, забезпечує побудову операцій оберненого криптографічного перетворення опираючись на результати обчислювального експерименту. Не зважаючи на те, що реалізація даного методу вдвічі простіша за прямий синтез взаємопов’язаних пар операцій за результатами експерименту практичне його застосування для генерації операцій викликає практичні складності.

На основі проведеного аналізу можна констатувати, що застосування різних сценаріїв шифрування при однакових моделях операцій прямого криптоперетворення вимагає використання різних моделей операцій оберненого криптоперетворення. Крім того різні сценарії перетворення вимагають різної кількості операцій для їх реалізації. Виходячи з цього можна стверджувати, що сумісне застосування різних сценаріїв шифрування ускладнить задачі криптоаналізу для злому шифру в якому використовуються операції криптоперетворення. Незалежно від сценарію шифрування не встановлено закономірностей, які забезпечують прямий перехід від моделей двохоперандних двохрозрядних операцій прямого криптоперетворення до відповідних їм моделей оберненого криптоперетворення.

ЗАСТОСУВАННЯ ПАСИВНОЇ ЛОКАЦІЇ У СИСТЕМАХ НАВЕДЕННЯ DEEP STRIKE БПЛА В УМОВАХ ПРОТИДІЇ ЗАСОБІВ ППО ТА РЕБ

А.Г. Салій[1], к.військ.н., проф.; М.Ю. Миронюк[1], к.військ.н., ст.досл.; В.О. Кошка[1]; Д.В. Крівцов[2]; С.А. Лук’яненко[2]
[1]Національний університет оборони України;
[2]Факультет перепідготовки та підвищення кваліфікації авіаційного персоналу Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

На сучасному етапі розвитку бойових дій Deep Strike БпЛА продовжують ефективно виконувати завдання нанесення ударів у глибокому тилу. Проте, з часом, противник адаптував свою систему протидії, розгорнувши ешелоновану систему протиповітряної оборони (ППО) та радіоелектронної боротьби (РЕБ), що істотно знижує результативність традиційних підходів до застосування БпЛА. Виникає

потреба у реалізації нових програмно-технічних рішень, які б дозволили дронам самостійно здійснювати пошук, ідентифікацію та наведення на джерела випромінювання (ДВ) без використання активного каналу зв'язку або GNSS-навігації. Метою дослідження було обґрунтування доцільності впровадження методів пасивної локації у систему наведення і управління Deep Strike БпЛА з урахуванням характеристик операційного середовища.

Операційне середовище застосування Deep Strike БпЛА передбачає вплив засобів ППО, РЕБ, використання тактики "вимкнених радарів" та постійне маневрування засобів ППО. За таких умов БпЛА повинні функціонувати автономно (режим "запустив-забув") із можливістю визначати координати джерела електромагнітних або звукових випромінювань – основних демаскуючих ознак військових об'єктів. Досліджено три основні методи пасивної локації:

– кутомірний (тріангуляційний),

– різницево-далекомірний,

– кутомірно-різницево-далекомірний.

Для кожного методу проаналізовано можливості інтеграції в бортову апаратуру Deep Strike БпЛА, за такими показниками: технічна здійсненність, потенціал до масового виробництва, прогнозована вартість та стійкість до впливу РЕБ. Тріангуляційна система наведення та управління БпЛА, технічно здійсненна, але потребує використання щонайменше двох взаємодіючий БпЛА, що створює критичні вразливості у разі втрат одного із БпЛА або зв'язку між ними. Різницево-далекомірний метод, заснований на визначенні часових затримок сигналів ДВ, дозволяє визначати координати цілі на площині з достатньою точністю за умови синхронізації сенсорів приймальних станцій. Кутомірно-різницево-далекомірний метод забезпечує високу точність у складних умовах, однак підвищить вартість виробу за рахунок встановлення додаткової РСЛ і зменшує корисне навантаження або дальність польоту. Порівнявши всі згадані фактори, найбільш оптимальним є створення різницево-далекомірної бортової системи наведення і управління БпЛА.

З метою підвищення ефективності Deep Strike БпЛА в умовах протидії ППО та РЕБ доцільно продовжити дослідження питання створення і випробування різницево-далекомірної бортової системи наведення і управління БпЛА. Для цього пропонується обладнати один із існуючих Deep Strike БпЛА комплектом сенсорів та відповідною реєструючою апаратурою з програмним забезпеченням. Отримані дані

дозволять практично оцінити точнісні характеристики різницево-далекомірної бортової системи наведення і управління БпЛА та будуть використані при розробці алгоритмів наведення і управління Deep Strike БпЛА в умовах протидії засобів ППО та РЕБ.

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО СЕРТИФІКАЦІЇ БПЛА В УМОВАХ ІНТЕНСИВНОГО РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЙ

Д.В. Салій; Н.А. Бедрій
Житомирський військовий інститут ім. С.П. Корольова

Сьогоднішній розвиток безпілотних літальних апаратів (БпЛА) вимагає оперативного вдосконалення системи їх сертифікації. Актуальність проблеми обумовлена зростаючою кількістю БпЛА в цивільному та військовому секторах, а також необхідністю забезпечення їхньої безпеки, ефективності та взаємодії з існуючими системами управління повітряним рухом. Метою тези є аналіз сучасних підходів до випробувань та сертифікації БпЛА в умовах стрімкого технологічного прогресу.

Проблема сертифікації БпЛА охоплює питання оцінки льотної придатності, безпеки експлуатації, кіберзахисту, а також інтеграції в національні повітряні простори. Основний аспект полягає у відсутності уніфікованої міжнародної нормативної бази, що призводить до неоднорідності вимог у різних країнах.

Останні тенденції вказують на спроби адаптувати традиційні стандарти авіаційної безпеки до специфіки безпілотних систем, включаючи використання цифрових технологій, моделювання, штучного інтелекту. Наголос робиться на важливості випробувань у реальних умовах та поступової гармонізації стандартів сертифікації між різними юрисдикціями.

Крім того, значну увагу слід приділяти питанням кібербезпеки в контексті сертифікації. З огляду на широке використання каналів зв’язку, навігаційних систем та телеметрії, БпЛА є потенційно вразливими до несанкціонованого втручання. Сучасні підходи до сертифікації повинні враховувати ризики кібератак, створювати умови для перевірки на стійкість до зовнішнього впливу, зокрема – у бойових умовах. Важливим аспектом є впровадження вимог до шифрування переданих даних та систем виявлення і реагування на спроби втручання у керування.

Ще одним важливим напрямом є сертифікація програмного забезпечення, що керує БпЛА. Автоматизовані системи управління, які базуються на алгоритмах штучного інтелекту або машинного навчання, потребують окремої уваги. Вони повинні бути ретельно протестовані на предмет коректної поведінки у непередбачених ситуаціях, а також проходити валідацію на предмет відповідності заявленим функціям. Це дозволить мінімізувати ризики, пов'язані з автономною роботою безпілотників.

У сучасних умовах розвитку бойових дій та змін у воєнній доктрині, БпЛА відіграють дедалі важливішу роль як у розвідці, так і в ударних операціях. Тому актуальною є також сертифікація підсистем навігації, систем виявлення перешкод, та каналів обміну інформацією між різними платформами — для забезпечення взаємодії між БпЛА та іншими елементами бойового управління. Створення єдиного інформаційного середовища для бойових платформ є одним з викликів сучасного технічного розвитку, який має знайти відображення в сертифікаційних вимогах.

Не менш важливою є екологічна складова. Оцінка впливу БпЛА на навколишнє середовище, зокрема на шумове забруднення, використання акумуляторних систем живлення та матеріалів конструкції, також має враховуватись при сертифікації. Це особливо актуально для цивільного сектору, де впровадження дронів відбувається в умовах щільної урбанізації.

У підсумку можна зазначити, що ефективна сертифікація БпЛА вимагає комплексного підходу, що охоплює технічні, правові, безпекові, екологічні та етичні аспекти. Необхідність адаптації існуючих норм до специфіки новітніх технологій, а також розробка гнучкої моделі сертифікації, здатної швидко реагувати на зміни в галузі, є передумовою для безпечного, ефективного і масштабного використання безпілотних технологій як у цивільній, так і військовій сферах.

Удосконалення підходів до сертифікації БпЛА є критично важливим фактором для їх безпечного та масового впровадження. Необхідно активізувати розробку національних стандартів із врахуванням міжнародного досвіду, сприяти міжвідомчій співпраці та впроваджувати інноваційні методи випробувань і валідації.

Такий підхід забезпечить як надійність БпЛА, так і відповідність сучасним викликам в галузі безпеки.

ОБҐРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТА СКЛАДУ РОЗВІДУВАЛЬНО-УДАРНИХ КОМПЛЕКСІВ, ЯКІ СТВОРЮЮТЬСЯ НА ОСНОВІ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

А.А. Седляр, к.військ.н., с.н.с.;
Д.О. Соломатін, к.військ.н., с.н.с.;
В.М. Пасічник, к.військ.н.;
О.І. Луцевят; С.В. Ільницький
Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України

У сучасних умовах ведення бойових дій значно зростає роль високотехнологічних засобів ведення розвідки та ураження противника. Безпілотні літальні апарати (БпЛА) можуть стати ключовим елементом у створенні розвідувально-ударних комплексів (РУК), які поєднують функції виявлення, ідентифікації цілей та їх вогневого ураження. Визначення складу таких комплексів є актуальним завданням для досягнення максимальної бойової ефективності за мінімальних витрат ресурсів. Найбільш наочним підтвердженням цьому є досвід широкомасштабної російсько-української війни, в якій частка безпілотних засобів на полі бою суттєво збільшена, а їхні роль і місце в операціях (бойових діях) значно посилені. Наразі немає РУК на БпЛА, тому обґрунтування основних характеристик та складу для майбутніх РУК є актуальним.

РУК – це інтегрована система, що об’єднує різні типи засобів ураження, пункти управління, засоби зв’язку та розвідки і функціонує як єдине ціле для забезпечення ураження об’єктів противника в режимі реального часу.

У цьому дослідженні розглядається глибина дії до 200 км. Слід зазначити, що у зв’язку з вимогою щодо забезпечення дальності дії РУК до 200 км від лінії бойового зіткнення (ЛБЗ) виникає потреба у визначенні радіуса дії БпЛА, що є у його складі.

Радіус дії для БпЛА разового застосування – це відстань, яку він має подолати для виконання бойового завдання з розвідки та/або ураження цілі, що перебуває в районі відповідальності РУК на максимальному віддаленні від місця пуску (старту) цього БпЛА. Визначення мінімально необхідного радіуса дії БпЛА має здійснюватися з урахуванням необхідності уникнення вогневого ураження наземних елементів РУК з

боку вогневих засобів противника (насамперед артилерії, реактивних систем залпового вогню та FPV-дронів), прокладання маршруту польоту поза зонами ППО противника під час прямування до об'єкта удару, дорозвідки цілі у режимі баражування над районом її розташування.

Для забезпечення уникнення вогневого ураження наземних елементів РУК необхідно брати до уваги такі фактори, як максимальна дальність стрільби вогневих засобів противника (насамперед артилерії, реактивних систем залпового вогню та FPV-дронів) та мінімальна віддаленість їхніх стартових (вогневих) позицій від ЛБЗ.

Основними особливостями польоту БпЛА під час виконання бойових завдань є політ поза зонами ППО противника та дорозвідка цілі в районі її можливого розташування для завдавання більш точних ударів. Досвід застосування БпЛА разового застосування типу "Шахед" по території України свідчить про те, що подібні БпЛА після перетинання ЛБЗ і прямування до об'єкта удару можуть мати довготривалі довільні маршрути польоту із частою зміною курсу та висоти. Для реалізації такої тактики дальність польоту БпЛА разового застосування має значно перевищувати їхній радіус дії.

У цьому дослідженні автори представили власний погляд на визначення потрібних характеристик та складу розвідувально-ударних комплексів, які створюються на основі безпілотних літальних апаратів. Встановлено, що для перекриття всього району відповідальності РУК площею 30000 км^2 інтегрованою зоною розвідки необхідно щонайменше 4 розвідувальних БпЛА. Зважаючи на протидію системі ППО противника, кількість розвідувальних БпЛА має бути збільшено вдвічі. Тобто у складі РУК доцільно мати до 8 розвідувальних БпЛА. Для забезпечення можливості одночасного управління 24 БпЛА РУК має налічувати у своєму складі до 4 розвідувально-ударних безпілотних авіаційних комплексів (БпАК) (у складі яких не менше 2 розвідувальних БпЛА та не менше 4 ударних БпЛА) зі своїми пунктами управління.

Для участі військовими частинами (підрозділами), які будуть озброєні таким РУК, в операції тривалістю 5–7 діб з метою ураження усіх типових для нього об'єктів удару у визначеному районі відповідальності для РУК має бути передбачено певний резерв БпЛА. У складі цього резерву мають бути ударні БпЛА за такими варіантами: 64–68 ударних БпЛА разового застосування; 32–42 ударних БпЛА багаторазового застосування.

ПЕРСПЕКТИВНІ МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ МУЛЬТИКОПТЕРНОГО ТИПУ

В.А. Сівак, д.т.н., проф.; С.В. Рудніченко;
М.М. Геращенко
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Застосування сучасних інноваційних методів до контролю технічного стану (далі – ТС) безпілотних авіаційних комплексів мультикоптерного типу (далі – БпАК МкТ) на етапах життєвого циклу активно впроваджується провідними країнами, які є лідером у сфері безпілотних технологій. Завдяки цьому забезпечується висока ефективність, надійність і бойова готовність авіаційних систем.

У цьому контексті одним із ключових напрямів забезпечення працездатності БпАК МкТ виступає впровадження перспективних методів контролю ТС. Такі підходи дозволяють не лише продовжити строк служби систем, але й значно підвищити їхню ефективність в умовах бойового застосування.

Зокрема, актуальними є методи що базуються на використанні телеметричного контролю технічних характеристик, елементів штучного інтелекту і алгоритмів машинного навчання, інтегрованих систем самодіагностики, неруйнівного контролю структурних елементів, цифрових двійників тощо. Таке поєднання інноваційних підходів формує комплексну систему контролю ТС БпАК МкТ на всіх етапах життєвого циклу.

Метод телеметричного контролю технічних характеристик виступає базовою складовою системи контролю технічного стану БпАК МкТ. Його застосування забезпечує безперервне збирання, передачу та аналіз інформації про стан основних систем у режимі реального часу. Це, у свою чергу, дозволяє не лише оперативно реагувати на відхилення в роботі, але й накопичувати статистичні дані для подальшого аналізу та вдосконалення систем управління та обслуговування, що сприяє підвищенню надійності, безпеки та ефективності експлуатації БпАК МкТ.

Метод використання елементів штучного інтелекту і алгоритмів машинного навчання дозволяє автоматизувати процеси прийняття рішень, адаптуватися до змінних умов середовища та забезпечувати більш точне

управління польотом. Інтеграція штучного інтелекту та машинного навчання у БпАК МкТ сприяє підвищенню автономності, точності та ефективності їхньої роботи, що є ключовими факторами для успішного виконання завдань у різних (іноді досить екстремальних) умовах експлуатації.

Метод використання інтегрованих систем самодіагностики забезпечує оперативне виявлення несправностей та підвищує надійність експлуатації таких систем. Застосування цього методу дає змогу здійснювати постійний моніторинг ТС критичних компонентів БпАК МкТ, зокрема двигунів, приводів, акумуляторних батарей та сенсорів. Крім того, він дозволяє проводити аналіз відхилень від заданих характеристик функціонування систем, а також здійснювати попередження або автоматичне реагування на потенційні несправності.

Методи неруйнівного контролю структурних елементів дозволяють виявляти дефекти та пошкодження структурних елементів без демонтажу або руйнування елементів конструкцій. Одним із них є метод контролю частоти власних коливань. Метод базується на аналізі змін частоти власних коливань конструкцій, що дозволяє виявляти тріщини та інші дефекти без необхідності демонтажу. Перевагами є простота експлуатації та висока чутливість до структурних змін.

Метод цифрових двійників. Цифрові двійники є віртуальними моделями фізичних об’єктів або систем, які дозволяють здійснювати моделювання, аналіз та оптимізацію їх роботи в реальному часі. У контексті БпАК МкТ, використання цифрових двійників сприятиме підвищенню ефективності, надійності та безпеки їх експлуатації.

Отже, використання перспективних методів контролю ТС БпАК МкТ, зокрема телеметричного моніторингу, алгоритмів штучного інтелекту і машинного навчання, інтегрованих систем самодіагностики, технологій неруйнівного контролю та цифрових двійників, формує цілісну багаторівневу систему забезпечення працездатності.

Кожен із цих методів дозволяє не лише своєчасно виявляти відхилення у роботі та прогнозувати відмови, але й покращити процеси технічного обслуговування та управління життєвим циклом БпАК МкТ. Усе це сприяє підвищенню надійності, автономності й ефективності безпілотних авіаційних систем, що є критично важливим для їхнього успішного використання в умовах сучасних бойових дій.

ПЕРСПЕКТИВНІ ЗАСОБИ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ МУЛЬТИКОПТЕРНОГО ТИПУ

В.А. Сівак[1], д.т.н., проф.; С.В. Рудніченко[1];
М.М. Геращенко[1]; Н.М. Вовчанівська[1]; А.В. Дегтярьов[2]
[1]Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки;
[2]Навчально-науковий випробувальний полігон
високотехнологічного озброєння та військової техніки

У сучасних умовах розвитку технологій мініатюризація електронної техніки відкрились нові можливості для оснащення безпілотних авіаційних комплексів мультикоптерного типу (далі – БпАК МкТ) широким спектром вимірювальних приладів, сенсорів і засобів реєстрації. Подальший розвиток безпілотної авіації значною мірою зумовлений прогресом у сфері бортового радіоелектронного обладнання, рівень інтеграції та функціональної насиченості якого постійно зростає.

Особлива увага приділяється розробці та інтеграції сучасних систем бортової електроніки у нові зразки БпАК МкТ. Це дозволяє суттєво підвищити їхню боєготовність, адаптивність до умов виконання завдань та розширити функціональні можливості у сфері збору, обробки та передачі інформації.

На сьогоднішній день існує широкий спектр перспективних програмно-інформаційних продуктів різного призначення, що забезпечують виконання завдань повного циклу – від збору та накопичення інформації до її інтелектуального аналізу, візуалізації та підтримки процесів прийняття рішень. Інтеграція таких програмних засобів у структуру контролю ТС БпАК МкТ забезпечує підвищення ефективності їх застосування в складних оперативно-тактичних умовах.

Одним із таких засобів є програмний комплекс Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA), призначений для управління та збору інформації в реальному часі, її подальшого оброблення, відображення та архівування даних про БпАК МкТ. Даний комплекс розглядається як один із найбільш перспективних інструментів автоматизованого керування складними динамічними системами та процесами у життєво важливих і критичних сферах, що визначаються підвищеними вимогами до безпеки й надійності. Основними функціями SCADA є збирання, оброблення, передавання та візуалізація інформації про об’єкт контролю, формування

та підтримка бібліотек даних, а також оперативне інформування фахівців із подальшим проведенням аналізу й планування заходів технічного обслуговування.

Наступним прикладом є програмний продукт для збору та аналізу даних CATMAN (компанія Hottinger Baldwin Measurements, Англія), який дає можливість проведення вимірювань за допомогою первинних перетворювачів. Він дає змогу швидко та дуже просто виконувати різноманітні контрольно-вимірювальні завдання без необхідності виконувати будь-яке трудомістке програмування.

Також заслуговує на увагу захищена вимірювальна система SOMATXR (компанія Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH, Німечинна), який призначений для проведення контрольних вимірювань швидкоплинних процесів на об'єктах. Універсальний тензометрична система SOMATXR дає можливість значно полегшити і автоматизувати процес вимірювань характеристик БпАК МкТ і його складових та дозволяє зменшити кількість помилок та скоротити час на процедурах контролю технічного стану.

Відповідно, основні перспективні засоби контролю ТС БпАК МкТ включають до свого складу сенсорні системи, використання яких забезпечує збір інформації про системи, компоненти БпАК (датчики температури, тиску, акселерометри), інструменти аналізу вібрацій, що дозволяють виявляти механічні несправності через моніторинг вібраційних характеристик за допомогою спеціалізованих програмних засобів, засоби дистанційного моніторингу, що дозволяють виявляти несправності в реальному часі, програмне забезпечення для прогнозування несправностей з використанням алгоритмів машинного навчання.

Таким чином, впровадження перспективних технологій контролю ТС БпАК МкТ забезпечить підвищення їхньої боєготовності, автономності та ефективності. Поєднання мініатюризованого бортового обладнання з програмними рішеннями створює умови для своєчасного виявлення відхилень, оптимізації технічного обслуговування та продовження ресурсу БпАК МкТ.

У результаті вдосконалюється сама система контролю ТС, що дозволяє підвищити рівень готовності БпАК МкТ до виконання різноманітних бойових завдань у складних умовах ведення Збройними Силами України бойових дій.

ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ВИПРОБУВАННЯМИ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

І.П. Сініцин, д.т.н., член-кореспондент НАН України; Ю.В. Бова; Ю.В. Єрофеєв; О.О. Слабоспицька, к.фіз.-мат.н, с.н.с.
Інститут програмних систем Національної академії наук України

В умовах воєнного стану результативні та ресурсно ефективні випробування зразків безпілотних літальних апаратів (БпЛА) стають одним з визначальних чинників сталого забезпечення спроможностей Збройних Сил України (ЗСУ), визначених Стратегією воєнної безпеки України. Загальні вимоги до цих випробувань регламентовано Порядком проведення випробувань зразків ОВТ, затвердженим Постановами Кабінету Міністрів України (ПКМУ) від 17.02.2021 № 159 (далі – Порядок) і ПКМУ від 25.02.2015 № 345, від 11.11.2022 № 1275. Однак в умовах зростаючого різноманіття БпЛА (вітчизняного виробництва й від країн-партнерів НАТО) та форм їх застосування першочерговою необхідністю стає вдосконалення системи випробувань в аспектах:

а) методик випробувань для БпЛА певних видів на ґрунті міжнародних авіаційних стандартів і стандартів НАТО, зокрема серії ВСТ 01.055;

б) забезпечення ресурсно-цільової ефективності, інформаційної спадкоємності й координованості всієї сукупності випробувань БпЛА ЗСУ.

На підтримку опрацювання другого аспекта запропоновано структуру цілісної організаційно-технічної системи керування випробуваннями БпЛА ЗСУ. Вона інтегрує доробок проєктного менеджменту й досвід фахівців Інституту програмних систем НАН України зі створення в 2005-2025 рр. інтеграційної платформи DRMS і захищених автоматизованих систем керування у військовій сфері, зокрема документообігом (АСДО), фінансовою діяльністю (Русло), персоналом (Персонал), логістикою й ресурсами (RRESOURCE-DL) – згідно з положеннями $П_1$ – $П_3$.

$П_1$. Розгляд окремого випробування БпЛА певного виду як спеціального проєкту в сенсі ДСТУ ISO 21502 :2025 (далі – В-проєкту), виконуваного переважно за методологіями Cleanroom і Six Sigma (для сталого вдосконалення всієї системи В-проєктів).

$П_2$. Розгортання системи керування випробуваннями БпЛА ЗСУ як системи керування В-проєктами, в складі якої:

– проєктним офісом є спеціалізована випробувальна організація, визначена Порядком, – ДНДІ ВС ОВТ;

– роль стратегічного, тактичного й оперативного складників корпоративного стандарту виконання В-проєктів надано: Порядку; нормативному документу щодо випробувань, який має уточнити ДСТУ ISO/IEC/IEEE 29119, ISO/IEC 20246:2018 та міжнародні авіаційні стандарти й стандарти НАТО для БпЛА (напр., серії ВСТ 01.055); типовим Програмам і методикам випробувань певних видів і класів БпЛА;

– інструментальні засоби інтегрують АСДО, Русло, Персонал, засоби календарно-мережного планування й ведення єдиної бази знань щодо ретроспективи виконання В-проєктів, їх учасників і типізованих ресурсів.

$П_3$. Типізація ресурсів В-проєктів згідно зі складниками спроможностей DOTMLPFI з оборонного планування НАТО.

Doctrine (D, нормативно-методичні засади В-проєкту) охоплюють склад перевірок, їх мету, об'єкти, умови, методики й типи звітних документів, критерії приймання підсистем БпЛА і БпЛА загалом.

Organization (O, Організаційна структура) являє собою сукупність ідентифікаційних реквізитів (державних) замовників БпЛА, розробників БпЛА/їхніх підсистем, користувачів БпЛА та решти причетних сторін.

Training (T, Підготування й навчання) охоплює забезпечення й , перевірку набуття користувачами БпЛА необхідних компетенцій, а для дослідної експлуатації й приймальних випробувань – ще й інформування про попередні позаштатні ситуації та вжиті заходи з їх опрацювання.

Materiel (M, Матеріальні ресурси) поєднують кошти, випробувальне й вимірювальне устаткування (стенди тощо), витратні матеріали.

Leadership (L – Лідерство) – сукупність відповідальності й повноважень учасників В-проєктів за підготування, проведення й задокументування передбачених перевірок БпЛА.

Personnel (P – фахівці) – перелік персоналій і реквізитів відомчої приналежності членів комісії з проведення випробувань БпЛА.

Facilities (F – інфраструктура) поєднує корпоративну інформаційну систему, внутрішнє діловодство та форми звітних документів розробника та/або (державного) замовника для випробувань різних видів.

Interoperability I – сумісність) забезпечено уніфікованим переліком обов'язкових перевірок, їх передумов, методик і шаблонів документів для всіх видів випробувань БпЛА, що уможливить застосування здобутого досвіду під час подальших випробувань їх самих, складників та аналогів.

Описана система В-проєктів має забезпечити:

а) балансування якості БпЛА (з їх програмними засобами),

прийнятих на озброєння, та ресурсами, вартістю й термінами їх випробувань;

б) стале вдосконалення випробувань БпЛА за рахунок багаторазового застосування (не)програмних ресурсів та уникання гірших практик;

в) адаптовність ипробувань до (не)передбачених змін їх умов;

г) повно-аспектну координацію – “вертикальну” (для випробувань БпЛА/його складників) і “горизонтальну” (для різних випробувань БпЛА).

Пілотний проєкт розгортання описаної системи на платформі DRMS для підрозділу Сил Безпілотних Систем ЗСУ – предмет подальших досліджень авторів.

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ У ВІЙСЬКОВІЙ СФЕРІ: МОЖЛИВОСТІ, РИЗИКИ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ

Ю.В. Слободенюк; В.В. Хома
Навчально-науковий випробувальний полігон
високотехнологічного озброєння та військової техніки

Штучний інтелект (ШІ) відіграє дедалі важливішу роль у військовій сфері, сприяючи підвищенню ефективності бойових операцій, здійсненню прогнозного аналізу та оптимізації логістичних процесів. Його здатність до оброблення великих обсягів даних у реальному часі, а також автономного навчання, відкриває нові можливості для підвищення обороноздатності та забезпечення національної безпеки.

Разом із цим активне впровадження ШІ у військові системи порушує низку етичних і правових питань. Зокрема, йдеться про прозорість алгоритмів прийняття рішень, а також визначення відповідальності у разі помилкових дій або завдання супутньої шкоди. Окрему стурбованість викликає вразливість ШІ-систем до зовнішнього втручання чи кібератак.

Сьогодні у розробці військових систем на основі ШІ беруть участь як державні установи, так і приватні технологічні компанії, зокрема виробники продукції подвійного призначення. Попри зростання їхнього внеску в інновації, існують побоювання щодо ескалації загроз у контексті глобальної геополітичної нестабільності. Ключові гравці на полі розвитку військового ШІ – США, Китай, росія, Іран, Туреччина, Ізраїль – дедалі активніше інвестують у створення автономних бойових систем, що потенційно може змінити баланс сил у майбутніх конфліктах.

Одним із ключових напрямів застосування ШІ у військовій сфері є

аналіз багатоджерельних даних – супутникових знімків, розвідувальних сигналів, комунікаційних потоків і навіть даних із соціальних мереж. Завдяки цьому можлива ідентифікація об'єктів на зображеннях і відео в режимі реального часу, що значно підвищує ситуаційну обізнаність і якість прийняття рішень на полі бою.

Особливу увагу привертає впровадження ШІ в автономні системи озброєння – безпілотні літальні апарати, наземні транспортні платформи, системи протиповітряної оборони, де рівень участі людини може бути зведений до мінімуму.

У військовій індустрії активно застосовуються різноманітні алгоритми машинного навчання, зокрема:

– Штучні нейронні мережі (ШНМ) – моделі, натхненні структурою людського мозку, що використовуються для задач розпізнавання образів, обробки природної мови (NLP) та мовлення. Кожен штучний нейрон виконує обчислення з вхідними даними за допомогою функцій активації та передає сигнал далі в мережі.

– Машини опорних векторів (SVM) – алгоритми класифікації та регресії, що формують гіперплощину з максимальним відокремленням між класами у високовимірному просторі за допомогою функцій ядра.

– Дерева рішень та випадкові ліси – алгоритми, що будують ієрархічні моделі для прогнозування, використовуючи послідовні правила поділу характеристик. Випадкові ліси об'єднують велику кількість дерев, підвищуючи загальну точність моделі.

– Варіаційні автокодери (VAE) – глибокі нейромережі, здатні генерувати нові дані, подібні до тих, на яких вони навчалися, використовуючи імовірнісні представлення ознак.

– Комп'ютерний зір – галузь, яка забезпечує машинне сприйняття візуальної інформації для виявлення та відстеження об'єктів, розпізнавання облич, а також навігації автономних систем.

– Обробка природної мови (NLP) – технологія, що дає змогу аналізувати й узагальнювати тексти, генерувати відповіді, переклади або резюме, зокрема в системах аналітики, розвідки та інформаційного впливу.

– Когнітивні обчислення – підхід до створення інтелектуальних систем, здатних до самостійного прийняття рішень, що застосовуються у стратегічному плануванні, обробці зображень, забезпеченні кібербезпеки та логістичних операціях.

– Мультимодальні моделі – системи, що поєднують обробку тексту,

зображень, звуку та інших типів даних. Одним із перспективних напрямів є використання великих мовних моделей (LLM) у ролі оптимізаторів (наприклад, Large Language Models as Optimizers, OPRO), які можуть формулювати рішення на основі природномовного опису задач.

Очікується, що інтеграція ШІ у військову сферу надалі лише посилюватиметься. Перспективи розвитку ШІ у військовій сфері вимагають комплексного підходу, що включає технічну модернізацію, нормативно-правове врегулювання, міждержавну співпрацю та підготовку спеціалістів нового покоління.

АНАЛІЗ ДОСВІДУ ЗАСТОСУВАННЯ РОЗВІДУВАЛЬНО-УДАРНИХ КОМПЛЕКСІВ ТА ЇХ СКЛАДОВИХ У РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКІЙ ВІЙНІ

М.О. Слюсаренко, к.т.н., ст.досл.;
С.Б. Попков
Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України

Сучасні війни дедалі більше залежать не лише від кількості озброєння чи живої сили, а й від здатності інтегрувати розвідку, управління та високоточне ураження цілей у єдиний технологічний ланцюг. Саме таким чином функціонують розвідувально-ударні комплекси (РУК) – системи, які поєднують спостереження, аналітику та миттєве застосування сили. російсько-українська війна, яка триває з 2014 року та набула повномасштабного характеру у 2022 році, стала першим конфліктом такого масштабу, де РУК застосовуються системно обома сторонами.

Цей досвід є унікальним не лише для України й росії, а й для світового військового аналітичного співтовариства, оскільки він надає цінні уроки щодо сучасної бойової тактики, ролі технологій і майбутнього війни. У цьому полягає актуальність дослідження.

РУК складається з трьох основних компонентів:

– розвідка: безпілотні літальні апарати (БпЛА), супутникова розвідка, наземні сенсори та засоби радіоелектронної розвідки;

– командування і управління: системи передачі даних у режимі реального часу, програмне забезпечення для аналізу даних, координація дій підрозділів.

– засоби ураження: артилерія, ракети, дрони-камікадзе, високоточна

зброя (у т.ч. HIMARS, Excalibur тощо).

Україна значною мірою адаптувала цивільні технології до воєнних умов. РУК в українській армії базуються на масовому використанні FPV-дронів та комерційних БПЛА (DJI, Autel); цифрових системах координації та управління (Delta, GIS "Артилерія"); а також на волонтерських ініціативах із розробки дронів та програмного забезпечення. Українські сили відзначаються гнучкістю та адаптивністю. Успішні операції із застосуванням РУК сприяли знищенню ворожої техніки, ППО, командних пунктів, а також психологічному тиску на противника.

росія використовує класичні РУК, зосереджуючи увагу на комплексах "Орлан-10", "Форпост", "Зала" для розвідки; ударних дронах "Куб" та "Ланцет"; а також на централізованому управлінні вогнем артилерії та РСЗВ. Хоча технічно російські системи часто мають більшу дальність дії, вони поступаються українським за оперативністю та гнучкістю через вищу ієрархізацію процесів та меншу автономію підрозділів.

Стосовно технологічних інновацій та особливостей застосування в українському контексті ключовими стали: широке використання супутникових знімків та Starlink; мікродрони та стаціонарні сенсори для виявлення руху; автоматизація процесів ураження (платформи типу AI-розвідки цілей). росія ж робить акцент на засобах РЕБ та боротьбі з БпЛА, хоча їх ефективність знижується через постійне вдосконалення українських систем.

Проведений аналіз показує, що з огляду на обмежені виробничі та технологічні можливості українська промисловість та військові у 2022–2024 роках зробили ставку на кількість засобів, а не на їх технологічність. При цьому досвід бойового застосування БпЛА у широкомасштабній російсько-українській війні свідчить, що для виконання завдань, зазвичай, використовується не оптимальний, а доступний зразок техніки, що не дозволяє в повній мірі досягнути необхідних спроможностей. Проте, під впливом отриманого досвіду бойового застосування, підтримки партнерів та завдяки проведеному у 2024 році комплексу робіт щодо розробки та виготовлення новітніх зразків БпЛА, в Україні розпочався процес створення оптимальних спеціалізованих БпЛА для розвідки ("Лелека-100"), ударних одноразової ("УкроЛанцет") та багаторазової дії, що можуть бути елементами перспективних РУК.

Висновки. Український досвід застосування РУК став унікальним прикладом децентралізованої, технологічно насиченої війни. У

майбутньому очікується:

– зростання автономності систем;

– більш широке впровадження штучного інтелекту в розвідку та ураження цілей;

– інтеграція кібероперацій у структуру РУК.

Уроки цієї війни будуть використані іншими країнами для переозброєння своїх збройних сил. Україна вже сьогодні демонструє ефективну модель технологічного спротиву, яка може стати зразком для інших держав у XXI столітті.

ОКРЕМІ ПОГЛЯДИ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ КРИТЕРІЇВ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

А.І. Собора, к.т.н., ст.досл.; Т.Є. Рвач
Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Відповідно до рішення Ради національної безпеки та оборони України “Про стратегію воєнної безпеки України” визначена мета воєнної безпеки своєчасно підготовлена та всебічно забезпечена оборона Держави. Головним пріоритетом є сучасне високотехнологічне озброєння військової та спеціальної техніки ЗС України.

В результаті цього рішення виробництво БпЛА стрімко зросло та одержало подальший розвиток, що відкрило нові можливості для вирішення тактичних та оперативно-стратегічних задач Збройними Силами України.

Основними завданнями застосування БпЛА є:

– проведення розвідки та спостереження на фронті та у тилу противника в денну та нічну пору доби;

– здійснення ударних операції високоточними боєприпасами;

– ведення радіоелектронної боротьби проти засобів противника;

– проведення логістичних операцій з доставки припасів у проблемні райони в різних кліматичних і часових реаліях і т.п.

Розвиток технологій з розробки та використання БпЛА передбачає:

– створення повністю автономних БпЛА здатних виконувати завдання без людського втручання;

– оснащення БпЛА штучним інтелектом, що дасть їм можливість

самостійно приймати рішення в бойових умовах.

– створення групи (рою) БпЛА, яка взаємодіє між собою і діє як єдиний організм здатний реагувати га протидію противника.

Аналіз характеру та результатів бойовий дій в ході війни росії проти України свідчить про масоване застосування БпЛА при проведенні чисельних операцій, що однозначно підтверджує збільшення бойового впливу БпЛА на кінцевий результат проведення операцій.

На основі проведеного бойового аналізу запропоновано перспективні напрями підвищення критеріїв бойового застосування БпЛА:

- підвищити забезпеченність достатньої кількості БпЛА за різними напрямами, завданнями і характером бойових дій;

– зменшити до мінімуму (2-3 хвилини) часу на підготовку, визначення завдання, введення даних в польотне завдання та організацію скритого управління;

– підвищити роль систем ситуаційної обізнаності (ССО), в яких БпЛА буде ключовим компонентом з отримання оперативної інформації.

– урізноманітнити тактичні прийоми (можливості) БпЛА, що дозволить виконувати цілий спектр оперативно-тактичних (оперативних) завдань, а саме: розвідки, всебічне висвітлення реальної обстановки на полі бою і в тилу, передача даних в реальному часі, коригування вогню, пошук та знищення живої сили в окопах та укриттях, схронах різноманітної техніки в автоматичному режимі відповідно до визначеного завдання;

– урізноманітнити варіанти застосування БпЛА в бою, що може вирішальним чином вплинути на результат збройної боротьби;

– для вирішення тактичних (операційних) завдань –бойовий порядок повинен будуватись за принципом головний, допоміжний і відволікаючий літальні апарати, які мають різні можливості по виконанню бойових завдань.

– за цільовим призначенням – повинні вирішуватись тактичні (оперативні) завдання в комплексі поєднуючи розвідку, спостереження, баражируючі боєприпаси, БпЛА, РЕБ та інші;

– підвищити рівень автономності, багатофункціональності, маневреності при використанні як тактичних так і оперативних завдань органами управління, що забезпечать їх ситуаційну усвідомленість.

Як висновок, зазначаємо що надані рекомендації дозволять більш ефективно виконувати тактичні і оперативно-стратегічні бойові завдання.

ОСОБЛИВОСТІ ОБРОБЛЕННЯ ДАНИХ АКУСТИЧНОЇ ГРУПИ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ПОЛОЖЕННЯ ВОГНЕВИХ ТОЧОК ПРОТИВНИКА

І.А. Солопій; Ю.О. Гордієнко, к.т.н.
Житомирський військовий інститут ім. С.П. Корольова

Досвід ведення бойових дій під час відбиття збройної агресії рф вказує на актуальність питання оперативного визначення вогневих точок противника (ВТП) (стрільців, кулеметників, снайперів, міноментів) та передачі отриманих даних цілевказівки на засоби ураження. За умов можливостей сучасних технологій, стає досяжним високого рівня щодо виконання визначеного завдання шляхом задіяння широкого спектру засобів технічної розвідки з використанням різних типів безпілотних авіаційних систем.

Якість виконання польотних завдань, із застосуванням класичних засобів повітряної розвідки (спостереження), залежить від ряду зовнішніх факторів, що як правило суттєво ускладнюється внаслідок впливу систем (комплексів) радіоелектронної боротьби, засобів вогневого ураження, метеофакторів тощо. Тому виникає потреба, наряду із традиційними схемами визначення ВТП, у пошуку альтернативних шляхів, які ґрунтуються на інших, більш стійких демаскуючих ознаках. Одним із таких проявляючих факторів, щодо застосування противником зазначених видів озброєння, є звук від пострілу. Пріоритетність розроблення саме акустичних засобів виявлення ВТП обумовлено відносною простотою технічної реалізації та обслуговуванням, невисокою їх вартістю у порівнянні з іншими методами виявлення та роботою у пасивному режимі, що є основною перевагою в умовах активного застосування противником технічних засобів розвідки та радіоелектронного придушення. Звукометричні комплекси, які стоять на озброєнні Збройних Сил України, в силу своїх особливостей не спроможні викривати вогневі точки стрілецької зброї. Зазначені фактори доводять актуальність досліджень спрямованих на розроблення вітчизняних зразків акустичних засобів ВТП та забезпечення ними підрозділів в районах ведення бойових дій.

В роботі запропоновано спосіб визначення напрямку на вогневу точку противника за результатом обробки дулової хвилі зареєстрованою групою звукоприймачів при застосування апарату вейвлет перетворення в базисі Хаара. Перехід від вимірювальних акустичних даних до

коефіцієнтів в базисі Хаара дозволяє суттєво зменшити об'єми даних, які залучаються для оброблення, та здійснити частотну фільтрацію. Відносна простота реалізації запропонованого способу дозволяє визначати ВТП в режимі реального часу. Приведено результати тестування запропонованого способу для визначення напрямку надходження акустичних сигналів від пострілів зі стрілецької зброї різних калібрів.

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ УДАРНИХ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ З ДОСВІДУ ВІЙНИ РОСІЇ ПРОТИ УКРАЇНИ

О.Є. Соннік
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

На основі аналізу відкритих джерел можна стверджувати, що безпілотні літальні апарати (далі – БпЛА) виконують широкий спектр завдань як на лінії безпосереднього зіткнення (далі – ЛБЗ) з противником, так і в глибині території України: розвідка, ретрансляція сигналів управління, ураження наземних та морських цілей, перехоплення або ураження ворожих повітряних цілей, перевезення корисного вантажу.

Залежно від характеру завдань розробляються та застосовуються БпЛА та безпілотні авіаційні комплекси (далі – БпАК) різного призначення. Особливу увагу приділимо ударним БпЛА (БпАК).

В межах проведених експертиз інноваційних проєктів, моніторингу відкритих джерел та оперативних завдань проаналізовано досвід застосування ударних БпЛА (БпАК), проведені порівняння основних зразків БпЛА, систематизовані результати досліджень і вироблені висновки щодо розвитку ударних БпЛА (БпАК).

На основі аналізу досвіду війни росії проти України визначено тенденції розвитку ударних БпЛА (БпАК) за напрямками їх розроблення:

– ударні БпЛА (БпАК) тактичного рівня (FPV БпЛА мультироторного та літакового типу, мультикоптери-бомбери);

– баражуючі боєприпаси;

– БпЛА-перехоплювачі;

– БпЛА-носії інших ударних БпЛА;

– ударні БпЛА дальньої дії (ракети-дрони, апарати літакового типу);

– мікро-БпЛА.

Зазначимо, що ці виокремлені типові групи БпЛА виконують подібні бойові завдання щодо ураження об'єктів (цілей), мають схожі

характеристики за радіусом дії, подібні аеродинамічні властивості, основні технічні характеристики та способи керування.

Перехід від традиційних засобів збройної боротьби до масового використання ударних БпЛА (FPV-БпЛА “Укропчик”, “Громило”; мультикоптери-бомбери “Вампір”, “Кажан”; баражуючі боєприпаси “UAS SETH”, “Булава”; БпЛА дальньої дії “Лютий”, “Морок”; ракети-дрони “Рута”, “Паляниця”) дозволив Збройним Силам України за умови обмеженого ресурсу досягати переваги шляхом асиметричних дій проти чисельно переважаючого противника.

Використання ударних БпЛА свідчить про перехід до високодинамічних і децентралізованих бойових дій. Ударні БпЛА відіграють ключову роль у завданні втрат особовому складу, бойовій та спеціальній техніці противника, що підтверджує їхню важливість на полі бою до 15 км від ЛБЗ. Висока ефективність та низька вартість FPV-БпЛА (FPV-БпЛА мультироторного типу “Укропчик”, “Громило”; літакового типу “AQ 100”, “AQ 400”, “REX- II”) дозволяє Україні компенсувати нестачу артилерії та завдавати суттєвих втрат переважаючому противнику. З огляду на це слід очікувати стрімкого зростання ролі FPV-БпЛА в майбутньому.

Баражуючі боєприпаси стали невід’ємною частиною арсеналу ЗС України як високоточна зброя, яка поєднує функції розвідки, цілевказання та ураження цілей на відстані до 40 км від ЛБЗ. Комбінація іноземних постачань (“Switchblade 600” США, “Atlas” Латвія, “Disruptor” США, “Dominator” США, “Warmate 2” Польща, “DefendTex D40” Австралія) та вітчизняних розробок (“Bulava”, “RAM-2X”, “Lastivka”, “UAS SETH”) забезпечує Україні технологічну перевагу в окремих аспектах війни та дозволяє вчасно реагувати на приховані або раптово виявлені цілі.

Використання Збройними Силами України БпЛА-перехоплювачів (“Gedz 8 FORCE” Україна, “Sting” Україна, “Tytan” Німеччина, “DroneHunter” США) стало важливим кроком протидії розвідувальним (“Орлан”, “Zala- 421-16E”, “Supercam”) та ударним БпЛА (“Shahed-136”, “Гербера”) противника, розвитку ешелонованої ППО України. Це дозволило ефективно протидіяти ворожим БпЛА з мінімальними витратами – у порівнянні з зенітними ракетами. На сьогодні, експерти та військові відзначають, що БпЛА типу “Shahed-136” почали літати на висотах вище 2 км, що робить їх менш уразливими для мобільних вогневих груп з кулеметами. Але це створило нову нішу для БпЛА-перехоплювачів.

Застосування БпЛА-носіїв або “материнських” БпЛА (“Довбуш Т-10”, “GOGOL-M”) інших ударних БпЛА дозволяє значно підвищити ефективність бойових дій, розширити радіус дії ударних БпЛА за межами радіокерування оператором, мінімізувати ризики для операторів та збільшити вогневий вплив в тактичній глибині противника.

Зазначимо, що ударні БпЛА дальньої дії (“Trident”, “Лютий”, “Бобер”) та ракети-дрони (“Паляниця”, “Рута”, “Пекло”) виробництва України стали ключовими щодо ураження стратегічних об’єктів противника на глибині більше 1500 км. Вони забезпечують економічно вигідний спосіб ураження цілей противника, компенсуючи нестачу ракет.

СЕГМЕНТАЦІЇ ВИХІДНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ ЗДІЙСНЕННЯ СЕЛЕКЦІЇ ОБ’ЄКТА НА ПОТОЧНОМУ ЗОБРАЖЕННІ КЕСН БПЛА

О.М. Сотніков[1], д.т.н., проф.; Р.Г. Сидоренко[1], к.т.н., с.н.с.;
Я.М. Кожушко[2], к.т.н., ст.досл.
[1]Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба;
[2]Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Обґрунтовано доцільність застосування структурних ознак зображень, що формуються КЕСН БпЛА, для селекції об’єкта прив’язки. Показано, що метод селекції об’єкта на зображенні, що ґрунтується на безпосередній побудові сегментованого зображення за структурною ознакою, дозволяє здійснювати виділення об’єкта прив’язки КЕСН на зображеннях з високою об’єктовою насиченістю. Однак цей метод не доцільно використовувати в КЕСН для формування поточних зображень, з одного боку, через суб’єктивний характер визначення параметрів шуму, а з іншого боку, через зниження швидкодії за рахунок додаткового числа операцій, що визначаються кількістю етапів знаходження значення ФР, при якій на гістограмі ФР з’являється ознака виділення об’єкта на зображенні – “хвіст”.

Найбільш доцільним для селекції об’єкта прив’язки на зображенні є підхід, заснований на попередній сегментації зображень за контрастом (яскравістю), а потім побудови сегментованого зображення за структурною ознакою. Показано, що такий підхід не призводить до появи неоднозначності при виділенні об’єкта інтересу на зображеннях з високою об’єктовою насиченістю, так і збільшення числа

обчислювальних операцій.

Вибір інформативної ознаки у вигляді контрасту або яскравості обирається завчасно та залежить від умов в районі прив’язки БпЛА (погодні, добові, сезонні, засоби маскування).

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ПОЗИЦІОНУВАННЯ УДАРНИХ БПЛА ПРИ ПОЛЬОТІ НА НИЗЬКИХ ВИСОТАХ ЗА РАХУНОК ЗАСТОСУВАННЯ БДЖОЛИНОГО АЛГОРИТМУ

В.А. Таршин, д.т.н., проф.; О.С. Сичов, к.т.н.; К.А. Дрозд
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Застосування сучасних ударних безпілотних літальних апаратів (БпЛА) дальньої дії набувають високого значення при знищенні критичної інфраструктури противника, стратегічних об’єктів промисловості, штабів та інших важливих об’єктів. Виконання бойового завдання, значною мірою, залежить від забезпечення високоточної навігації БпЛА в умовах активної протидії противника, впливу природних явищ та наслідків бойових дій.

Для зменшення ймовірності враження БпЛА при протидії ППО та МВГ противника, їхній політ здійснюється на низьких або гранично низьких висотах, а за рахунок постійного впливу систем РЕБ та спуфінгу потрібно здійснювати навігацію за рахунок інерціальних навігаційних систем (ІНС), які коригуються засобами машинного зору (ЗМЗ) по об’єктам прив’язки (ОП). Обмеження обумовлені кутом огляду ЗМЗ та висотою польоту, приводить до зменшення ймовірності виходу БпЛА в зону місцевизначення, для подальшого коригування маршруту.

Для вирішення даної проблеми пропонується переходити від орієнтування по поодиноким ОП до маршрутизації через райони об’єктів прив’язки (РОП) на основі бджолиного алгоритму. Побудова маршрутів через РОП дає можливість знайти необхідну кількість ОП, для встановлення місце визначення БПЛА, за рахунок мінімальної кількості додаткових маневрів навіть при накопичені значної похибки ІНС. Також у разі не виявлення ОП при виході у РОП, БпЛА буде виконувати короткі, не сильно енергозатратні маневри (політ по зигзаґу, плоскою спіраллю) доки не буде виявлено один, або декілька ОП необхідних для визначення місцеположення БПЛА.

Використання даного підходу підчас навігації БпЛА в умовах протидії противника засобами ППО та РЕБ підвищить точність місце

визначення, при польоті на низьких або гранично низьких висотах і відповідно забезпечуючи підвищення ймовірності виконання бойового завдання.

Розрахунок доцільності використання даного підходу для конкретного бойового завдання пропонується здійснювати шляхом математичного моделювання з урахуванням маршруту польоту, характеристик БПЛА, погодних умов та засобів протидії противника.

АКУСТИЧНА ІДЕНТИФІКАЦІЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ПРОТИВНИКА З МЕТОЮ СЕЛЕКЦІЇ ХИБНИХ ЦІЛЕЙ

Р.Р. Терещенко;
Д.А. Ломакін; Д.В. Роллер
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Противник у повітряних нальотах по містах та об’єктах критичної інфраструктури України з використанням ударних БпЛА типу “Shahed-136” за оцінками експертів використовує від 30 % до 50 % БПЛА, які є фальшивими цілями. В якості таких цілей він використовує БпЛА типів “Пародия” та “Гербера”, які або не несуть бойового заряду, або використовують набагато меншу бойову частину. Витрата дефіцитних засобів ураження по таких цілях виснажує систему ППО та відволікає від знищення дійсно важливих цілей. Таким чином, у контексті сучасних гібридних конфліктів, де безпілотні літальні апарати (БпЛА) відіграють ключову роль у розвідці та ударах, розробка ефективних систем ідентифікації стає критичною.

Дослідження присвячене розробці та впровадженню інноваційної системи акустичної ідентифікації безпілотних літальних апаратів (БпЛА) противника з використанням програмно-апаратного комплексу Sky Fortress. Основна мета роботи полягає в створенні ефективного механізму розрізнення БпЛА типів “Пародия”, “Гербера” та “Shahed-136” на основі аналізу звукових сигнатур їхніх двигунів внутрішнього згоряння.

Ця робота представляє результати програмно-апаратної ідентифікації БпЛА типів “Пародия”, “Гербера” та “Shahed-136” на основі аналізу акустичних сигнатур двигунів за допомогою системи “єРакета” компанії Sky Fortress.

Досліджувані БпЛА розрізняються за призначенням та типом двигуна, що застосовується:

– БпЛА типу “Пародия”: одноциліндровий двигун, функція хибної цілі;

– БпЛА типу “Гербера”: двоциліндровий двигун, тактико-технічні характеристики схожі до “Пародия”, функція хибної цілі;

– БпЛА типу “Shahed-136”: чотирициліндровий двигун, ударна місія.

Різниця в кількості циліндрів двигунів створює унікальні акустичні сигнатури, що дозволяє розробити алгоритми автоматичного розпізнавання типу БпЛА в реальному часі. Система базується на мережі акустичних датчиків, розгорнутих по території України, та алгоритмах машинного навчання для класифікації звуків. Дослідження включає статичні та динамічні тести, кореляцію з реальними траєкторіями БпЛА та інтеграцію з даними фрагментів уламків. Результати демонструють точність ідентифікації понад 90 % для “Shahed-136” та 85 % для фальшивих цілей, що дозволяє оптимізувати ресурси протиповітряної оборони.

Дослідження проводилося в співпраці з компанією Sky Fortress, яка є розробником спеціалізованого програмного забезпечення (СПЗ) “єРакета” – мережі з понад 14 000 акустичних сенсорів для моніторингу повітряного простору України. Система початково розрізняла двигуни внутрішнього згоряння від турбореактивних, але в рамках співпраці з жовтня 2024 року була розширена для ідентифікації конкретних типів БпЛА.

Проведено комплексний запис звукових сигнатур в контрольованих умовах БпЛА типу “Пародия”: запуск двигуна в статичному режимі (1-циліндровий, шум ~80 дБ на 10 м), багатоканальний запис з різних кутів та відстаней, аналіз частотних характеристик одноциліндрового двигуна.

Також проведено комплексний запис звукових сигнатур в контрольованих умовах БпЛА типу “Гербера” (для двоциліндрового двигуна ~85 дБ) та здійснено порівняльний аналіз з сигнатурами БпЛА типу “Пародия”.

Розроблено методику прив’язки акустичних даних, отриманих в статичних умовах, до реальних треків повітряних цілей з урахуванням: ефекту Допплера, атмосферних умов, відстані до датчика, швидкості та висоти польоту.

В результаті проведених досліджень СПЗ “єРакета” отримала можливість ідентифікації трьох основних типів БпЛА:

– ідентифікація БпЛА типу “Shahed-136” (точність 92 %, базуючись на 4-циліндровій сигнатурі (гармоніки на 200-400 Гц), що з високим ступенем достовірності інформації дозволяє класифікувати ціль як “ударний дрон”;

– ідентифікація БпЛА типу “Пародия” (точність 87 %, з фокусом на низькочастотні піки) за рахунок розпізнавання одноциліндрового двигуна з автоматичним присвоєнням статусу хибної цілі:

– ідентифікація БпЛА типу “Гербера” (точність 84 %, диференціація від “Пародия” за подвійними гармоніками) за рахунок розпізнавання двоциліндрового двигуна з метою розрізнення від інших типів БпЛА.

Створений алгоритм резервної ідентифікації для випадків, коли точний тип БпЛА визначити неможливо, шляхом присвоєння статусу “фальшивий” для БпЛА з сигнатурами, схожими до БпЛА типу “Пародия” та БпЛА типу “Гербера”.

В дослідженнях присутні алгоритмічні рішення машинного навчання шляхом застосування нейронних мереж для аналізу акустичних сигнатур, самонавчання системи на основі нових даних та адаптації до зміни тактики противника.

Цифрова обробка сигналів відбувається за рахунок фільтрації шумів навколишнього середовища, компенсації атмосферних впливів та нормалізації сигналів з різних датчиків.

Технологічна архітектура системи - це розподілена мережа датчиків з метою покриття критично важливих регіонів, їх дублювання для забезпечення більшої надійності та синхронізації в режимі реального часу та інтеграція з існуючими системами, а саме сумісність з радіолокаційними засобами та інтеграція з командно-штабними системами.

До основних оперативних переваг розробки можна віднести економію ресурсів ППО за рахунок зменшення витрат боєприпасів на хибні цілі та концентрації зусиль на справжніх загрозах, раннє виявлення та розташування засобів ППО на основі аналізу застосування і маршрутів польоту БпЛА.

До стратегічних перспектив використання належить розвиток системи за рахунок розширення бази даних акустичних сигнатур з адаптацією до нових типів БпЛА та міжнародне співробітництво в галузі ППО.

Підвищення точності системи і подальший розвиток має відбуватися за рахунок дослідження впливу метеорологічних умов, розробки алгоритмів компенсації завад та вдосконалення методів машинного навчання. Розширення функціональності в подальшому має відбуватись за рахунок ідентифікації модифікацій вже існуючих БпЛА, виявлення нових типів засобів повітряного нападу та інтеграції з системами

радіоелектронної боротьби.

Масштабування системи має відбуватися за рахунок розгортання більшої кількості датчиків по всій території України та стандартизації процедур використання силами і засобами ППО ЗСУ України.

Запропоновані підходи та практично проведені дослідження в рамках виконання оперативного завдання дозволили досягти низки практичних результатів:

– розроблена та успішно впроваджена інноваційна система акустичної ідентифікації БпЛА противника з використанням СПЗ “єРакета”;

– досягнута можливість надійного розпізнавання БпЛА типів “Shahed-136”, “Пародия” та “Гербера” на основі аналізу звукових сигнатур їхніх двигунів;

– створений ефективний механізм виявлення хибних цілей, що дозволяє оптимізувати використання засобів ППО;

– система продемонструвала високу ефективність в реальних умовах застосування та має значний потенціал для подальшого розвитку;

– результати дослідження мають важливе практичне значення для підвищення ефективності системи протиповітряної оборони України.

ВИМОГИ ДО СИСТЕМИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ “СВІЙ-ЧУЖИЙ” БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ПІД ЧАС ВИПРОБУВАННЯ ТА СЕРТИФІКАЦІЇ

А.М. Токар, к.т.н., ст.досл;
В.В. Дмитрук; І.В. Кухарчук
Житомирський військовий інститут ім. С.П. Корольова

Широке застосування БпЛА у російсько-українській війні показало їхню високу ефективність як під час оборонних, так і наступальних дій. Насиченість лінії зіткнення таким типом озброєння та розрахунками по обидва боки фронту є надзвичайно щільною. У таких умовах поширеною є ситуація коли здійснюється вогневе ураження дружніх БпЛА військовослужбовцями Збройних Сил України з використанням різних засобів. Розрізнити належність БпЛА візуально або з використанням існуючих технічних засобів складно. Це завдання можливо вирішити за допомогою системи ідентифікації БпЛА “свій-чужий”, але на даний час у Збройних Силах України така система відсутня. У таких умовах актуально постає питання розроблення та впровадження системи ідентифікації

БпЛА “свій-чужий” для підвищення їх живучості.

Система ідентифікації є апаратно-програмним технічним комплексом для автоматичного розпізнавання своїх БпЛА серед ворожих на полі бою. Вона забезпечує спостереження за повітряними об’єктами, обладнаними відповідачами і забезпечує двосторонній зв’язок за каналом передачі даних між наземними станціями і повітряними об’єктами. Система ідентифікації “свій-чужий” відноситься до основних інформаційних джерел як системи контролю повітряного простору, так і системи управління повітряним рухом.

Система ідентифікації БпЛА повинна вирішувати завдання ідентифікації повітряного об’єкту за ознакою “свій-чужий” як в інтересах визначення ступеня небезпеки виявленого повітряного об’єкта, так і при безпосередньому застосуванні зброї. Система має працювати в умовах складної радіоелектронної обстановки, бути стійкою до перехоплення сигналів і підміни даних, мати невеликі розміри та низьке енергоспоживання, бути універсальною з можливістю встановлення на усі типи БпЛА, що стоять на озброєнні у Збройних Силах України.

У доповіді розглядається вимоги до системи ідентифікації БпЛА щодо забезпечення передавання даних ідентифікації БпЛА за запитом від споживача, криптографічного захисту інформації, яка передається через захищений протокол обміну даними та функціонування алгоритму машинного навчання для аналізу поведінкових ознак польоту БпЛА, її складу та структури.

Крім того необхідно врахувати вимоги до математичного забезпечення системи ідентифікації БпЛА, яке окрім безпечного передавання даних, повинне забезпечувати функцію оновлення ключів доступу та кодів шифрування за певним алгоритмом, що унеможливлює доступ противника до системи ідентифікації БпЛА у разі його втрати. Задля зниження ризиків компрометації алгоритмів ідентифікації передбачається застосування псевдовипадкових змінних кодів доступу, які регулярно оновлюються. Математичне забезпечення системи ідентифікації БпЛА повинно інтегруватися до усіх типів БпЛА різноманітного призначення. Також важливо враховувати можливість використання резервних каналів зв’язку у разі виведення з ладу основного, що підвищить стійкість системи до впливу засобів РЕБ.

Подальші дослідження спрямовані на вивчення питання інтеграції запропонованого підходу до наземних безпілотних систем та іншого озброєння та військової техніки.

ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМНИХ ПАКЕТІВ ТРИВИМІРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ШВИДКОЇ НАБЛИЖЕНОЇ ОЦІНКИ ВІДБИВАЮЧОЇ ПЛОЩІ ПОВЕРХНІ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Є.А. Толкаченко[1], д.філос.; С.В. Осієвський[1], к.т.н., доц.;
А.В. Самокіш[1], д.філос.; О.С. Сичов[1], к.т.н.;
Д.В. Головняк[2], д.філос.
[1]Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба;
[2]Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

При розробці літальних апаратів військового призначення, як безпілотних так і пілотованих, гостро стоїть завдання щодо зниження їх радіолокаційної помітності. Існують складні програмні продукти, які з великою точністю здатні розрахувати ефективну поверхню розсіювання літального апарату будь-якої форми. Однак, їх об’єднує вимогливість щодо обчислювальних ресурсів при моделюванні радіосигналу, що відбитий від складної форми літального апарату. Така вимогливість призводить до великих витрат часу при необхідності ітераційної зміни форми літального апарату.

Для зниження витрат обчислювальних ресурсів та швидкої оцінки площі поверхонь літальних апаратів використовують його спрощену форму моделі, що знижує точності обчислень. В роботі обґрунтовано використання пакетів тривимірного моделювання, на прикладі Blender 3D з відкритим кодом для дослідження радіолокаційного відбиття від моделі літального апарату, засновуючись на методах та припущеннях геометричної оптики.

Запропоновано використання програмних пакетів тривимірного моделювання для отримання наближеної оцінки площі поверхонь ЛА, що відбивають електромагнітне випромінювання для попередньої оцінки їх помітності у радіолокаційному діапазоні, за умов скорочення часу та обчислювальних ресурсів. Такий підхід дозволить швидко на початковому етапі проєктування визначати форму ЛА залежно від потреб та доопрацювати її вже більш точними методами, що значно заощадить час на проєктування.

Основними перевагами використання зазначеного підходу є:

– проста, візуальна інтерпретація отриманих результатів – можливість перегляду отриманих ракурсів відбиття для моделі ЛА (літака);

– швидкодія – швидкість отримання результату по тривимірній моделі літака аналогічної складності іншими методами займає на декілька порядків більше часу. Використання сучасних відеокарт ПЕОМ та алгоритмів трасування променів дозволить проводити дослідження у реальному масштабі часу;

– можливість імітації складної конструкції літака з урахуванням радіопоглинаючих та радіопрозорих матеріалів та не обмежуватись поверхнею з ідеальною провідністю;

– можливість анімації різних частин конструкції літака таких, як: відкриття різноманітних люків, випуск шасі тощо, дозволить дослідити рухомі частини конструкції.

Запропонований підхід може бути використаний для проєктування перспективних літаків та безпілотних літальних апаратів з урахуванням малопомітності.

При цьому, він не замінить точні методи, які засновані на вирішенні інтегральних рівнянь електричного та магнітних полів на поверхні радіолокаційного об'єкта складної форми, а лише доповнить їх та стане інструментом швидкої оцінки форми ЛА з точки зору відбивної здатності та доопрацювання форми перспективного ЛА.

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В БАЗАХ ДАНИХ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

В.Ф. Третяк[1], к.т.н., с.н.с.; Б.М. Крук[1], к.т.н., с.н.с.;
В.В. Старцев[1]; О.Б. Чебакова[2]
[1]Харківський національний університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба
[2]Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

У сучасних війнах вирішальну роль відіграє швидкість і точність обробки інформації. Сучасні бойові дії характеризуються високою динамікою та потребують швидкого аналізу великих обсягів даних, які надходять із різнорідних джерел (супутників, безпілотних літальних апаратів, сенсорних мереж, систем розвідки тощо).

Традиційні методи обробки інформації не завжди відповідають вимогам оперативності та надійності. У цьому контексті, інтеграція штучного інтелекту (ШІ) у бази даних військового призначення стає ключовим чинником підвищення бойових можливостей.

Використання ШІ дозволяє:

– скоротити час від отримання даних до прийняття рішень;

– підвищити точність виявлення загроз та знизити ризики людських помилок;

– забезпечити автономність систем управління та стійкість до інформаційних і кібернетичних атак;

– створити передумови для інформаційної переваги на полі бою тощо.

Таким чином, актуальність дослідження використання ШІ у військових базах даних обумовлена зростаючими вимогами до оперативності, безпеки та адаптивності інформаційних систем в умовах сучасних бойових дій.

Основними напрямами використання ШІ в базах даних військового призначення є:

1. Інтелектуальний пошук та класифікація даних. Алгоритми машинного навчання забезпечують швидке структурування розвідувальної інформації, визначення пріоритетних об’єктів та джерел загроз.

2. Прогнозування на основі великих даних. Моделі штучних нейронних мереж дають змогу прогнозувати переміщення противника, виявляти закономірності в бойових діях та будувати сценарії розвитку подій.

3. Автоматизація управління військовою логістикою. ШІ оптимізує маршрути постачання, використання техніки та ресурсів, забезпечуючи адаптивність логістичних систем у динамічних бойових умовах.

4. Захист даних. Інтелектуальні алгоритми виявлення аномалій забезпечують кіберзахист баз даних від атак, включно з несанкціонованим доступом та спробами спотворення інформації.

5. Підтримка рішень командування. Системи прийняття рішень на основі ШІ інтегруються з базами даних військового призначення та дозволяють швидко аналізувати альтернативи, формувати рекомендації, а також знижувати ризик помилок.

Перспективи розвитку полягають у створенні розподілених баз даних з вбудованими модулями машинного навчання, що забезпечать автономність, стійкість до кібератак та високу швидкість реакції на зміни бойової обстановки.

Таким чином, інтеграція ШІ з базами даних військового призначення відкриває новий етап розвитку інформаційних технологій у військовій сфері, а саме:

– ШІ у військових базах даних забезпечує високу швидкість та точність обробки інформації;

– інтелектуальні алгоритми знижують ризик людських помилок та підвищують рівень автоматизації прийняття рішень;

– використання ШІ підвищує стійкість військових інформаційних систем до кібератак та інформаційних загроз тощо.

Подальший розвиток інформаційних технологій сприятиме створенню інтегрованих інтелектуальних платформ, здатних забезпечити інформаційну перевагу та підвищити обороноздатність держави.

ОБҐРУНТУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ І КРИТЕРІЇВ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДУ ПОБУДОВИ РОЮ БПЛА ДЛЯ ФОРМУВАННЯ СИГНАТУР ПІД ЧАС ВИПРОБУВАНЬ ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНОГО ОВТ

А.В. Тристан[1], д.т.н., проф.; А.В. Шулежко[2];
В.В. Шулежко[3], к.військ.н., доц.; О.М. Порохончук[3]
[1]Центральне управління військової освіти і науки Генерального штабу Збройних Сил України;
[2]Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки;
[3]Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Сучасні випробування зразків озброєння та військової техніки (ОВТ) потребують високоточного визначення сигнатурної помітності, яка визначає вразливість об’єкта до виявлення та супроводу технічними засобами противника. У контексті розвитку високотехнологічних платформ зі складними електронними системами, засобами маскування та протидії виявленню постає потреба у використанні адаптивних, багатопозиційних і автоматизованих засобів збору сигнатурних даних. Ройові системи безпілотних літальних апаратів (БпЛА) відкривають нові можливості завдяки здатності формувати просторово рознесені сенсорні мережі, динамічно змінювати конфігурацію та забезпечувати високу достовірність результатів.

Метою дослідження є створення науково обґрунтованої, практично придатної системи показників і критеріїв, що дає змогу формалізувати процес побудови рою БпЛА саме під задачу цілеспрямованого формування сигнатури об’єкта в умовах полігонних випробувань. Для

досягнення цієї мети запропоновано підхід, який поєднує методи ройового інтелекту, багатокритеріальної оптимізації та адаптивного керування; у центрі уваги – не лише сукупність технічних характеристик апаратів, а й якість інформаційного продукту, тобто репрезентативність і стабільність сформованої сигнатури в контексті практичного використання результатів випробувань.

Методологічно робота спирається на формалізацію чотирьох базових показників, що відображають якість сигнатурного образу та роботу рою як сенсорної системи: показник адекватності (ступінь відповідності отриманої сигнатури еталонній моделі), показник повноти урахування факторів (ступінь урахування релевантних зовнішніх умов), показник стабільності формування (стійкість до завад, втрат агентів чи змін траєкторій) та показник інформаційної насиченості (кількість незалежних інформативних компонент у сигнатурі). Ці показники представлені у вигляді формалізованих виразів та інтегровані у цільову функцію ефективності рою, де вагові коефіцієнти відображають експертні пріоритети та можуть динамічно коригуватися залежно від цілей випробування. Такий підхід дозволяє переоцінювати важливість окремих компонент у процесі експерименту, переводячи управління роєм з ручного планування в напівавтоматизований або повністю автоматичний режим з використанням зворотного зв’язку.

Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що метод дозволяє планувати полігонні випробування з урахуванням реальних обмежень, швидко оцінювати потенційну достатність конфігурації рою і автоматично коригувати її у процесі виконання експерименту. Впровадження підходу передбачає дві ключові операції: попередню оцінку “повноти факторів” для встановлення стартових ваг і запуск короткого еталонного симуляційного тесту перед основною фазою випробувань, а також організацію зворотного зв’язку під час польових випробувань для адаптивної зміни ваг і ролей агентів. Таке поєднання планування й адаптації дозволяє суттєво підвищити репрезентативність зібраних даних при мінімальних додаткових ресурсах.

Системний підхід до обґрунтування показників і критеріїв для побудови рою БпЛА створює методологічну основу для практичної реалізації інтелектуально-керованих сенсорних мереж у полігонних умовах. Наступні кроки мають бути спрямовані на польову верифікацію запропонованих алгоритмів у реальних сценаріях випробувань, розроблення інтерфейсів для інтеграції з існуючими інформаційно-вимірювальними системами полігону та застосування методів машинного

навчання для автоматичного налаштування вагових коефіцієнтів за результатами серій спостережень.

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ТА БЕЗПІЛОТНІ ЛІТАЛЬНІ АПАРАТИ: ПРОРИВ У ВІЙСЬКОВІЙ СФЕРІ ЧИ РИЗИКИ СПІЛЬНОГО ЗАСТОСУВАННЯ

К.В. Фесенко; В.Г. Матющенко
Навчально-науковий випробувальний полігон
високотехнологічного озброєння та військової техніки

За останні два з половиною роки російсько-українська війна виявила, що війна на сучасному полі бою більше не ведеться виключно у фізичній сфері, і нові можливості можна використати замість звичайних підходів до оборони. Збройний конфлікт розширився й охопив нові бойові фронти, які все більше залежать від віртуального домену. Передові технології, такі як штучний інтелект (ШІ), змінюють форму збройних конфліктів, впливаючи на всі аспекти війни від автоматизованих систем на передовій до логістики та підвищуючи багатодоменну ситуаційну обізнаність.

За даними платформи Land4Developers, маркетплейсу та мережі експертів з промислового інжинірингу з України, понад десяток українських компаній пропонують продукцію та послуги в прогнозній аналітиці.

Партнерство між технологічними фірмами та українськими військовими, яке нібито включає наявність інженера-програміста в кожному батальйоні, викликає нову хвилю розробки та тестування з військовим ШІ.

У протистоянні вторгненню росії українська оборона виявилася краще оснащеною, ніж очікувалося. Військові показники України запропонували цінні уроки як для нових, так і для вже сформованих військових держав щодо переваг партнерства з технологічними компаніями для отримання швидшого доступу до новітніх інноваційних технологій. Хоча результат російсько-українського конфлікту все ще невизначений, він підкреслив критичну роль державно-приватного партнерства у швидкому розвитку військових технологій. Інтеграція інструментів із підтримкою штучного інтелекту в оборону України демонструє, що співпраця між державними органами та приватними технологічними фірмами має важливе значення для швидкого розвитку та впровадження передових військових технологій.

Дослідження відображає мінливий характер війни, зосереджуючись на стратегічній ролі ШІ. Аналіз сучасної динаміки поля бою базується на визначенні Європейським оборонним агентством ‘нових руйнівних технологій’.

Стійкість України у війні проти росії частково можна пояснити передовою технічною підтримкою, отриманою від її західних союзників. Цей розділ занурюється у військові інструменти з підтримкою штучного інтелекту, які використовуються в Україні, від безпілотників до передових систем націлювання. Дійсно, передові безпілотні літальні апарати (БПЛА) з двигуном ШІ є великим технологічним проривом в українській війні, що змінює спосіб сприйняття сучасного бою. Старіші системи, як-от дрони Skydio американського виробництва, тепер замінюються передовими дронами глибокого навчання, які дозволяють зброї інтерпретувати та реагувати в режимі реального часу на відео та відеозаписи. Найдосконаліші версії цієї технології, як ті безпілотники виробництва української компанії Vyrivmake, виявилися більш ефективними на полі бою. Прагнучи переозброїти українську армію, надавши сучасні інструменти, які відповідають стандартам НАТО, у 2019 році Україна закупила його перші турецькі дрони Bayraktar TB2. Безпілотна бойова машина (UCAV) TB2 - це середньовисотна система літака великої витривалості (MALE), якою можна керувати дистанційно або працювати самостійно. Після російського вторгнення в країну у 2022 році безпілотник TB2 використовувався збройними силами України для нападу на російські сили та техніку. Українські сили оборони також використовують боєприпаси, такі як WB Electronics Warmate, надані Польщею. [1] Крім того, українські сили також використовують безпілотники чеського виробництва Primoco One 150 для дальньої розвідки, яку надав Люксембург. Для операцій на короткій відстані Велика Британія та Норвегія постачали українським силам оборони мікроБПЛА Black Hornet Nano. Ці мініатюрні БПЛА допомагають солдатам краще бачити навколишнє середовище, дозволяючи їм оглядати кути та стіни.

Оборонна стратегія України, відзначена міцним партнерством з приватними технологічними компаніями та західними союзниками, підкреслює, як інструменти ШІ можуть підвищити військову ефективність і ситуаційну обізнаність. У цьому документі проаналізовано стратегічні застосування українськими силами оборони ‘ технологій на основі штучного інтелекту та наслідки співпраці державного та приватного секторів у сфері оборони для військового співробітництва по всій Європі.

ІННОВАЦІЙНІ ЦИФРОВІ ПОЛІГОНИ ДЛЯ ТЕСТУВАННЯ БПЛА ТА НРК: ЕФЕКТИВНІСТЬ І ПЕРСПЕКТИВИ

О.В. Філіппенков, д.філос.; О.С. Гущин; А.В. Дегтярьов
Навчально-науковий випробувальний полігон
високотехнологічного озброєння та військової техніки

Цифрові випробувальні полігони є сучасним інструментом для тестування безпілотних літальних апаратів (БПЛА) та наземних роботизованих комплексів (НРК). Вони ґрунтуються на віртуальних симуляціях, що дозволяють відтворювати складні умови експлуатації. Наприклад, можливо змоделювати екстремальні погодні фактори, збої систем навігації або радіоелектронні перешкоди. Такий підхід робить процес перевірки значно ефективнішим та економічнішим порівняно з традиційними фізичними полігонами, зменшуючи потребу у великій кількості реальних випробувань.

Для створення цифрових полігонів застосовуються симуляційні платформи на зразок Gazebo та Unity, які інтегруються з Robot Operating System (ROS). Gazebo забезпечує реалістичне відтворення фізичних характеристик об’єктів, включаючи масу, інерцію та тертя, що дозволяє досягати високої точності при аналізі поведінки систем. Unity, своєю чергою, має потужні інструменти для візуалізації та роботи з великими багатокомпонентними сценаріями, включаючи одночасне функціонування численних динамічних об’єктів. Завдяки інтеграції з ROS досягається прямий зв’язок симулятора з реальними контролерами БПЛА чи НРК. Це робить можливим використання режиму Hardware-in-the-Loop (HIL), коли апаратне забезпечення перевіряється у реальному часі в умовах віртуального середовища.

Важливу роль у таких системах відіграє технологія цифрових двійників (Digital Twin). Вона забезпечує постійне оновлення віртуальних копій фізичних об’єктів на основі даних із сенсорів. Це дозволяє не тільки відтворювати поведінку БПЛА чи НРК з високою точністю, а й прогнозувати реакцію на нештатні ситуації. Для сертифікаційних випробувань цифрові двійники мають критичне значення, оскільки створюють можливість імітації широкого спектра сценаріїв без ризику для обладнання або персоналу.

Запровадження цифрових полігонів підвищує ефективність випробувального процесу. Час сертифікації може скорочуватися у 3–5

разів завдяки автоматизації тестів та відсутності необхідності у багаторазових фізичних перевірках. Одночасно суттєво знижуються витрати, адже цифрові симуляції виключають потребу у дорогих матеріальних ресурсах та тривалому залученні випробувальних команд. Додатковою перевагою є адаптивні сценарії: вони динамічно змінюються залежно від дій апарата. Наприклад, у разі виявлення аномалії алгоритм автоматично вносить зміни в умови, щоб перевірити реакцію системи. Це дає змогу виявляти потенційні недоліки на ранніх стадіях розробки.

Цифрові полігони враховують міжнародні вимоги. Зокрема, вони сумісні з європейською рамкою EASA SORA, яка визначає оцінку ризиків операцій із БПЛА. Крім того, використовуються стандарти НАТО, зокрема STANAG 4817, що регламентує інтерфейси управління безпілотними системами. Завдяки такій відповідності українські розробки можуть пройти сертифікацію на міжнародному рівні, що відкриває шлях до експорту та інтеграції у багатонаціональні оборонні програми.

Перспективи розвитку цифрових полігонів охоплюють кілька важливих напрямів. По-перше, поступова автоматизація сертифікаційних процесів дозволить мінімізувати вплив людського фактора та прискорити обробку результатів. По-друге, інтеграція з національними платформами для централізованого збереження та аналізу даних створить основу для уніфікованого підходу до випробувань і сертифікації. Така система може стати базовим елементом цифрової інфраструктури оборонно-промислового комплексу України.

Додатковим кроком розвитку може стати застосування штучного інтелекту для аналізу великих масивів даних, отриманих у ході симуляцій. Машинне навчання здатне виявляти приховані залежності, які складно визначити традиційними методами, та прогнозувати відмови систем ще до їх виникнення. Також перспективним виглядає створення модульних симуляційних середовищ, де можна буде швидко додавати нові типи платформ, сенсорів чи сценаріїв. Це дозволить розробникам і військовим підрозділам адаптувати цифровий полігон під конкретні завдання — від перевірки автономної навігації у складних міських умовах до тестування захищеності від засобів радіоелектронної боротьби.

У підсумку, цифрові випробувальні полігони поєднують швидкість, економічність та високу якість перевірок. Вони відповідають сучасним міжнародним стандартам, створюють умови для масштабованих сертифікаційних процедур і сприяють розвитку інновацій у сфері безпілотних систем. Запровадження такої концепції в Україні може стати

основою національної платформи сертифікації, яка підвищить конкурентоспроможність оборонної промисловості та зміцнить позиції держави на світовому ринку високих технологій.

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПОЛЬОТОМ БПЛА

В.А. Хлоп'ячий[1], к.т.н., доц.; Я.О. Вишнівський[1];
Р.В. Древенчук[1]; Т.В. Паращенко[2], д.філос.
[1]Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба;
[2]Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Забезпечення надійної та ефективної експлуатації безпілотних літальних апаратів (БПЛА) в несприятливих метеорологічних умовах та в умовах використання засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ) потребує впровадження високоефективних систем раціонального управління польотом БПЛА. Впровадження штучного інтелекту у дану систему нерідко характеризуються недостатньою ефективністю нейромережі, обмеженою надійністю та високими експлуатаційними втратами. У зв'язку з цим актуальним є наукове обґрунтування та розробка підходів до модернізації та навчання нейромережі до адаптації засобам РЕБ та алгоритмів роботи з усунення впливів дестабілізуючих факторів з метою підвищення ефективності та зменшення втрат управління БПЛА.

З метою підвищення ефективності раціонального управління запропоновано інноваційний підхід, що поєднує використання більш ефективніших алгоритмів роботи нейромережі при використанні РЕБ та появі дестабілізуючих факторів. Запропонована система алгоритмів використовує гнучкі принципи протидії різним видам факторів що впливають на управління БПЛА, які забезпечують вихід БПЛА з зони дії РЕБ та компенсації керованості наявними каналами управління при появі певних відмов. Комбінація активного та пасивного методів управління БПЛА дозволяє суттєво підвищити ефективність використання БПЛА у час протистояння російській агресії.

Дослідження показали, що використання модернізованих, алгоритмів роботи нейромережі підвищує ефективність використання БПЛА, знижує енергоспоживання та підвищує надійність управління БПЛА. Також сприяє зменшенню експлуатаційних втрат і підвищує ефективність

роботи в складних умовах.

МЕТОДОЛОГІЯ НАВЧАННЯ АЛГОРИТМІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ЗА ДОПОМОГОЮ ШТУЧНО ЗГЕНЕРОВАНИХ ЗОБРАЖЕНЬ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ НОВИХ ЗРАЗКІВ РОЗВІДУВАЛЬНИХ ТА УДАРНИХ БПЛА

Є.В. Хоменко; Р.В. Краснов, к.т.н., доц.; О.В. Буданов; С.О. Ільїн
Центр досліджень Державної спеціальної служби транспорту

В ході російсько-української війни, безпілотні літальні апарати (далі – БпЛА) набули значного поширення та кардинально змінили тактику ведення бойових дій. Вони перебрали на себе широкий спектр завдань: від аеророзвідки та коригування вогню артилерії до безпосереднього високоточного ураження військ противника. В цьому світлі розробка ефективних та надійних засобів детектування, відстеження та ідентифікації ворожих БпЛА стає пріоритетним завданням для забезпечення безпеки військових підрозділів чи критичної інфраструктури навіть в глибокому тилу. Алгоритми на основі глибокого навчання демонструють високий потенціал для автоматизації цих процесів. На практиці такі рішення легше масштабувати, і вони потребують менше персоналу для керування. Проте, їх ефективність напряму корелює з якістю та обсягом навчальних даних.

В умовах активних бойових дій процес збору навчальних вибірок зображень для моделей розпізнавання значно ускладнений через наступні фактори: активна протидія противника засобами РЕБ, маскування, високі ризики для персоналу та обладнання, обмежена варіативність сценаріїв використання. Це суттєво сповільнює розробку та вдосконалення алгоритмічних детекторів, а також значно знижує якість розпізнавання в реальних умовах. Проблему ускладнює те, що противник постійно вдосконалює та випускає нові моделі БпЛА і покращує засоби маскування існуючих, що у свою чергу, створює постійну потребу у майже безперервному циклі вдосконалення чи донавчання алгоритмів на нових даних для підтримання ефективності розпізнавання на належному рівні. За таких умов, традиційний цикл розробки моделей глибокого навчання для розпізнавання зображень є занадто повільним.

Відповіддю на виклики збору та адаптації даних може стати використання штучно згенерованих зображень. Сучасні графічні рушії та спеціалізовані платформи для симуляції досягають достатнього рівня

фотореалізму, що дозволяє створювати високоякісні навчальні набори в автоматичному режимі з розміткою об'єктів в кадрі. Очевидна перевага цього підходу полягає в повному контролі розробника над середовищем генерації. Інженери даних можуть з легкістю змінювати безліч параметрів: моделі БпЛА, метеорологічні умови, освітлення ландшафту, параметри оптичної системи тощо. Така гнучкість дозволяє за короткий термін створювати масштабні та надзвичайно варіативні набори даних, що є практично неможливим в умовах бойових дій.

Проте досягнення лише високого ступеня фотореалізму недостатньо, щоб гарантувати високий рівень розпізнавання для алгоритмів, навчених на синтетичних даних. На практиці виника відмінність, відома як "розрив даних" (Domain Gap). Цей розрив виникає через відмінності у представленні кольорів, текстур, артефактів освітлення, порівняно з даними, отриманими з реальних камер. Під час процесу навчання детектор може "вивчити" ці відмінності як характерні риси штучного представлення, і, відповідно, буде очікувати на появу аналогічних особливостей при роботі з реальними даними. Для подолання цього застосовується комплексний підхід, спрямований на зменшення "розриву даних", ключовими методами якого є:

– доменна рандомізація – навмисне внесення різного роду варіативності у параметри синтетичного середовища. Це має змусити модель фокусуватися на основних інваріантних рисах об'єкта, таких як форма конкретної моделі БпЛА, наявність та кількість крил, характерних елементів фюзеляжу тощо;

– фотореалістичний рендеринг (візуалізація) – використання технік генерації зображень та фізично коректних матеріалів для максимального наближення візуальної складової до реальних зображень;

– аугментація даних – застосування до синтетичних зображень різного роду шумів, розмиття, зміни контрастності, текстур, представлення кольорів тощо.

Класичні метрики, такі як точність (precision) та повнота (recall) на окремих кадрах, не завжди повною мірою можуть бути застосовані для оцінки якості детектування навченими моделями на реальних даних. Модель може демонструвати високі показники на окремих кадрах, але водночас генерувати нестабільний результат, який не буде мати високої цінності для практичних застосувань.

Пропонується доповнити стандартні метрики оцінкою, що базується на аналізі часових послідовностей. Ключовим критерієм ефективності вважатиметься плавність та зв'язність траєкторій руху БпЛА отриманих

за допомогою алгоритмів розпізнавання. Якісна система детектування має забезпечувати відстеження об’єкта в кадрі з мінімальними розривами та стрибками детекційної рамки. Такий підхід оцінює практичну придатність навченої моделі для завдань, де важливим є не лише миттєве детектування, а й стабільне супроводження ворожих цілей для задач стеження та протидії.

ОБГРУНТУВАННЯ ДОДАТКОВИХ ВИМОГ ДО БПАК ПЕРЕХОПЛЕННЯ ПОВІТРЯНИХ ЦІЛЕЙ

А.А. Шалигін, к.т.н., с.н.с.
Секція з оборонних проблем Міністерства оборони України при Президії Національної академії наук України

Одним із викликів для сил оборони України на сьогодні є боротьба з ударними БпЛА противника, в тому числі, типу “Шахед”. Для розв’язання проблеми існує певна кількість як вже апробованих, так і перспективних пропозицій на основі застосування безпілотних авіаційних комплексів (БпАК) з безпілотними літальними апаратами (БпЛА) – перехоплювачами разового або ситуаційного застосування. Водночас, існуючі оперативно-тактичні (тактико-технічні) вимоги до зазначених комплексів не дозволяють однозначно оцінити ефективність або порівняти різні комплекси. Метою доповіді є обґрунтування додаткових вимог до характеристик зазначених БпАК, що забезпечать об’єктивність результатів при організації їх випробувань.

Тактико-технічні вимоги до БпАК з БпЛА – перехоплювачами літакового або мультикоптерного типу містять такі характеристики БпЛА: максимальна дальність польоту, бойовий радіус (радіокерований), максимальна висота польоту, максимальна та крейсерська швидкість польоту, швидкопідйомність. Крім того є окремі характеристики відеокамери БпЛА, боєприпасу, часу підготовки до застосування, злітно-посадкові характеристики тощо. Швидкість та висоту польоту цілі типу “Шахед” можна вважати відомими та використовувати при випробуваннях їх середньостатистичні значення. Під час проведення випробувань можна припустити, що ціль буде рухатись на постійній висоті з постійною швидкістю. Це припущення потребує додаткового обґрунтування шляхом аналізу статистичних даних характеру реальних траєкторій ударних БпЛА противника.

Зазначена сукупність характеристик БпЛА – перехоплювача і цілі не

дозволяє розрахунковим або експериментальним методом однозначно визначити величину промаху або ймовірність ураження цілі.

Цей висновок підтверджується результатами чисельного моделювання перехоплення повітряної цілі за допомогою БпЛА разового застосування.

Математична модель наведення БпЛА на ціль включає:

– систему диференціальних рівнянь, що описує рух цілі як матеріальної точки в земній нормальній системі координат за заданими законами керування;

– систему диференціальних рівнянь, що описує рух БпЛА як твердого тіла в земної нормальної системі координат; систему рівнянь, що описує роботу системи автоматичного керування БпЛА для наведення його на ціль в залежності від положення цілі на кадрах відеокамери;

– модель атмосфери.

За результатами моделювання отримано залежності точності наведення БпЛА – перехоплювача на ціль від початкового напряму польоту цілі, її маневрування, турбулентності атмосфери. Показано, що в межах області можливого оптичного спостереження цілі її перехоплення може бути успішним лише в певному діапазоні початкових координат і напрямів польоту. Маневрування цілі суттєво обмежує діапазон початкових умов для успішного перехоплення. Турбулентність атмосфери і частота кадрів відеокамери БпЛА впливають на точність автоматичного наведення на ціль.

Аналіз результатів математичного моделювання показує, що для однозначного визначення можливості ураження повітряної цілі за допомогою БпЛА – перехоплювача необхідно мати інформацію (задавати дані) про напрямок руху і координати цілі під час її виявлення.

На перший погляд можна припустити, що для забезпечення повного набору характеристик достатньо визначити вимоги до маневреності БпЛА – перехоплювача: перевантаження, радіусів віражів тощо. Проте це не забезпечує оцінки можливостей системи автоматичного керування та наведення БпЛА на ціль. Крім того, доцільно передбачити певні рівні турбулентності атмосфери за яких має забезпечуватись задана ймовірність перехоплення цілі. За результатами моделювання саме турбулентність у поєднанні з затримками в системі керування зумовлює збільшення величини промаху.

Існуючі тактико-технічні вимоги до БпАК з БпЛА – перехоплювачами ударних БпЛА противника потребують доповнень, що забезпечать об’єктивність результатів при організації їх випробувань.

Пропонується визначити у вимогах умови за яких забезпечується задана ймовірність ураження цілі, наприклад:

– швидкість цілі не менше V, висота польоту цілі від H_{min} до H_{max}, ціль рухається у напрямку точки старту БпЛА в смузі шириною $\pm L$;

– вимоги щодо маневрування цілі: ціль виконує сталий віраж з креном γ;

– помірна турбулентність атмосфери за MIL-STD-1797A.

СЕРТИФІКАЦІЯ АЛГОРИТМІВ КОЛЕКТИВНОЇ БЕЗПЕКИ АВТОНОМНИХ РОЙОВИХ СИСТЕМ БПЛА

В.І. Шендрик; О.С. Гущин; А.О. Батюк
Навчально-науковий випробувальний полігон
високотехнологічного озброєння та військової техніки

Розвиток безпілотних літальних апаратів (БПЛА) поступово зміщується від індивідуального застосування до колективних форм функціонування у складі ройових систем. Такі системи передбачають децентралізовану взаємодію великої кількості платформ із використанням алгоритмів колективної поведінки. Одним із ключових аспектів їх безпечного застосування є розробка та сертифікація алгоритмів колективної безпеки, що забезпечують уникнення зіткнень, стійкість до зовнішніх загроз та відповідність міжнародним нормам.

Актуальність проблеми зумовлена необхідністю інтеграції ройових систем у повітряний простір, який вже використовується пілотованою авіацією та іншими безпілотними засобами. Умови сучасних бойових дій та цивільного застосування висувають вимогу до здатності рою зберігати цілісність навіть за умов впливу радіоелектронної боротьби, втрати окремих елементів чи несприятливих метеоумов. Таким чином, сертифікація має враховувати не лише індивідуальні характеристики апаратів, а й колективну надійність системи.

Основними викликами сертифікації алгоритмів є: відсутність уніфікованих стандартів для оцінювання ройових систем; складність моделювання динамічної взаємодії великої кількості елементів; необхідність перевірки алгоритмів у реальних та симуляційних умовах; забезпечення відповідності міжнародним вимогам (EASA, STANAG, ISO).

Для ефективної сертифікації пропонується поєднання трьох рівнів тестування:

Моделювання та симуляція – цифрові полігони дозволяють

відпрацьовувати сценарії взаємодії рою, включаючи уникнення зіткнень, відновлення після втрати вузлів та адаптацію до динамічного середовища. Тут застосовуються алгоритми ройової поведінки на основі моделей “boids”, swarm intelligence та multi-agent systems. Симуляція дозволяє оцінити взаємодію десятків і сотень платформ одночасно, передбачити потенційні конфлікти та тестувати алгоритми адаптивного розподілу завдань.

Апаратно-програмна інтеграція – перевірка алгоритмів на тестових стендах із реальними каналами зв’язку, сенсорами та обмеженими ресурсами обчислювальних блоків. Тут проводиться оцінка продуктивності обчислювальної платформи, затримок у мережі, взаємодії сенсорів та контролерів. Особливо важливо перевіряти алгоритми резервування та розподілу функцій у разі втрати вузлів, щоб рій залишався функціональним.

Натурні польотні випробування – контрольовані експерименти у реальних умовах, де оцінюється час реакції рою на загрозу, стійкість до зовнішніх впливів, здатність до самовідновлення та безпечна інтеграція з пілотованою авіацією. Випробування включають різні сценарії: масоване переміщення рою у заданій зоні, уникнення динамічних перешкод, координацію завдань у бойових та цивільних місіях, а також поведінку при втраті частини платформ.

Особлива увага приділяється розробці метрик для оцінки колективної безпеки, серед яких: час виявлення та реагування на загрозу; відсоток уникнених зіткнень у різних сценаріях; стійкість рою до втрати окремих елементів; здатність до самовідновлення та підтримання зв’язку; ефективність розподілу завдань між платформами.

Принцип “fail-safe” забезпечує, що у випадку критичних відмов або втрати управління рій переходить у безпечний режим, мінімізуючи ризики для сторонніх об’єктів та пілотованих літаків. Крім того, алгоритми ройової поведінки можуть бути сертифіковані за різними рівнями автономності (від повністю дистанційно керованих до автономних з адаптивним управлінням), що дозволяє застосовувати їх у різних сферах: військова розвідка, моніторинг, цивільна логістика та інфраструктурний контроль.

Інтеграція міжнародних стандартів і норм сертифікації (EASA, STANAG, ISO, ASTM) дозволяє забезпечити узгодженість методів тестування, порівнянність результатів та підвищення рівня довіри до ройових систем серед військових та цивільних операторів. Застосування

цифрових полігонів із масштабованими сценаріями знижує витрати на натурні випробування та прискорює цикл сертифікації.

Перспективним напрямком є розробка відкритих методологій сертифікації алгоритмів, які дозволять поєднати симуляцію, стендові перевірки та польотні експерименти у єдину стандартизовану процедуру, а також впровадження штучного інтелекту для автоматизованої оцінки ризиків та адаптації алгоритмів до нових сценаріїв.

Таким чином, сертифікація алгоритмів колективної безпеки у ройових системах БПЛА має базуватися на комплексному підході, що включає цифрове моделювання, стендові перевірки та натурні експерименти, із застосуванням міжнародних стандартів та національних норм. Такий підхід дозволяє забезпечити інтеграцію ройових систем у повітряний простір та підвищити рівень їх бойової й технічної безпеки.

МЕТОДОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ АДЕКВАТНОСТІ ТА ПОВНОТИ УРАХУВАННЯ ФАКТОРІВ У ПРОЦЕСІ ФОРМУВАННЯ СИГНАТУР ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНОГО ОВТ

А.В. Шулежко; О.В. Жирна;
С.М. Казначей; Н.М. Вовчанівська
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Випробування високотехнологічних зразків озброєння та військової техніки (ОВТ) вимагають отримання максимально достовірних і репрезентативних сигнатур, які є основою для подальшої оцінки їх вразливості до виявлення, супроводу та ураження технічними засобами противника. Проте складність умов випробувань, зокрема вплив електромагнітного фону, метеорологічних чинників, топографії місцевості та наявності завад, створює ризик спотворення або неповноти зібраних даних. Це зумовлює необхідність застосування методів кількісного оцінювання адекватності результатів і ступеня повноти урахування факторів, що впливають на формування сигнатури. Такі методи забезпечують обґрунтованість висновків за результатами випробувань і підвищують їхню науково-технічну цінність.

Метою дослідження є розроблення методологічної основи для кількісного визначення двох ключових характеристик якості сигнатурних

даних – адекватності та повноти урахування факторів – з подальшою інтеграцією цих оцінок у загальну систему аналізу результатів випробувань.

Запропонований підхід передбачає формалізацію цих характеристик у вигляді математичних показників, які дозволяють порівнювати отриману сигнатуру з еталонною та визначати, наскільки всебічно враховані всі релевантні зовнішні чинники.

Для визначення адекватності використовується метод кореляційного аналізу між виміряними характеристиками та еталонними параметрами, отриманими за умов, максимально наближених до ідеальних. Повнота урахування факторів визначається через відсоткове співвідношення врахованих у вимірюванні чинників до загальної кількості значущих впливів, визначених на етапі підготовки випробувань. Запропонований метод передбачає можливість зважування окремих факторів за ступенем їхнього впливу, що дозволяє адаптувати розрахунки до специфіки випробувального сценарію.

Результати моделювання в спеціалізованому симуляційному середовищі показали, що використання такої методики дозволяє на ранньому етапі виявити недоліки конфігурації вимірювальної системи та внести зміни до плану випробувань. Наприклад, у кількох змодельованих сценаріях показник повноти урахування факторів зростав на 10–15 % після додавання до рою безпілотних літальних апаратів (БпЛА) додаткових сенсорів або зміни їхнього просторового розташування. Аналогічно, корекція алгоритмів обробки даних дозволила підвищити показник адекватності з 0,78 до 0,85, що безпосередньо вплинуло на якість підсумкової сигнатури.

Розроблений підхід до оцінювання адекватності та повноти урахування факторів може застосовуватися як на етапі планування випробувань, так і під час їх виконання. Його впровадження забезпечує підвищення достовірності результатів, зменшення ймовірності пропуску важливих впливів та створює основу для автоматизації процесу контролю якості зібраних сигнатурних даних.

Перспективи подальших досліджень полягають у розширенні набору оцінюваних показників, інтеграції методики з системами машинного навчання для автоматичної ідентифікації недооблічених факторів та у проведенні польових випробувань для підтвердження ефективності підходу в реальних умовах.

ОЦІНКА ПОТОЧНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ НАТО ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ БПЛА

Р.М. Шупило; Т.А. Співак
Навчально-науковий випробувальний полігон
високотехнологічного озброєння та військової техніки

Можливості безпілотників НАТО різноманітні і відрізняються між союзниками. Багато країн володіють передовими системами безпілотників, починаючи від малих БПЛА з гвинтокрилом і закінчуючи великими платформами з нерухомим крилом, які можна використовувати для різноманітних військових операцій. У той час як кількість і якість внесків UAS від держав-членів для задоволення потреб НАТО в зборі розвідувальних даних зростає, зусилля союзників щодо передачі можливостей під контроль НАТО або сприяння розвитку багатонаціональних можливостей часто обмежуються національними проблемами, включаючи обмежену доступність, втрату контролю або інтелектуальну власність права та страх втрати частки ринку.

Не менш важливо, що НАТО не має спільної доктрини союзників, яка б охоплювала використання UAS у спірних сценаріях, хоча союзники працюють над її розробкою. Відсутність доктрини НАТО має неминучі наслідки для визначення вимог до можливостей, концепції операцій (CONOP), загальні TTP по всьому альянсу та, зрештою, досягнення сумісності. Дійсно, спільний доктринальний документ необхідний для того, щоб керувати розвитком альянсом своїх можливостей безпілотників у той час, коли нові експлуатаційні вимоги вимагають переходу від дистанційно керованих одномісійних платформ до більш складних, автономних, багатомісійних систем і екіпажу -інтеграція платформи без екіпажу.

Програма наземного спостереження Альянсу представляє єдиний потенціал UAS, яким безпосередньо володіє та керує НАТО, та надає альянсу критично важливі та довгострокові платформи Joint ISR (JISR). Флот AGS, який складається з п’яти RQ-4D “Phoenix” UAS, стаціонарних і мобільних наземних і опорних сегментів, а також передових датчиків, розміщений на головній операційній базі Сігонелла в східній Сицилії, Італія.

Альянс потребував можливості AGS, щоб заповнити критичну прогалину в розвідці, яка раніше була усунена внесками окремих країн, що призвело до неминучих затримок і проблем з розповсюдженням.

Платформу RQ-4D Block 40 було обрано через її найсучасніший пакет датчиків, зокрема, функції радара з синтетичною апертурою (SAR) і наземного індикатора цілі (GMTI), що надаються багаточастотним радаром з активною електронно сканованою решіткою (AESA), які дозволяють НАТО контролювати величезні території та відстежувати потенційні загрози майже в реальному часі.

Набір датчиків AGS походить від передової багатоплатформної програми введення радіолокаційних технологій (MP-RTIP) на борту US RQ-4 Global Hawk UAS, але був модифікований відповідно до конкретних вимог альянсу.

UAS "Phoenix", який, за даними НАТО, має максимальну межу 18,2 км і радіус дії понад 16,13 км, забезпечує майже миттєву передачу даних командирам НАТО через широкий набір ліній прямої видимості та поза межами прямої видимості, далекі, широкосмугові канали передачі даних. Його вражаюча стеля та протиборчі можливості ISR дозволяють системі AGS збирати критичні розвідувальні дані, залишаючись за межами зони ураження більшості протиповітряної оборони.

Операційна система AGS розроблена таким чином, щоб бути сумісною з платформами НАТО, дозволяючи безперебійну інтеграцію з іншими можливостями збору розвідувальних даних. Наприклад, аналітики NAGSF "можуть поєднувати радіолокаційні зображення високої роздільної здатності 2D, надані RQ-4D Phoenix, з іншими типами інтелектуальних зображень (IMINT), такими як відео повного руху (FMV) і продукти ELINT/SIGINT, отримані з інших висотних платформ, таких як американський літак U2", щоб отримати повну картину оперативного середовища.

Російське вторгнення в Україну дало новий поштовх для розвитку цього потенціалу, оскільки атака Росії "прискорила потребу в постійній ISR для альянсу" спонукаючи NAGSF "літати вдвічі більше, ніж передбачалося, після досягнення початкової оперативної спроможності та доставки понад 11 тисяч розвідувальних продукті з 24 лютого 2022". Цей результат розвідки включає інтеграцію інших можливостей збору розвідувальної інформації, причому лише 25 % розвідувальних продуктів походять із органічного збору NAGSF, а решта 75 % походять із зовнішніх джерел, включаючи платформи союзних країн та розвідку з відкритим кодом. Оскільки AGS залишається основним органічним активом JISR НАТО, альянсу незабаром може знадобитися оцінити можливі рішення для підвищення його живучості та середньо- та довгострокової життєздатності.

ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ДО АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ САМОХІДНИХ ГАРМАТ МОДУЛЮ ДИСТАНЦІЙНОГО КЕРУВАННЯ РУХОМ ГАРМАТИ

Д.О. Щенякін
Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії

У сучасних умовах ведення бойових дій забезпечення безперервного та ефективного функціонування артилерійських систем вимагає інтеграції інноваційних технологій управління вогнем. Одним із ключових напрямків підвищення бойової ефективності самохідних артилерійських комплексів є розроблення та впровадження дистанційних модулів керування рухом гармати, які можуть бути інтегровані до автоматизованих систем управління. Таке технічне рішення дозволить значно підвищити оперативність реагування на загрози, забезпечити більш точне наведення озброєння та зменшити залежність від людського фактору у критичних ситуаціях.

Впровадження дистанційного модуля керування передбачає вирішення низки технічних завдань:

– розроблення високоточної системи приводів, здатних забезпечувати плавне та точне позиціонування гармати у різних умовах експлуатації;

– створення надійних каналів передачі даних із захистом від електронних перешкод та можливістю функціонування в умовах радіоелектронної боротьби;

– забезпечення модульної архітектури системи, що дозволить адаптувати рішення для різних типів артилерійських платформ;

– реалізація системи резервування для підвищення живучості та надійності роботи в бойових умовах.

До основних переваг впровадження відноситься:

– підвищення швидкості реакції – автоматизоване управління дозволяє скоротити час циклу "виявлення-ураження" за рахунок інтеграції з сучасними системами розвідки та цілевказання;

– зниження антропогенного навантаження – мінімізація участі людини у процесі наведення зменшує ймовірність помилок та підвищує стабільність роботи системи;

– підвищення захищеності екіпажу – можливість дистанційного управління дозволяє розміщувати операторів у захищених позиціях, зменшуючи їх вразливість;

– поліпшення інтеграції з АСУВ – модуль може стати органічною частиною єдиного інформаційного простору управління вогневими засобами.

До перспективних напрямків розвитку відноситься:

– використання технологій штучного інтелекту для автоматичної корекції вогню з урахуванням метеоумов, стану озброєння та інших факторів;

– розроблення розподілених систем управління, де один обчислювальний комплекс може керувати групою артилерійських систем;

– застосування адитивних технологій для швидкого виробництва та заміни компонентів системи у польових умовах;

– створення уніфікованих цифрових платформ для обміну даними між різними елементами артилерійської системи.

Інтеграція дистанційного модуля керування рухом гармати до автоматизованих систем управління самохідних артилерійських комплексів є перспективним напрямком підвищення їх бойової ефективності. Це технічне рішення дозволить забезпечити підвищення оперативності управління вогнем, зменшення залежності від людського фактору, підвищення живучості системи в цілому, кращу інтеграцію з сучасними системами управління боєм.

Реалізація такого підходу вимагатиме подальших досліджень у галузі автоматизації, розроблення нових матеріалів та вдосконалення систем зв'язку, проте вже зараз можна констатувати його високу потенційну ефективність для сучасних умов ведення бойових дій.

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ ПОРІВНЯЛЬНИХ ТЕСТУВАНЬ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

С.М. Янушевич
Житомирський військовий інститут ім. С.П. Корольова.

В умовах сучасного бою БпЛА стали ключовим елементом та основним засобом ураження, завдяки їх здатності виконувати завдання, які раніше вимагали значних людських і матеріальних ресурсів. Їх основні переваги включають високу маневреність, можливість діяти у важкодоступних зонах і суттєве зниження ризику для особового складу.

За допомогою льотних випробувань розробляються способи визначення параметрів БпЛА, що дозволяють отримати кращі перехідні характеристики для вибраного типу літальних апаратів.

29 липня 2025 року на базі Житомирського військового інституту імені С.П. Корольова організовано та проведено порівняльні випробування безпілотних авіаційних комплексів (БпАК) “Вампір” та “Pegasus Arms 25” із залученням екіпажів та відповідних засобів від військової частини А4123.

Підставою для проведення перевірки БпАК є розпорядження начальника штабу – заступника командувача Сухопутних військ Збройних Сил України окреме доручення заступника Головнокомандуючого Збройних Сил України № 4376/р від 25.07.2025 р.

За результатами перевірки, підтверджено доцільність постачання у частини Сухопутних військ Збройних Сил України наступних зразків:

– БпАК “PEGASUS ARMS 25” виробництва ТОВ “ПЕГАСУС АРМС”;

– БпАК “ВАМПІР” виробництва ТОВ “СТРИМ ТЕХНО”.

Оцінювання БпАК відбувався за наступними критеріями: здатність долетіти до району виконання завдання; здатність ураження цілі (скиду) або мінування з визначеною точністю; стабільність зв’язку керування та відео.

Зазначені платформи успішно виконали завдання та продемонстрували спроможності, що підтверджують їх заявлені ТТХ, зокрема: високу вантажопідйомність, тактичний радіус та дальність польоту, стабільність каналів керування та навігації, стійкість до засобів РЕБ ближньої дії.

Пропонується, в подальшому, проводити оцінювання та випробування БпЛА за наступними аспектами:

1. Перевірка та порівняння технічних характеристик: Максимальна швидкість, максимальна дальність та висота польоту, маневреність, максимальний час роботи на стандартних АКБ, максимальна вантажопідйомність (здатність перенести вагу, яка набагато перебільшує заявлену в технічних характеристиках).

2. Навігація та стабільність, стійкість до впливу РЕБ: здатність утримувати заданий курс, реагувати на зміни умов, витримувати пориви вітру та здатність літати в умовах сильних опадів (дощ, сніг, туман). Під час випробувань під дією РЕБ використовувати різні типи засобів зовнішнього подавлення (типу Буковель, Нота, різних типів окопного РЕБ направленої та купольної дії) як в поодинокому, так і в одночасному їх застосуванні.

3. Робота обладнання: Перевірка роботи камер, сенсорів, передавальної та приймальної апаратури, систем зв’язку в різних умовах.

Для об'єктивності висновків варто проводити випробування різних типів БпЛА одним і тим самим складом екіпажу. Для літальних апаратів коптерного типу обов'язковою умовою має бути функція повернення в точку злету в автономному режимі (при відключеному пульті).

4. Випробування в різних умовах: перевірка роботи БпЛА в різних погодних умовах, на різних типах місцевості, вдень та вночі з обов'язковою наявністю одного з метеорологічних явищ (дощ, сніг, туман), що ускладнюють польоти та керування літальним апаратом.

5. Випробування бойових можливостей: Оцінка ефективності використання БпЛА для розвідки, спостереження, нанесення ударів та інших військових операцій.

РОЛЬ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ У СУЧАСНИХ ВІЙНАХ

І.Г. Ячна; Ю.В. Кобець
Навчально-науковий випробувальний полігон
високотехнологічного озброєння та військової техніки

Безпілотні літальні апарати (БПЛА) стали невід'ємною частиною сучасної війни, і їхня роль у майбутньому буде тільки зростати, що змушує НАТО та окремих членів альянсу терміново адаптуватися до нових умов.

Окремі країни-члени Альянсу володіють широким спектром можливостей БПЛА, а альянс колективно володіє та експлуатує систему наземного спостереження НАТО (AGS). Незважаючи на зусилля НАТО, спрямовані на заохочення закупівель та розвитку можливостей, а також на просування спільних стандартів та можливостей, НАТО має занадто мало безпілотників для ведення інтенсивних бойових дій проти рівноцінного супротивника. Ефективна інтеграція тих безпілотників, які є в наявності, в умовах бойових дій буде дуже складною задачею.

Розвитку надійних і ефективних можливостей БПЛА в альянсі заважають кілька викликів. До них належать обмежена взаємосумісність, критичні прогалини в можливостях, недостатня живучість платформ, нестача персоналу та підготовки, обмеження в обробці розвідданих тощо.

Повномасштабне вторгнення Росії в Україну ознаменувало не тільки повернення традиційної війни в Європу, але й технологічні інновації на полі бою. Конфлікт став полігоном для випробування нових військових систем.

Україна стала піонером у використанні як військових, так і комерційних готових безпілотних літальних апаратів (БПЛА), також відомих як “дрони”, для тактичної розвідки та спостереження, збору розвідданих у реальному часі, коригування артилерійського вогню, забезпечення ретрансляції зв’язку, проведення ударів на ближню та дальню відстань, оцінки бойових збитків (BDA) та скидання перероблених боєприпасів на ворожу техніку та особовий склад. В результаті українські війська використовують дрони як засоби, що сприяють та посилюють бойову силу, скорочуючи та спрощуючи “ланцюг ураження” та забезпечуючи кращі та швидші військові рішення.

Це останній приклад у зростаючому списку конфліктів, в яких задіяні БПЛА, включаючи громадянські війни в Лівії, Сирії та Ємені, а також у регіоні Нагірного Карабаху. Поширення БПЛА надало як державним, так і недержавним суб’єктам нові і, часом, значні можливості, поклавши кінець монополії Заходу на БПЛА і загрожуючи підірвати його технологічну перевагу.

Прогрес у галузі штучного інтелекту (ШІ), технологій та додатків, пов’язаних з даними, квантового зондування, комунікацій нового покоління, технології роїв та можливостей взаємодії людини і машини обіцяє підвищити повсюдність, універсальність, летальність та ефективність БПЛА. Ця мінлива природа загрози БПЛА може потенційно змінити баланс між наступом і обороною, зробивши системи протидії БПЛА не менш важливими. Водночас, все більш конкурентні бойові простори (повітря, суша та море) ставлять доктринальні та оперативні виклики перед використанням НАТО середніх та великих БПЛА.

Попередні ознаки в Україні та інших країнах вже вказують на те, що повсюдна присутність БПЛА, оснащених датчиками, на полі бою може завадити досягненню ефекту несподіванки та зробити наступальні маневрені операції ще більш складними та дорогими.

Поширеність БПЛА також викликає серйозні питання щодо захисту військ та вразливості сил і інфраструктури до атак, у тому числі на значній відстані від лінії фронту. Як зазначив генерал британської армії, “використання безпілотних літальних апаратів створило прозоре поле бою, де немає безпечних місць”.

Дійсно, використання БПЛА знову створило загрозу майже постійного повітряного спостереження та ударів для звичайних збройних сил на рівні, якого не було з часів холодної війни. Прикриття, маскування та захист з повітря тепер є проблемою на всьому полі бою, а не тільки на передовій. Ця повсюдна вразливість матиме важливі наслідки для

майбутнього сухопутних військових дій та способів використання, захисту та оборони сухопутних військ в умовах насиченого сенсорами середовища.

Однак, як стверджують багато експертів, дрони вимагають різноманітних складних (і дорогих) систем для підтримки їх використання, а також вдосконалених ТТР, можливостей та організаційних структур для досягнення відчутних результатів. Цей складний набір передумов називається "військовою екосистемою", і в надійній формі він може використовувати можливості БПЛА для отримання вирішальної переваги.

PROSPECTS FOR DEVELOPING OF A METHOD FOR FORMING TEST SAMPLES FOR MACHINE LEARNING OF UAV SWARMS

O. Dmitriiev, Doctor of Engineering Science, Professor;
E.K. Chimbanga
State Scientific Research Institute of Armament
and Military Equipment Testing and Certification

In the development and training and training of UAV swarm systems designed for target detection and engagement, the creation of simulation environments capable of replicating complex inter-agent network interactions is of critical importance. The effectiveness of such swarm operations is closely tied to the stability of inter-agent communication, the ability to adapt to the loss of individual drones, and the capacity to maintain coordination in dynamic and often hostile environments. A key priority is developing methods to form test samples for machine learning that reflect realistic information exchange conditions within swarms.

This research aims to create a method for forming test datasets for the machine learning of UAV swarms. It focuses on modeling inter-agent interactions with high fidelity to actual combat conditions. The scientific novelty lies in the identification of key parameters that influence the quality of inter-agent communication and coordination under resource-constrained conditions. These parameters include signal propagation delays, node density, packet loss, interference, limited bandwidth, routing stability, and communication range. Dynamic aspects of swarm behavior are also considered, including network topology restructuring, adaptive routing, agent disappearance, and limited situational awareness.

The effectiveness of inter-agent interaction methods and the design of test

datasets for machine learning depends on the system’s ability to ensure stable, flexible, and adaptive communication infrastructure under dynamic conditions. A primary criterion is coherence in swarm behavior, defined by the degree of decision synchronization among agents in real time, accounting for latency, losses, and bandwidth limitations. Another important metric is the swarm’s adaptability to disruptions, particularly the capacity of each UAV to independently maintain local coordination and restore a compromised network.

Scalability is also critical, as increasing swarm size should not significantly degrade performance or inflate computational costs. In the context of potential electronic warfare or signal interference, the communication system’s resilience is assessed by its ability to maintain coordination, command acknowledgment, and adaptive routing in unstable conditions.

To address these challenges, the paper proposes a method that not only tests an algorithm’s ability to maintain robust communication in complex environments but also evaluates its potential integration into real-world UAV control systems. This will form a foundation for a universal approach to generating test samples that simulate coordinated, real-time interactions among autonomous agents.

The overall effectiveness of the proposed method will be evaluated using Quality of Service (QoS) metrics in simulations involving multi-agent platforms. These metrics will include communication delay, data throughput, agreement time, and recovery duration under disruption. This research opens new possibilities for implementing adaptive models within UAV swarm control systems, focusing on information exchange resilience and resource limitations.

СЕКЦІЯ 5

“АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ СЕРТИФІКАЦІЇ ТОВАРІВ ОБОРОННОГО ПРИЗНАЧЕННЯ”

Керівник секції: полковник А.Г. Козир
Секретар секції: капітан О.С. Калініченко

ОСОБЛИВОСТІ АРХІТЕКТУРИ РОЗРАХУНКУ ТА ПІДБОРУ КОМПОНЕНТІВ СИСТЕМИ ХОЛОДИЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

М.О. Андрієнко;
Р.В. Грищенко, к.т.н.
Національний університет харчових технологій

На початку минулого десятиліття змінилася філософія реалізації рішень Монреальського протоколу (виконується міжнародна угода 1985 р. щодо регуляції та поступового виведення з обігу речовин, які руйнують озоновий шар і мають високий показник прискорення глобального потепління (GWP)), які обмежують використання холодоагентів з GWP > 150 у сучасних проєктах холодильної техніки. Особливості архітектури системи холодильної техніки зумовили перехід на екологічно безпечніші холодоагенти (R 290 (пропан), який має GWP = 3 (у еталонного CO_2 = 1) і практично нульовий показник руйнування озонового шару (ODP ≈ 0)). Додатковою економічною перевагою R 290 є відсутність митних платежів при імпорті.

У тезах доповіді вказані особливості архітектури розрахунку та етапи підбору агрегатів та їх складових для реалізації проєкту системи холодильної техніки для спеціалізованого приміщення.

З метою дослідження можливостей потужності компресора та інших складових системи проведено розрахунок теплового балансу та визначено енерговитрати (скільки теплоти треба “відвести” з об’єму зберігання (Q0 в Вт)). В ході робіт враховані “витрати” на відкривання-закривання дверей для завантажувально-вивантажувальних операцій – 764 Вт, а також попередні результати продуктивності компресора на холодоагенті R452 (визначені в межах діапазону 540 Вт при температурі кипіння фреону на

випарнику за температури -6 градусів Цельсія). Дослідження потужності відповідно до параметрів кипіння фреону, геометрії випарника та потужності повітряного потоку виконано за допомогою програми Unilab COILS. Значення продуктивності = 600 Вт.

Співвиконавці проєкту системи холодильної техніки з Чехії розрахували (Unilab COILS) потужність випарника при роботі на холодагенті R290. Визначено, що необхідна теоретична потужність досягається тільки при кипінні фреону за температури -8 градусів. Даний результат враховано при розрахунках кількості фреону в системі, порівняно з R452a. В системі використано готове технічне рішення конденсатора, який відповідав її вимогам і = 1,08 кВт (при DT1 = 15K, tконд. = 47C, R404a).

Розрахункові показники перевірено шляхом тестування зібраного комплекту системи. Роботи проведено у декілька етапів.

На першому – проведено дослідження потужності системи у розрахунку 2,3 метрів капілярної трубки внутрішнього діаметру 1,25 мм.

На другому – проведено регенеративний теплообмінний (РТО) за рахунок розміщення капілярної трубки у всмоктуванні по довжині 1 метр, що забезпечило охолодження трубки і підвищення продуктивності системи. У результаті – збільшено продуктивність вентилятора конденсатора для підвищення потужності (з 10 Вт на 24 Вт), а також збільшено кут атаки крильчатки вентилятора до 34 градусів. Таким чином отримана різниця температур на виході з конденсатора та показника тиску конденсації 3 градуси.

На третьому – проведені роботи щодо підвищення різниці тисків за рахунок поступового збільшення довжини капілярної трубки з 2,3 метри до 5 метрів. У результаті отримана можливість знизити продуктивність компресору і підвищити продуктивність випарника, при цьому температура кипіння понизилася до -6 градусів на завершені циклу.

Отже проведені дослідження змогли вивести систему на роботу в діапазоні +4..+8 градусів, а також визначена необхідність збільшення площі теплообміну випарника та конденсатора для підвищення ефективності системи та зменшення діаметру труб теплообмінників задля збереження кількості заправного холодоагенту на рівні 150 г.

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО МЕНЕДЖМЕНТУ ЯКОСТІ У ПРОЦЕСАХ СЕРТИФІКАЦІЇ ТОВАРІВ ОБОРОННОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Ю.А. Бондар, к.е.н., доц.
[1]Центральноукраїнський державний університет
імені Володимира Винниченка

У сучасних умовах трансформації економіки та посилення глобальної конкуренції особливого значення набуває якість товарів оборонного призначення, яка безпосередньо впливає на національну безпеку, обороноздатність держави та ефективність міжнародного співробітництва. Сертифікація продукції оборонного комплексу виступає ключовим інструментом підтвердження відповідності встановленим стандартам, проте традиційні підходи до її організації вже не повною мірою відповідають викликам сучасного ринку.

Інноваційні методи менеджменту якості у сфері сертифікації товарів оборонного призначення є важливим елементом удосконалення сучасної системи управління. Одним із ключових напрямів виступає цифровізація процесів, яка передбачає автоматизацію збору, обробки та збереження даних, використання спеціалізованого програмного забезпечення для контролю відповідності продукції стандартам, а також впровадження систем електронного документообігу. Це забезпечує скорочення часу на проходження сертифікаційних процедур та зменшує ризики людських помилок.

Важливу роль відіграє застосування міжнародних стандартів (ISO, НАТО STANAG та ін.), які формують єдині підходи до оцінки якості й надійності оборонної продукції. Орієнтація на світові норми дозволяє українським підприємствам інтегруватися у глобальні ринки, підвищувати довіру міжнародних партнерів і розширювати можливості експорту.

Сучасні підходи неможливі без ризик-орієнтованого управління, яке базується на системному аналізі потенційних загроз у процесі виробництва та сертифікації. Це передбачає прогнозування відхилень, попередження дефектів і створення механізмів швидкого реагування на критичні ситуації. Така методологія дозволяє знизити витрати на усунення помилок і забезпечити стабільність виробничих процесів.

Додатково інноваційність менеджменту якості проявляється у використанні новітніх технологій контролю, зокрема штучного інтелекту, машинного навчання, сенсорних систем та блокчейну для відстеження

етапів виробництва і сертифікації. Це сприяє прозорості процесів, підвищує рівень довіри та гарантує достовірність результатів перевірки.

У сукупності зазначені інноваційні методи створюють передумови для підвищення прозорості, ефективності та надійності сертифікаційних процедур. Вони забезпечують оптимізацію управління оборонними підприємствами, сприяють скороченню витрат, підвищенню продуктивності та мінімізації ризиків. У результаті такі підходи не лише підвищують внутрішню ефективність компаній, але й зміцнюють їх конкурентоспроможність на глобальному ринку оборонної продукції, відкриваючи нові можливості для міжнародної співпраці та залучення інвестицій.

Подальшого дослідження потребує питання інтеграції інноваційних методів менеджменту якості у нормативно-правову базу України. Ефективність впровадження сучасних практик значною мірою залежить від гармонізації національних стандартів із міжнародними вимогами та створення сприятливих умов для технологічної модернізації підприємств оборонного сектору.

Важливим напрямом розвитку є також підготовка висококваліфікованих кадрів, здатних працювати із сучасними системами контролю та управління якістю. Підвищення компетентності персоналу вимагає розвитку спеціалізованих освітніх програм, міжнародних стажувань та практичного обміну досвідом із країнами-членами НАТО та ЄС.

Окремої уваги заслуговує питання кібербезпеки сертифікаційних процесів. Використання цифрових платформ і технологій зберігання даних створює ризики витоку конфіденційної інформації, що може мати критичні наслідки для національної безпеки. Тому інноваційні методи менеджменту якості мають поєднуватися з комплексними системами захисту даних.

У підсумку, інноваційні підходи до менеджменту якості у сфері сертифікації оборонної продукції повинні розглядатися як комплексна стратегія, що об’єднує цифрові технології, міжнародні стандарти, ризик-менеджмент та безпекові інструменти. Такий підхід дозволить не лише вдосконалити систему управління якістю, але й сформувати надійну основу для розвитку оборонно-промислового комплексу України в умовах глобальної конкуренції.

Таким чином, дослідження інноваційних підходів до менеджменту якості у процесах сертифікації оборонної продукції є актуальним завданням сучасної економіки та управління, адже воно забезпечує

поєднання інтересів держави, виробників та споживачів, сприяючи розвитку ефективної та стійкої системи оборонних послуг.

ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПРАВОВЕ РЕГУЛЮВАННЯ ФІНАНСУВАННЯ РОЗРОБКИ ВІТЧИЗНЯНИХ МАШИН ДЛЯ РОЗМІНУВАННЯ: СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ НА 2025-2026 РОКИ

С.В. Гоцуляк; О.В. Керей
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Гуманітарне розмінування залишається одним із ключових пріоритетів національної безпеки та відновлення України. За останні роки держава здійснила рішучі кроки для стимулювання вітчизняних виробників техніки та обладнання для розмінування, перетворивши цю галузь на один із драйверів інновацій у сфері оборонних технологій.

Аналіз чинних правових механізмів та їх ефективності дозволяє визначити подальші кроки для масштабування досягнутих успіхів.

Основним інструментом підтримки залишаються державні оборонні закупівлі, що регулюються чинним Законом України “Про оборонні закупівлі”. Практика формування окремих лотів для закупівлі машин та обладнання для розмінування довела свою ефективність, гарантуючи виробникам прогнозований ринок збуту.

Крім того, активно використовуються державні контракти (договори) з тривалим циклом виробництва, що забезпечує стабільне фінансування науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт (далі – НДДКР).

Важливу роль відіграє платформа “Brave1”, яка стала ефективним майданчиком для поєднання розробників з державними замовниками та інвесторами.

Для активізації інновацій на ранніх етапах було створено дієву екосистему фінансової підтримки.

Цільові грантові програми, зокрема через Український фонд стартапів та кластер “Brave1”, продовжують бути ключовим джерелом фінансування для команд розробників на етапі створення прототипів. Цей механізм дозволяє покривати найбільш ризикові етапи розробки.

Ухвалені у 2024 році законодавчі зміни, що тимчасово звільнили від податку на додану вартість та ввізного мита імпорту вузлів, комплектуючих та матеріалів для виробництва і ремонту машин розмінування, продовжують діяти й у 2025 році.

Цей крок значно знизив собівартість української продукції та підвищив її конкурентоспроможність. Наразі в експертних колах та Уряді активно обговорюється можливість закріплення цих пільг на постійній основі.

Для подальшого стимулювання галузі розглядаються такі кроки, як запровадження податкового кредиту на суму витрат на НДДКР та тимчасове звільнення від податку на прибуток для підприємств, що налагодили серійне виробництво сертифікованої техніки.

Одним із головних досягнень стало реформування системи сертифікації. Започаткований у 2024 році експериментальний проєкт Уряду щодо сертифікації техніки для розмінування йде до завершення і його результати будуть імплементовані в постійну практику.

Наразі діє спрощена процедура сертифікації, що базується на таких принципах:

– гармонізація з міжнародними стандартами (IMAS);

– принцип “єдиного вікна” для подачі документів;

– залучення акредитованих приватних лабораторій для проведення випробувань, для скорочення термінів.

Ця реформа дозволила скоротити шлях від прототипу до сертифікованої машини, готової до експлуатації, значно скоротивши терміни процедури сертифікації, без жодних компромісів щодо якості та безпеки.

Отже, в Україні вже створено дієву екосистему для розробки та виробництва вітчизняних засобів розмінування. Комплексний підхід, що поєднує державне замовлення, фінансові стимули та оптимізовану сертифікацію, дав відчутні результати.

Ключовими напрямами для подальшої роботи вбачаються наступні.

Масштабування підтримки: перехід від окремих інструментів до єдиної державної цільової програми з розвитку виробництва техніки для гуманітарного розмінування.

Постійність стимулів: закріплення тимчасових податкових та митних пільг на постійній основі для забезпечення довгострокової інвестиційної привабливості галузі.

Міжнародне визнання: активна робота над визнанням української системи сертифікації на міжнародному рівні, що відкриє для вітчизняних виробників глобальні ринки. Реалізація цих кроків дозволить Україні не лише прискорити очищення власних територій, але й стати одним зі світових лідерів у розробці та виробництві передових технологій для гуманітарного розмінування.

СИСТЕМА СЕРТИФІКАЦІЇ ТА КОДИФІКАЦІЇ ТОВАРІВ ОБОРОННОГО ПРИЗНАЧЕННЯ: ВИКЛИКИ, ДИСБАЛАНСИ ТА НАПРЯМИ РЕФОРМУВАННЯ

В.П. Грицишин, к.ф.н.; А.О. Красноруцький, к.т.н., с.н.с.;
С.В. Неминущий; В.А. Штанько
Харківський Національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Сили оборони України протягом понад десяти років протидіють збройній агресії російської федерації. У сучасних умовах ключовим чинником результативності ведення бойових дій стає швидкість впровадження новітніх зразків озброєння та військової техніки. Вітчизняні підприємства оборонного сектору, приватні компанії та інноваційні стартапи створюють широкий спектр рішень – від різноманітних безпілотних літальних апаратів до програмно-апаратних комплексів управління, які доводять свою ефективність безпосередньо у ході бойових операцій.

Разом з тим, наявні механізми кодифікації та сертифікації суттєво ускладнюють оперативне постачання таких зразків озброєння у війська. Ситуація характеризується дисбалансом: формальна вимога кодифікації та сертифікації збільшує терміни офіційного прийняття озброєння, тоді як тактична обстановка на лінії зіткнення змінюється щодня, що потребує негайної адаптації. Унаслідок чого, перспективні розробки, що довели свою високу ефективність під час бойових зіткнень, не можуть бути своєчасно інтегровані у державну систему постачання.

Така ситуація створила паралельну систему забезпечення. В бригадах створюються ремонтні майстерні, які модернізують існуючі та мають можливість виробляти окремі зразки озброєння та військової техніки. Волонтерські спільноти створюють власні лінії постачання, закуповують обладнання, тестують новинки. Це дає швидкість і гнучкість, але водночас розпорошує ресурси, породжує конкуренцію між підрозділами за волонтерські бюджети та позбавляє країну можливості централізованого стратегічного планування. Тобто фактично втрачається можливість перетворення тактичних успіхів на системну перевагу.

Тому актуальність сьогодення - не корегування окремих процедур, а радикальне переосмислення логічної суті оборонних закупівель. Закупівлі мають орієнтуватися не на кількість одиниць, а на виконання конкретних бойових завдань. Не на застарілу номенклатуру, що відповідає довоєнним стандартам, а на адаптивну модель, здатну реагувати на зміни поля бою.

Структура постачання повинна забезпечувати масштабування успішних рішень, контроль якості, уніфікацію й логістику, а не створювати перешкоди.

Не менш важливим є створення механізмів прискореної кодифікації та сертифікації. Якщо розробка у ході випробувань під час бойових операцій має високі (прогресуючі) показники ефективності, то вона повинна мати “зелений коридор” для закупівлі. Звичайно, для критичних ситуацій мають існувати правила екстрених (оперативних) закупівель – без зайвої бюрократії, але з прозорими процедурами. Це не має бути винятком із правил, а новою нормою, яку варто закріпити системно.

Впровадження зазначених заходів дозволить підвищити ефективність оборонних закупівель та забезпечити оперативність цілеспрямованого постачання сучасних зразків озброєння та військової техніки до конкретизованих підрозділів Сил оборони України. Такий підхід має створити умови для перетворення тактичних досягнень на стратегічні переваги.

ВИКОРИСТАННЯ РИЗИК-ОРІЄНТОВАНОГО ПІДХОДУ В ПРОЦЕСАХ СЕРТИФІКАЦІЇ ПРОДУКЦІЇ ОБОРОННОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Я.О. Довгенко, к.е.н., доц.
Центральноукраїнський державний університет імені Володимира Винниченка

Сучасні виклики, зумовлені повномасштабною збройною агресією проти України, вимагають від оборонно-промислового комплексу (ОПК) випуску високонадійних та безпечних зразків озброєння і військової техніки (ОВТ) у стислі терміни. В умовах динамічних змін у воєнно-технічному середовищі та підвищених вимог до якості і безпеки озброєння та військової техніки, особливого значення набуває впровадження ризик-орієнтованого підходу (РОП) у систему сертифікації продукції оборонного призначення. Цей підхід передбачає ідентифікацію, оцінювання та управління ризиками, що можуть вплинути на відповідність продукції встановленим технічним регламентам, стандартам та тактико-технічним вимогам.

Застосування РОП у сертифікаційних процедурах дозволяє на ранніх стадіях виявити потенційні відхилення. А своєчасне виявлення слабких місць у конструкції, технології чи матеріалах ще на етапі розробки та

випробувань мінімізує ризики відмов під час експлуатації. РОП сприяє оптимізації обсягів і визначенню глибини випробувань через концентрацію ресурсів на перевірці найбільш критичних характеристик. Раціональний розподіл ресурсів сертифікаційних органів зосереджує увагу на високоризикових зразках за рахунок скорочення контролю для низькоризикових. Використання формалізованих методик (RPN, матриця ймовірність/наслідки, ISO 31000) підвищує об'єктивності та прозорості рішень. РОП знижує ймовірність постачання продукції з критичними дефектами, забезпечуючи надійність та безпеки у бойових умовах. Інтеграція з міжнародними практиками - відповідність вимогам НАТО та ЄС, створює передумови для взаємного визнання сертифікатів.

Ключові етапи впровадження РОП у сертифікаційні процедури включають: ідентифікацію, аналіз і оцінку ризиків, розробку і реалізацію заходів з їх мінімізації, моніторинг і перегляд ризиків. На етапі ідентифікації ризиків визначаються потенційні загрози, які можуть вплинути на якість та безпеку продукції. Виконується аналіз документації (конструкторської), технічних умов, протоколів випробувань та експлуатаційних відгуків. Результатом є сформований реєстр ризиків із класифікацією за джерелами (технічні, організаційні, людський фактор, зовнішні умови). Етап аналізу і оцінки ризиків: проводиться кількісне та якісне визначення ймовірності виникнення кожного ризику та масштабів його наслідків. Використовуються методи статистичного аналізу відмов, моделювання сценаріїв, розрахунку індексу ризику (RPN), матриця ймовірність/наслідки, експертні оцінки. Результатом є пріоритезація ризиків за рівнем критичності. На етапі розробки та реалізація заходів з мінімізації ризиків здійснюється вибір і впровадження технічних (модернізація конструкції, підвищення точності технологічних операцій), організаційних (подвійний контроль, підвищення кваліфікації персоналу) та нормативних заходів (уточнення технічних вимог, посилення методик випробувань). Результатом проведення цього етапу є план управління ризиками із зазначенням відповідальних осіб, строків та ресурсів. **Моніторинг і перегляд ризиків з**абезпечується безперервний контроль за станом ризиків протягом усього життєвого циклу продукції. Виконується регулярний аналіз звітів з випробувань, проведення аудитів, актуалізація реєстру ризиків у разі змін конструкції чи технології. Використовуються інформаційні системи управління якістю, бази даних невідповідностей та автоматизовані модулі оцінки ризиків.

Міжнародна практика (стандарти ISO 9001:2015, ISO/IEC 31000, AQAP) демонструє, що ризик-орієнтований підхід сприяє підвищенню

надійності оборонної продукції та скороченню ймовірності постачання виробів з критичними дефектами. РОП забезпечує можливість більш гнучкого реагування на зовнішні та внутрішні зміни, що підвищує адаптивність організації в умовах динамічного середовища. Крім того, системна інтеграція ризик-менеджменту в операційну діяльність дозволяє знизити витрати, пов’язані з наслідками кризових ситуацій, та забезпечити стале функціонування в довгостроковій перспективі.

Висновки. Ризик-орієнтований підхід є інструментом підвищення стійкості та результативності систем управління, оскільки він поєднує превентивний і коригувальний аспекти діяльності. Отже, інтеграція РОП у національну систему сертифікації продукції оборонного призначення забезпечує не лише відповідність міжнародним вимогам, а й створює передумови для підвищення ефективності оборонно-промислового комплексу в умовах воєнного часу.

У контексті сертифікаційних процедур впровадження РОП сприяє не лише відповідності вимогам міжнародних стандартів (зокрема ISO серії 9000, 14000, 31000), але й створює додану вартість для організації через формування репутаційного капіталу, розширення можливостей виходу на нові ринки та підвищення конкурентоспроможності. Таким чином, ризик-орієнтований підхід виступає не просто методологічним інструментом, а стратегічним чинником, який визначає якість управління, рівень безпеки та перспективи розвитку організації.

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ТИПОВИХ НЕДОЛІКІВ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ЕКСПЕРТИЗИ ЩОДО ВИКОНАННЯ МЕТРОЛОГІЧНИХ ВИМОГ

Ю.О. Дуболазов; О.О. Коротій
Військова частина А0785

Забезпечення достовірної вимірювальної інформації параметрів зразків озброєння та військової техніки (ОВТ) є критично важливим для їх ефективного функціонування. У цьому контексті, експертиза щодо виконання метрологічних вимог (МВ), або метрологічна експертиза документації, стає головним інструментом для оцінки відповідності конструкторської, експлуатаційної, ремонтної документації та експериментальних даних встановленим метрологічним вимогам. Метою даної доповіді є аналітичний огляд та систематизація типових недоліків, що виявляються при проведенні такої експертизи за останні роки.

Основна частина. За результатами проведених експертиз МВ виявлено низку типових недоліків, що суттєво впливають на якість метрологічного забезпечення ОВТ.

1. Недоліки у змісті та оформленні документації:

– неповнота контрольованих параметрів та їх опису: у документації відсутні допустимі відхилення (граничні значення) для технічних параметрів, що ускладнює належний контроль і порушує вимоги стандартів. Часто опис контрольованих параметрів є неповним, без зазначення їх конкретних значень або необхідних засобів вимірювальної техніки (ЗВТ), що може призвести до невірного тлумачення вимог та зниження повноти метрологічного контролю;

– невідповідність переліків ЗВТ описаним методам контролю, відсутність відомостей про утилізацію свідчать про внутрішні неузгодженості та порушення стандартів. У деяких випадках, незважаючи на визначені параметри (наприклад, крок нарізів), відсутні передбачені методи їх контролю або перевірки у відповідних розділах документації. Крім того, не для всіх параметрів наведено засоби для їх вимірювання, необхідну похибку або діапазон вимірювання;

– відсутність допустимих відхилень (граничних значень) для технічних параметрів, що порушує вимоги стандартів та ускладнює контроль.

2. Проблеми із застосуванням та обігом засобів вимірювальної техніки (ЗВТ):

– відсутність заводських номерів ЗВТ у протоколах випробувань суттєво знижує простежуваність та достовірність вимірювань, а також відсутність інформації про періодичну повірку законодавчо регульованих ЗВТ та невизначений порядок метрологічного обслуговування вбудованих датчиків порушує нормативні вимоги та ставить під сумнів метрологічний стан засобів;

– невідповідність обраних ЗВТ необхідній точності або їх надлишковість призводить до недостовірних результатів чи неефективного планування.

3. Застарілість та некоректність нормативної бази та термінології:

– посилання на нормативні документи, що втратили чинність, або їх недоречність, а також використання застарілої/некоректної термінології. Це створює невідповідність чинному законодавству та може призвести до невірного тлумачення вимог, знижуючи загальний рівень метрологічного забезпечення.

Висновки. Таким чином, експертиза щодо виконання МВ є ключовим

інструментом для підвищення якості метрологічного забезпечення ОВТ. Однак, системний аналіз виявляє типові недоліки, що вимагають уваги та усунення для забезпечення відповідності документації та даних актуальним вимогам. Необхідна постійна актуалізація нормативної бази, уніфікація термінології та підвищення рівня військово-метрологічного супроводження процесів створення, випробувань, закупівлі та ремонту ОВТ для гарантування достовірності вимірювальної інформації та ефективності зразків.

ОСОБЛИВОСТІ ОЦІНКИ ВІДПОВІДНОСТІ ПЕРВИННИХ (МОБІЛЬНИХ) УКРИТТІВ

Р.В. Калашніков; О.С. Калініченко; Л.Ф. Коломієць
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

З початку повномасштабного вторгнення рф в Україну в 2022 році питання безпеки цивільного населення набуло критичної важливості. Укриття перетворилися не лише на тимчасовий притулок під час повітряних тривог, але й стали основним елементом інфраструктури цивільного захисту від різноманітних загроз з боку армії рф. Звісно, навіть найнадійніше сховище не може забезпечити 100-відсоткову гарантію виживання, однак воно значно підвищує шанси на безпеку.

В умовах сучасних загроз, коли швидкість реагування та доступність захисних споруд є критично важливими, Україна активно розвиває систему цивільного захисту. Одним із ключових елементів цієї системи є первинні (мобільні) укриття (далі – ПМУ). Це конструкції, призначені для короткострокового захисту населення в місцях масового скупчення людей від непрямої дії засобів ураження.

Наявність чіткої методології випробувань у додатку Б ДСТУ 9329:2025 забезпечує об’єктивну оцінку ефективності захисних конструкцій під час дії уражаючих чинників і є обов’язковим елементом у процедурі підтвердження відповідності ПМУ установленим вимогам.

Застосування цих методик у рамках натурних випробувань є критично важливим для офіційної оцінки відповідності ПМУ установленим нормативним захисним властивостям і повинно обов’язково супроводжуватися повною технічною документацією від виробника.

З огляду на це, актуальним є аналіз потенціалу нового стандарту (ДСТУ 9329:2025 “Первинні (мобільні) укриття. Основні параметри та

методи випробування", чинний від 01.08.2025) до впровадження в масове виробництво, механізмів оцінки відповідності, а також перспектив включення таких конструкцій до системи цивільного захисту населених пунктів України.

Оцінка відповідності ПМУ проводиться згідно з вимогами п. 7.9 ДСТУ 9329:2025, а також у відповідності до положень наступних нормативних актів, а саме:

постанови Кабінету Міністрів України № 95 від 13.01.2016 "Про затвердження модулів оцінки відповідності, які використовуються для розроблення процедур оцінки відповідності, та правил використання модулів оцінки відповідності";

постанови Кабінету Міністрів України № 535 від 26.05.2023 "Про затвердження Технічного регламенту засобів цивільного захисту".

У рамках реалізації Постанови № 535 був виданий Наказ № 97 від 14.02.2024, яким затверджено Перелік національних стандартів, що можуть застосовуватися з метою підтвердження відповідності засобів цивільного захисту вимогам Технічного регламенту. Хоча ДСТУ 9329:2025 ще не включено до чинного переліку, очікується його включення в наступні редакції Переліку, як один із ключових технічних стандартів у сфері мобільних захисних конструкцій.

Станом на 2025 рік, система нормативного регулювання у сфері ПМУ в Україні сформована таким чином, щоб охопити всі ключові етапи життєвого циклу продукції – від проєктування до підтвердження відповідності:

Для виробників – ДСТУ 9329:2025 надає чітко структуровані вимоги до конструкції, матеріалів та технічних параметрів ПМУ, а також правила їх виготовлення та встановлення.

Для випробувальних лабораторій – стандарт містить обов'язкові методики натурних випробувань (додатки А і Б), які дозволяють об'єктивно перевірити захисні характеристики укриттів, включаючи опір дії ударної хвилі та проникненню уламків.

Для органів з оцінки відповідності (сертифікації) – законодавча база, зокрема постанова Кабінету Міністрів України № 95 і постанова Кабінету Міністрів України № 535, визначає модулі оцінки відповідності та технічні регламенти, що застосовуються до засобів цивільного захисту, забезпечують нормативну основу для оцінки ПМУ.

Таким чином, нормативно-технічне забезпечення створює єдину узгоджену систему, яка дозволяє:

– виготовляти безпечні та ефективні конструкції;

– перевіряти їхню відповідність у лабораторних умовах;

– офіційно підтверджувати відповідність вимогам цивільного захисту на рівні держави.

ПЕРВИННІ (МОБІЛЬНІ) УКРИТТЯ: ВПРОВАДЖЕННЯ НАЦІОНАЛЬНОГО СТАНДАРТУ ДСТУ 9329:2025 ТА ПІДХОДИ ДО ОЦІНКИ ВІДПОВІДНОСТІ

Р.В. Калашніков; В.М. Руснак, к.військ.н., доц.; О.О. Добрянський
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

На тлі повномасштабного вторгнення відбулася зміна нормативної бази та впровадження нових стандартів. Це важливий крок на шляху до підвищення рівня цивільного захисту в країні, спрямований на створення якісних та доступних укриттів для населення, особливо з урахуванням потреб людей з інвалідністю та інших маломобільних громадян тощо.

Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 № 5403-VI закладає правові підстави для організації системи цивільного захисту, у тому числі щодо укриття населення у захисних спорудах, що можуть оперативно розгортатися без капітального будівництва відповідно до концепції, закладеної у статті 32 Кодексу.

У відповідь на виклики, що пов’язані з захистом цивільного населення під час бойових дій та інших надзвичайних ситуацій, в Україні було розроблено та впроваджено ДСТУ 9329:2025 “Первинні (мобільні) укриття. Основні параметри та методи випробування”, чинний від 01.08.2025. Цей стандарт визначає технічні вимоги до проектування та виготовлення первинних (мобільних) укриттів (далі – ПМУ), особливо блок-модульного типу, які можуть бути швидко змонтовані у місцях скупчення населення без проведення капітального будівництва.

Відповідно до пункту 5.1 ДСТУ 9329:2025, ПМУ мають забезпечувати короткостроковий захист (до 4 год) від впливу прогнозованих небезпечних чинників непрямої дії, включаючи:

надмірний тиск повітряної ударної хвилі не менше 100 кПа;

проникнення уламками засобів ураження та утворення вторинної фрагментації (наприклад, сколювання бетону).

ПМУ можуть проектуватися та виготовлятися як самостійні об’єкти з одного блок-модуля або як збірні конструкції, змонтовані з кількох блок-модулів та спеціальних елементів (п. 5.2). Монтаж таких укриттів

здійснюється без капітального будівництва – на підготовленому майданчику, розміщеному на рівні планувальної позначки грунту. Це забезпечує гнучкість та швидкість розгортання ПМУ в умовах воєнних дій та надзвичайних ситуацій. Технічна документація має містити повну інформацію про конструктивні елементи, порядок складання, вимоги до основи, а також інструкції з експлуатації та повторного монтажу.

Матеріали, які застосовуються у виготовленні ПМУ, повинні відповідати чинним нормам:

– залізобетонні, сталезалізобетонні та дисперсноармовані конструктивні елементи – відповідно вимог ДСТУ Б В.2.6-2, ДСТУ Б В.2.6-215 та ДСТУ-Н Б В.2.6-218;

– металеві конструкції – відповідно вимог ДСТУ Б EN 1090-1 та ДСТУ EN 1090-2.

Конструктивні схеми ПМУ мають забезпечувати міцність, стійкість і просторову жорсткість як окремих елементів, так і змонтованої конструкції вцілому. Рекомендується використання коробчастої схеми з жорсткими вузлами. Збільшення місткості та поліпшення технічних характеристик можливе завдяки конструктивному поєднанню кількох блок-модулів, включаючи повністю готові до використання. Важливо заздалегідь проектувати всі модулі сумісними між собою у межах типової серії, що забезпечує ефективність складання та експлуатації ПМУ.

Готові до використання (змонтовані) ПМУ повинні забезпечувати стійкість до горизонтального та вертикального навантаження, спричиненого динамічною дією повітряної ударної хвилі. Одним із рекомендованих технічних рішень є застосування контрфорсів по периметру ПМУ або впровадження альтернативних конструктивних засобів, що не потребують будівництва.

Для підтвердження ефективності таких рішень у додатку А ДСТУ 9329:2025 передбачено обов’язкову методику натурних випробувань на стійкість конструкції до дії надмірного тиску повітряної ударної хвилі еквівалентної 100 кПа. Зазначена методика є ключовою для забезпечення достовірності технічних характеристик та є обов’язковим елементом процедури оцінки відповідності. Всі прийняті рішення щодо забезпечення стійкості мають бути відображені у відповідній технічній документації.

З метою обґрунтування захисних властивостей ПМУ, у ДСТУ 9329:2025 передбачено додаток Б (обов’язковий), у якому викладено методику визначення параметрів матеріалів і конструкцій, що забезпечують стійкість ПМУ до пробиття уламками звичайних засобів ураження. Методика також охоплює випробування щодо утворення

вторинної фрагментації, зокрема сколювання бетону з внутрішніх поверхонь укриттів.

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ СЕРТИФІКАЦІЇ МЕХАНІЗОВАНИХ ЗАСОБІВ ГУМАНІТАРНОГО РОЗМІНУВАННЯ

Д.В. Киба
*Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки*

Мінування територій є давно відомим способом ведення війни, а отже і розмінування також. Окрім розмінування, яке проводиться на територіях де відбуваються активні бойові дії необхідне і очищення від вибухонебезпечних предметів територій, що звільнені від окупантів, в тому числі і ділянок місцевості, які були обстріляні ворогом. Саме тому в світовому досвіді існує поняття гуманітарного розмінування. На відміну від бойового розмінування, де необхідні швидкість процесів розмінування і пророоблення проходів, гуманітарне розмінування потребує більш виважених і делікатних підходів, а отже і вимоги до цього процесу встановлюються інші.

В Україні законодавство в сфері протимінної діяльності регламентовано Законом України “Про протимінну діяльність в Україні”.

Цей Закон визначає правові та організаційні засади здійснення протимінної діяльності в Україні та особливості державного регулювання у відповідній сфері.

В Україні запроваджені стандарти у сфері розмінування такі як:

ДСТУ 8820:2023 Протимінна діяльність. Процеси управління. Основні положення (принятий на заміну ДСТУ-П 8820:2018);

ДСТУ 8820-1:2023 Протимінна діяльність. Процеси управління. Частина 1. Система управління якістю;

ДСТУ 8820-3:2024 Протимінна діяльність. Процеси управління. Частина 3. Система управління інформацією;

ДСТУ 8820-4:2025 Протимінна діяльність. Основи управління. Частина 4. Процеси механізованого розмінування тощо.

Проте вищезазначені стандарти не розкривають всіх питань, а особливо стосовно оцінки відповідності механізованих засобів розмінування (машин розмінування).

Оцінка відповідності в Україні регламентована Законом України “Про технічні регламенти та оцінку відповідності”.

Цей Закон визначає правові та організаційні засади розроблення, прийняття та застосування технічних регламентів і передбачених ними процедур оцінки відповідності, а також здійснення добровільної оцінки відповідності.

Визначений цим Законом термін сертифікація – це підтвердження відповідності третьою стороною, яке стосується продукції, процесів, послуг, систем або персоналу.

Підтвердження відповідності (сертифікація) механізованих засобів гуманітарного розмінування в Україні впроваджена Порядком реалізації експериментального проєкту щодо здійснення обов'язкової сертифікації механізованих засобів розмінування (гуманітарного розмінування), пов'язаних з ними виробів, компонентів та обладнання, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 08.03.2024 № 271 (далі – Порядок). Порядок регламентує процес сертифікації, а саме: встановлює розподіл обов'язків повноважень призначеного на проведення сертифікації механізованих засобів розмінування Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки та заявників, визначення термінів і понять та безпосередньо порядок виконання дій та терміни проведення окремих процедур.

В Додатку до Порядку визначено вимоги до механізованих засобів розмінування та засобів супроводу, які базуються на:

– протоколі випробувань і оцінки машин розмінування (Test and Evaluation Protocol 30/06/2009 Version 1.0 "Machines" раніше відомого, як Угода Європейського комітету зі стандартизації CWA 15044: 2009) до міжнародного стандарту з протимінної діяльності IMAS 9.50. В свою чергу IMAS 9.50 є комплексним стандартом, який містить вказівки та специфікації щодо безпечного та ефективного використання машин під час операцій з розмінування. Ці документи Організації Об'єднаних Націй поширюються за міжнародною ліцензією Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0;

– військовому стандарті ВСТ 01.055.002-2021 (01) Захист та забезпечення безпеки озброєння та військової техніки. Процедури оцінювання рівня захисту броньованих транспортних засобів. Мінна загроза (STANAG 4569 Edition 3 / AEP-55 Volume 2 Edition C, Procedures for Evaluating the Protection Levels of Armored Vehicles – Mine Threat, IDT);

– оперативно-тактичних вимогах до зразків військової техніки для розмінування та безпілотних наземних комплексів;

– деяких базових вимогах ДСТУ 8820:2023 щодо мінімальної глибини розмінування, класифікації машин, які застосовуються в

операціях з розмінування та вимог щодо їх підтвердження відповідності (сертифікації).

Отже, Порядком впроваджено прозорий та дієвий механізм підтвердження відповідності механізованих засобів гуманітарного розмінування пов’язаних з ними виробів, компонентів та обладнання.

КЕРОВАНІ ПРОТИБОРТОВІ МІНИ: ЗНАЧЕННЯ РОЗРОБКИ, СЕРТИФІКАЦІЇ ТА РОЗШИРЕННЯ НОМЕНКЛАТУРИ В УМОВАХ СУЧАСНОЇ ВІЙНИ

А.І. Ковальчук, д.філос.
Військова частина А4983

Сучасні збройні конфлікти, особливо повномасштабна агресія російської федерації проти України, докорінно змінили підходи до ведення бойових дій, висуваючи на перший план технологічну перевагу та здатність до асиметричної відповіді. В цьому контексті, керовані протибортові міни є невід’ємною частиною арсеналу, що забезпечує ефективне ураження ворожої техніки. Їхня розробка, сертифікація та освоєння критично важливі для підвищення обороноздатності України.

Керовані протибортові міни являють собою високотехнологічні засоби ураження, що відрізняються від традиційних мін особливістю спрямування дії своєї бойової частини зокрема, та іншими своїми можливостями в цілому. Вони розроблені для знищення техніки супротивника шляхом ураження найбільш вразливих її частин – бортів (та, за сприятливих умов, даху башти), де броня значно тонша за лобову. Міни класичної компоновки часто наносять знерухомлюючі пошкодження, або “M-Kill” (згідно з класифікацією протитанкових мін, що застосовується департаментом армії США), тоді як протибортові міни спричиняють більш серйозне ураження, призводячи до ураження екіпажу та детонації боєкомплекту, що повністю виводить техніку з ладу.

Одним із ключових зразків, що надійшли на озброєння Української армії в рамках матеріально-технічної допомоги, є німецька протибортова міна DM-22. Станом на 17 квітня 2025, Україна отримала 3420 таких протитанкових мін спрямованої дії. Протитанкова міна DM-22, розроблена у Німеччині, являє собою вдосконалену версію міни DM-12 і за своєю функціональністю може бути прирівняна до автоматизованого протитанкового гранатомету. Вона належить до категорії “K-Kill”, що свідчить про її здатність до повного знищення бойової машини

противника. Завдяки здатності пробиття близько 600 мм, вона забезпечує можливість ефективного ураження бортової броні будь-якої російської техніки. Конструкція штатива міни дозволяє нахиляти її під кутом 45°, що в умовах урбанізованої місцевості забезпечує можливість ураження даху башти танка (верхню частину техніки). Така траєкторія атаки дозволяє обходити захист імпровізованих протикумулятивних екранів, оскільки вони, як правило, встановлюються для захисту від атак з повітря.

Крім DM-22, номенклатура протибортових мін включає французьку Mi AC AH F1, яка надходила в ЗСУ в рамках МТД, а також: DM-12 (попередницю DM-22); британську ACEATM; австрійські AVC-195 та ATM-6, -7; французьку Apilas; шведські FFV-654, -016; канадську C-14; американські M24, M66; польські MPB-1, -2; чеську PD Mi-PK; естонську PK-14. У контексті ворожих зразків, варто відзначити TM-83– протитанкову протибортову міну, що часто застосовується противником, яка є технічно просунутою, має сейсмічний та інфрачервоний датчики та містить 9,6 кг вибухівки. Також ворог може використовувати імпровізовані рішення на зразок TM-73, що являє собою реактивний гранатомет ПГ-18 “Муха” з підривачем МВ-72 та обривним дротяним датчиком цілі.

Важливою перевагою західних протитанкових мін, зокрема DM-22, є їхня мала обізнаність російськими саперами, які здебільшого мали справу лише з радянськими розробками.

Загальні тенденції розвитку керованих мін включають прагнення до зменшення розмірів лазерних головок самонаведення, зниження енергоспоживання, застосування всепогодних і завадозахищених датчиків цілі (зокрема комбінованих), збільшення початкової швидкості міни за рахунок нових метальних зарядів, підвищення точності влучання завдяки автономно-керованому режиму польоту, можливість уражати рухомі цілі, підвищення безпеки використання шляхом комплектування мін вибуховими речовинами зменшеної чутливості, а також підвищення надійності та зменшення вартості.

Перевагу на полі бою здобуває той, чиї технологічні рішення стоять на крок попереду. Саме тому розроблення, освоєння та впровадження інновацій і військових технологій є пріоритетним напрямом розвитку сучасної української армії. Адже здатність ефективно впроваджувати науково-технічні досягнення, випереджати супротивника в технологічному розвитку та швидкості перетворення наукових розробок на готові до застосування бойові системи є вирішальною. Крім того, вивчення трофейних зразків озброєння та військової техніки, дослідження методів протидії їм, а також впровадження нових технологічних рішень є

критично важливими в умовах війни на виснаження, в якій опинилась наша держава.

Отримані за МТД зразки дозволяють здійснити випробування в бойових умовах, що є однією з найважливіших складових підвищення боєздатності та надійності військових систем. В умовах сучасного конфлікту випробування ОВТ в реальних бойових умовах, попри пов’язані з цим високі ризики, є незаперечно цінними. Вони дозволяють об’єктивно оцінити відповідність ТТХ заявленим, виявити приховані недоліки, та отримати критично важливий зворотний зв’язок від військових користувачів. Це забезпечує оперативне вдосконалення зразків. Інтенсифікація досліджень та інвестиції в науково-технічний потенціал є критично важливими для зміцнення обороноздатності, оскільки успіх на полі бою залежить від випередження противника в технологічному розвитку.

Сертифікація інженерних боєприпасів гарантує відповідність продукції національним та міжнародним стандартам, зокрема стандартам НАТО, підвищує конкурентоспроможність, відкриває доступ до міжнародних ринків та сприяє загальному підвищенню якості продукції.

Водночас, паралельно з МТД, критично важливо розвивати власні розробки, що відповідають стандартам НАТО. Це включає обов’язкові випробування та сертифікацію, які гарантують надійність і безпеку.

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ СЕРТИФІКАЦІЇ МЕХАНІЗОВАНИХ ЗАСОБІВ ГУМАНІТАРНОГО РОЗМІНУВАННЯ

А.Г. Козир, к.т.н.; Д.В. Киба
Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Через російську агресію Україна на сьогодні є найбільш забруднена різноманітними мінно-вибуховими засобами країна у світі. Забруднено близько 25 % усієї площі держави. Йдеться про всі землі, до яких зміг дістатися противник – як фізично окупувавши, так і обстрілюючи. Гуманітарне розмінування на тлі цього, є першим етапом відновлення деокупованих територій, що дає можливість почати відбудову житла й критичної інфраструктури. Потреба в гуманітарному розмінуванні буде зростати в міру звільнення українських територій.

Слід зауважити, що замінованими територіями наразі можуть бути не тільки зони безпосередніх бойових дій, а й ліси та парки, поля й

лісосмуги, зони інфраструктури, території біля мостів та переправ, будь-які водойми, зокрема ставки, річки та криниці, залишені бойові позиції, траншеї, знищені транспорті засоби та покинуті будівлі тощо.

В результаті напрацювань за час дії Порядку, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 08.03.2024 № 271 можна відокремити наступні проблемні питання стосовно сертифікації механізованих засобів розмінування (гуманітарного розмінування), пов'язаних з ними виробів, компонентів та обладнання:

1. Відсутність доступної нормативної бази для ознайомлення виробниками з метою дотримання вимог до механізованих засобів гуманітарного розмінування пов'язаних з ними виробів, компонентів та обладнання при їх виробництві.

2. Велика кількість вітчизняних розробників не мають напрацювань щодо відповідної технічної документації на продукцію (технічні умови, конструкторська документація, контролювання якості власної продукції, технічні паспорти тощо).

3. Комплектність (наявність) документації у замовників (представників), яка може бути використана з метою визнання результатів оцінки відповідності закордонних зразків (сертифікати відповідності, протоколи випробувань, звітів з інспектування тощо) та її кваліфіковані переклади.

4. Відсутність досвіду вітчизняних виробників в цій сфері, що зумовлює не розуміння безпосередніх процесів експлуатації машин для розмінування (стандартних операційних процедур).

5. Відсутність усвідомлення замовників щодо важливості сертифікації, як інструменту перевірки відповідності безпечності, ефективності та надійності механізованих засобів гуманітарного розмінування пов'язаних з ними виробів, компонентів та обладнання в умовах сьогодення;

6. Відсутність загальних вимог до випробувальних ділянок полігонів для проведення випробувань та оцінки відповідності механізованих засобів гуманітарного розмінування, пов'язаних з ними виробів, компонентів та обладнання, затверджених в якості нормативно-правового акту.

Однією з особливостей роботи механізованих засобів гуманітарного розмінування є тип обладнання, що використовується для проведення робіт з розмінування, а саме: обладнання для підготовки ґрунту; обладнання для тралення; обладнання для виявлення вибухонебезпечних предметів; обладнання для розмінування; засоби для детонування та

знешкодження вибухонебезпечних предметів; засоби розбудови довіри тощо. Всі ці особливості мають бути враховані у загальних вимогах до випробувальних ділянок полігонів для проведення випробувань та оцінки відповідності механізованих засобів гуманітарного розмінування, пов’язаних з ними виробів, компонентів та обладнання.

Прийняття загальних вимог до випробувальних ділянок полігонів на рівні нормативного документу дозволить унормувати процеси випробувань зразків засобів механізованого розмінування та дозволить виконувати завдання з протимінної діяльності в Україні на новому, організаційно і практично вдосконаленому рівні.

Все вищезазначене потребує проведення окремих зборів та нарад за участі виробників, операторів протимінної діяльності, представників підприємств-постачальників, досвідчених фахівців в цій сфері та інших зацікавлених сторін.

Отримані результати можуть бути корисними для формування оновлених методичних рекомендацій щодо сертифікаційних випробувань засобів гуманітарного розмінування (розробки програм і методик випробувань), навчальних програм і технічного завдання на модернізацію існуючих засобів розмінування.

СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ ОЦІНКИ ВІДПОВІДНОСТІ ЗАСОБІВ ДЛЯ ЗУПИНКИ КРОВОТЕЧІ МЕХАНІЧНИХ ВОРОТКОВОГО ТИПУ (ТУРНІКЕТІВ)

А.Г. Козир, к.т.н.; О.О. Почтаренко
Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Засоби для зупинки кровотечі механічні вороткового типу (турнікети) (далі – турнікети) є надзвичайно важливим інструментом першої допомоги пораненим при наявності масивної кровотечі і є одним із головних елементів медичного спорядження кожного військовослужбовця.

На сьогодні в Україні існує нагальна потреба, щодо забезпечення сектору безпеки і оборони якісними засобами для зупинки кровотечі.

За час збройної агресії рф проти України питання якості турнікетів набуло особливої важливості. Одним із шляхів вирішення цього питання є створення в Україні ефективної системи сертифікації та випробувань турнікетів.

За ініціативи Офісу Президента України та Міністерства оборони

України проводяться заходи з розбудови нормативно-правової бази та створення системи сертифікації та випробувань турнікетів.

Основною метою зазначеної системи сертифікації є підтвердження органом з сертифікації відповідності турнікетів встановленим вимогам.

Результати робіт з сертифікації (сертифікати відповідності, протоколи випробувань) будуть використовуватися державними замовниками при здійсненні оборонних закупівель турнікетів для забезпечення потреб сил безпеки і оборони.

Сертифікація турнікетів буде гарантувати, що вони відповідають встановленим вимогам, що забезпечить їх якість, надійність і безпечність у використанні.

Таким чином для створення системи сертифікації турнікетів необхідно:

– провести аналіз законодавства України, нормативно-правових актів, нормативних документів, що регулюють питання пов’язані із сертифікацією медичних виробів;

– провести аналіз технічних вимог до турнікетів, результатів досліджень та випробувань;

– провести аналіз існуючих в Україні вимог та процедур оцінки відповідності (сертифікації) медичних виробів з метою визначення можливості їх застосування при сертифікації турнікетів та розроблення проєкту порядку сертифікації турнікетів.

Аналіз стану питання. На даний час немає встановленого порядку проведення робіт з сертифікації турнікетів в Україні, який буде використовуватися органом з сертифікації Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки при виконанні зазначених робіт.

Отже в системі оцінки відповідності (сертифікації) медичних виробів необхідно дослідити процедури оцінки відповідності (сертифікації) та вимоги до турнікетів. На основі таких досліджень розробити проєкт порядку сертифікації турнікетів.

Очікувані практичні результати мають бути у визначенні:

– процедури подачі заявки та переліку документів які подаються на сертифікацію, порядку та етапів проведення робіт з сертифікації турнікетів;

– схем сертифікації;

– порядку залучення субпідрядників (акредитованих випробувальних лабораторій (центрів)) до проведення сертифікаційних випробувань турнікетів та вимоги до них;

– оцінки результатів проведених робіт сертифікації та випробувань;

– порядку видачі або відмови у видачі сертифікатів відповідності.

Розробка проєкту порядку сертифікації турнікетів, який буде застосовуватися органом з сертифікації забезпечить встановлення ефективного механізму, результати якого (сертифікати відповідності) будуть використовуватися державними замовниками при здійсненні оборонних закупівель турнікетів для забезпечення потреб сил безпеки і оборони якісними, надійними та безпечними у використанні медичними виробами.

ПРОБЛЕМАТИКА ВПРОВАДЖЕННЯ ТА ІМПЛЕМЕНТАЦІЇ СТАНДАРТІВ НАТО У СИСТЕМІ СЕРТИФІКАЦІЇ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

А.Г. Козир, к.т.н.;
О.В. Чепела
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

У контексті євроатлантичного курсу України особливої актуальності набуває питання імплементації стандартів Організації Північноатлантичного договору (North Atlantic Treaty Organization) (далі – НАТО) у сфері технічного регулювання оборонної продукції та акредитації лабораторій. Окрему увагу слід приділити протимінній діяльності, критичній компоненті сучасної системи національної безпеки, з урахуванням впровадження високо-технологічних систем виявлення і розмінування, які раніше не застосовувались.

Відсутність достатньо розвиненої інфраструктури та акредитованих лабораторій для проведення випробувань за стандартами НАТО ускладнює можливості не лише сертифікації продукції для використання на території України, а й експортного потенціалу оборонної індустрії. Значна частина випробувального устаткування не відповідає сучасним вимогам або відсутня взагалі.

Крім технічних обмежень, актуальним є питання відсутності дієвої нормативної бази для швидкого впровадження нових стандартів. Нині існуючі методи не відповідають сучасним вимогам у розрізі швидкості та врахування існуючих розробок, а також відсутності прозорих процедур для ініціювання та затвердження нових нормативних документів, що ускладнює адаптацію технічних рішень під вимоги часу.

Недостатній рівень фінансування таких робіт, а також відсутність відкритих процедур на розробку нормативних актів створюють адміністративні бар'єри на шляху реформування та впровадження необхідних нормативних документів.

Розбудова сучасної системи сертифікації неможлива без оновлення підходів до розробки нормативної документації. Фактично на сьогодні використовуються такі засоби, які випереджають технічні розробки інших країн але не існує узгоджених вимог для проведення їх випробувань. для подальшого застосування в силах оборони та просування такої продукції на міжнародних ринках.

Більшість з тих хто експлуатує такі засоби самостійно формує вимоги до виробників, що створює ускладнення для масштабування виробництва якісної продукції.

Для подолання існуючих перешкод має бути впроваджено системний підхід, що включає:

– створення відкритого реєстру існуючих та необхідних стандартів;

– проведення технічного аудиту наявної випробувальної бази;

– розробку дорожньої карти з поетапною імплементацією стандартів НАТО;

– механізм фінансування розробки нормативної бази через прозорі тендерні механізми;

– залучення до розробки таких стандартів виробників та споживачів засобів;

– модернізацію інфраструктури випробувальних центрів;

– залучення національних і міжнародних експертів до процесів стандартизації.

Імплементація стандартів НАТО в систему сертифікації технічних засобів і операторів у сфері протимінної діяльності є критично важливою для забезпечення ефективності дій Сил оборони України, технологічної сумісності з арміями країн-членів НАТО, а також для розширення експортного потенціалу вітчизняної продукції.

Формування національної системи сертифікації має ґрунтуватися на принципах відкритості, уніфікації, міжвідомчої координації та використання кращих вітчизняних та міжнародних практик.

Такий підхід дозволить не лише підвищити якість і безпечність операцій розмінування, а й створить умови для інституційної стійкості оборонного сектору України.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СЕРТИФІКАЦІЇ МЕХАНІЗОВАНИХ ЗАСОБІВ РОЗМІНУВАННЯ

В.М. Колосов;
Д.Д. Плинокос, к.е.н., доц.
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

В умовах сучасної збройної агресії російської федерації проти України, проблема забруднення значних територій вибухонебезпечними предметами (ВНП) набула глобального характеру. Україна на сьогодні є однією з найбільш забруднених мінами країн світу, що створює серйозну загрозу як для військовослужбовців, так і для цивільного населення. У зв’язку з цим, підвищення ефективності процесу гуманітарного розмінування стає критично важливим завданням, що вимагає негайного, системного та комплексного підходу на державному рівні.

Міжнародний досвід довів, що використання спеціалізованих машин і механізмів є значно безпечнішим та продуктивнішим порівняно з традиційним ручним розмінуванням, яке є не лише повільним, але й надзвичайно небезпечним, що призводить до значних втрат серед саперів. На жаль, більшість наявних в Україні засобів розвідки та розмінування є застарілими та не відповідають сучасним вимогам, що підкреслює нагальну потребу в адаптації, розробці та вдосконаленні військової інженерної техніки для потреб гуманітарного розмінування.

Крім технічних характеристик, ключовим елементом, що забезпечує якість та безпеку, є стандартизація та сертифікація. В Україні питання нормативно-методичного забезпечення випробувань та оцінювання відповідності механізованого засобів розмінування (далі-МЗР) залишається недостатньо вивченим, що є однією з головних перешкод для повноцінного впровадження сучасних технологій. Для вирішення цієї проблеми, оцінка відповідності машин повинна ґрунтуватися на основних критеріях, закладених у військових стандартах НАТО та міжнародних стандартах протимінної діяльності (IMAS). Це забезпечить взаємосумісність з технікою країн-партнерів та взаємне визнання результатів сертифікації, що є важливим для міжнародної співпраці та отримання допомоги.

В Україні діє експериментальний проєкт затверджений Постановою КМУ від 08.03.2024 № 271 “Про реалізацію експериментального проєкту

щодо здійснення обов'язкової сертифікації механізованих засобів розмінування (гуманітарного розмінування), пов'язаних з ними виробів, компонентів та обладнання" було визначено порядок реалізації експериментального проєкту та вимоги до МЗР.

Додаток до порядку містить вимоги до механізованих засобів розмінування (гуманітарного розмінування), пов'язаних з ними виробів, компонентів та обладнання який містить вимоги до безпеки операторів МЗР, вимоги до живучості та продуктивності МЗР, як для бойового розмінування так і для гуманітарного розмінування. Реалізація експериментального проєкту була зумовлена гострою необхідністю розмінування території України з дотриманням стандартів і процедур відповідно до вимог державних стандартів України, та міжнародних стандартів, зокрема ДСТУ 8820:2023 "Протимінна діяльність. Процеси управління. Основні положення".

Для того, щоб Україна могла інтегруватися у світову систему протимінної діяльності, необхідно гармонізувати вітчизняні стандарти з міжнародними. Це дозволить не лише виробляти техніку, що відповідає світовим вимогам, а й залучати міжнародних партнерів для спільних проектів та фінансування. Оцінка відповідності машин має ґрунтуватися на трьох основних показниках: продуктивність, живучість та ефективність.

Впровадження системи сертифікації, яка буде базуватися на цих критеріях, є критично важливим для України, адже це забезпечить, що вся техніка, що використовується для розмінування, відповідає високим стандартам безпеки та ефективності.

Враховуючи відсутність достатнього досвіду в Україні у сфері гуманітарного розмінування, розробка національних нормативних документів, що регулюватимуть вимоги до техніки, процедури її випробувань та оцінки відповідності, є вкрай актуальною.

Потребує подальшого розвитку як сама система сертифікації так і напрацювання проєкту технічного регламенту для механізованих засобів розмінування. Це дозволить створити власну незалежну систему сертифікації, що не тільки сприятиме залученню вітчизняних виробників, а й забезпечить високу якість та надійність техніки, яка використовується для розмінування. Ця база має включати в себе чіткі процедури для випробувань та оцінки техніки, вимоги до документації та технічних характеристик, а також систему незалежного аудиту та контролю.

ОЦІНКА РИЗИКІВ ТА ЗАГРОЗ У ПРОТИМІННІЙ ДІЯЛЬНОСТІ

С.В. Костиря, к.т.н.; В.П. Будз, к.ф.н.; М.В. Ткач
Центр досліджень Державної спеціальної служби транспорту

Мінна загроза стала гуманітарною, соціально-економічною проблемою, що унеможливлює безпечне повернення переміщених людей, ускладнює відновлення інфраструктури, сільського господарства та базових послуг. Метою протимінної діяльності є зниження ризиків, пов’язаних з мінами і вибухонебезпечними предметами (далі – ВНП), для забезпечення безпеки населення, безпечного доступу до територій для відновлення інфраструктури, повернення переміщених людей і розвитку економіки.

Протимінна діяльність в Україні, особливо після повномасштабного вторгнення рф, стала критично важливою сферою, де поняття ризику має ключову роль. У контексті гуманітарного розмінування термін “ризик” означає: імовірність того, що наявність мін і ВНП або дій, пов’язаних із їх виявленням, знешкодженням чи знищенням, можуть спричинити шкоду людям, майну та навколишньому середовищу. Це визначення охоплює як небезпеку від самих мін і ВНП, так і ризики, пов’язані з діяльністю саперів (наприклад, під час технічного обстеження, розмінування, транспортування вибухівки тощо). У міжнародних стандартах протимінної діяльності (IMAS), зокрема в IMAS 04.10, ризик визначається як поєднання ймовірності настання шкоди та тяжкості цієї шкоди. Управління ризиками в гуманітарному розмінуванні включає: аналіз загроз для цивільного населення, оцінку технічних, організаційних і безпекових ризиків під час операцій і застосування підходу зменшення ризику до прийнятного рівня.

Вся діяльність, пов’язана з розмінуванням, супроводжується багаторівневими ризиками.

Основні категорії ризиків:

– безпекові – загроза вибуху, травмування або загибелі;

– технічні – поломка обладнання, помилкові сигнали, втрата GPS-зв’язку;

– логістичні – відсутність доступу до ділянки, ускладнення через погодні умови;

– організаційні – порушення процедур, відсутність координації між суб’єктами;

– соціальні – населення, небажання евакуюватися;

– екологічні – деградація ґрунтів, пошкодження лісових масивів механізованими засобами;

– юридичні – невизначений статус операторів, порушення законодавства;

– інформаційні – поширення неправдивих даних про безпечність територій, витік чутливої інформації;

– фінансові – нестача коштів, непрозоре використання ресурсів, залежність від донорів.

Ефективне управління ризиками в протимінній діяльності передбачає систематичний підхід до виявлення, оцінки, зменшення та моніторингу ризиків, пов'язаних з мінною небезпекою. Це важливий аспект гуманітарного розмінування, оскільки він допомагає зберегти життя і здоров'я людей та прискорити процес відновлення територій.

Зв'язок між ризиками та рівнем інформованості населення в контексті гуманітарного розмінування напряму залежить від рівня обізнаності. Чим вищий рівень обізнаності, тим нижчий рівень ризику для людей, і навпаки. Ось як це працює:

1. Механізм впливу інформованості на ризики:

– низька поінформованість – люди не розпізнають небезпеку мін та ВНП, можуть наближатися, торкатися або намагатися їх перемістити – зростає ймовірність інцидентів;

– висока поінформованість – люди знають ознаки мінної небезпеки, розуміють правила поведінки (не торкатися, повідомляти, уникати підозрілих зон) – ризик травм чи загибелі знижується.

2. Ключові аспекти зв'язку:

– превентивна дія – завдяки інформованості зменшується ризикована поведінка;

– швидкість реагування – обізнані люди швидше повідомляють про небезпечні предмети, що дозволяє зменшити зону ризику;

– соціальний ефект – обізнані члени громади передають знання іншим, збільшуючи рівень безпеки.

3. Приклади з практики:

– у регіонах, де проводились інтенсивні кампанії MRE (Mine Risk Education), рівень випадків серед дітей знизився в кілька разів;

– навіть прості візуальні попередження (знаки, плакати) зменшують кількість випадків потрапляння в небезпечні зони.

Цей аналітично-довідковий матеріал має на меті систематизувати підходи до ризиків, які виникають у ході гуманітарного розмінування та пов'язаних з ним робіт.

ЦИФРОВІЗАЦІЯ ПРОЦЕДУР СЕРТИФІКАЦІЇ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ: ВІД ЕЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБІГУ ДО АВТОМАТИЗОВАНОГО МОНІТОРИНГУ ВІДПОВІДНОСТІ

О.М. Левченко[1], д.е.н., проф.; А.О. Левченко[2], к.е.н., проф.
[1]Центральноукраїнський державний університет
імені Володимира Винниченка;
[2]Херсонський державний аграрно-економічний університет

Процедури сертифікації традиційно характеризуються високим ступенем регламентованості, багаторівневістю та значними часовими витратами, що нерідко створює адміністративні бар’єри для бізнесу та уповільнює вихід продукції на ринок. У контексті сучасних геополітичних викликів та необхідності швидкого постачання Збройним Силам України сучасних, надійних і безпечних зразків озброєння та військової техніки (ОВТ) традиційні процедури сертифікації, що характеризуються високою регламентованістю та значними часовими витратами, потребують кардинальної модернізації. Цифровізація сертифікаційних процесів стає критично важливим фактором зміцнення обороноздатності держави. Використання цифрових технологій від електронного документообігу до автоматизованого моніторингу відповідності дозволяє забезпечити прозорість, достовірність та оперативність процедур, а також адаптивність до змін у нормативно-правовому полі та ринковому середовищі.

У сфері сертифікації ОВТ документообіг містить інформацію з обмеженим доступом. Традиційний паперовий формат створює ризики втрати, пошкодження або несанкціонованого доступу. Запровадження захищеного електронного документообігу на основі криптографічного захисту не лише прискорює погодження технічної та нормативної документації між виробниками, випробувальними центрами та державними замовниками, але й гарантує найвищий рівень конфіденційності, цілісності та автентичності даних, що є обов’язковою вимогою для оборонної промисловості.

Ефективність сертифікації ОВТ залежить від узгодженості дій численних учасників: конструкторських бюро, виробників, полігонів, державних замовників (Міноборони, ДП “Укроборонпостач”) та наглядових органів. Створення єдиного захищеного інформаційного середовища усуває інформаційні розриви, дублювання даних і забезпечує прозорість всіх етапів випробувань. Використання сумісних форматів

даних та API дозволяє синхронізувати національні системи з вимогами NATO (STANAG), сприяючи інтеграції українського ВТК у світовий ринок та забезпечення взаємного визнання сертифікатів..

Автоматизований моніторинг відповідності в реальному часі – новий рівень якості ОВТ. Для озброєння критично важливий безперервний контроль параметрів під час експлуатації, а не лише періодичні випробування. Впровадження технологій Інтернету Речей (IoT) для моніторингу стану техніки, блокчейну для фіксації незмінного ланцюжка даних про виробництво, випробування та експлуатацію та аналітики великих даних (Big Data) дозволяє:

– Контролювати критичні параметри ОВТ (наприклад, тиск у стволі, температуру двигуна, стан броні) онлайн.

– Миттєво виявляти відхилення та прогнозувати потенційні збої (предиктивне обслуговування).

– Створювати надійну та перевірену доказову базу для аналізу ефективності та довговічності зразків ОВТ.

У сфері сертифікації озброєння та військової техніки цифровізація набуває вирішального значення через найвищі вимоги до безпеки, конфіденційності та незмінності даних. Використання захищеного електронного документообігу на основі сучасних криптографічних стандартів у цьому сегменті вирішує дві ключові задачі: забезпечує максимальну швидкість погодження технічної та нормативної документації між виробниками, випробувальними полігонами, органами сертифікації та державними замовниками (наприклад, Міноборони), а також гарантує абсолютний захист інформації з обмеженим доступом, виключаючи будь-який несанкціонований перехоплення або модифікації даних.

Висновки. Для сфери сертифікації озброєння та військової техніки цифровізація є не лише інструментом оптимізації, але і стратегічним імперативом національної безпеки. Впровадження захищених систем електронного документообігу, інтегрованих цифрових платформ та систем автоматизованого моніторингу в реальному часі дозволяє: значно скоротити час введення нових зразків ОВТ в експлуатацію, підвищити якість, надійність та безпеку продукції через безперервний контроль та проактивне управління ризиками, забезпечити найвищий рівень захисту конфіденційної інформації, сприяти інтеграції українських стандартів з вимогами NATO, що є ключовим для розвитку військово-технічного співробітництва. Таким чином, цифровізація трансформує сертифікацію ОВТ з формальної процедури в динамічну, інтелектуальну систему

управління якістю та безпекою на всіх етапах життєвого циклу продукції.

ОБГРУНТУВАННЯ СТВОРЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ОСНОВІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ОБРОБКИ РОЗВІДУВАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЇ В ІНТЕРЕСАХ ОРГАНІВ УПРАВЛІННЯ РОЗВІДКОЮ

В.С. Мірзоєв; С.М. Бачурін
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Під час повномасштабної збройної агресії російської федерації проти України органи управління розвідкою Збройних Сил України (розвідувальні підрозділи органів військового управління, штабів військових частин) зіштовхуються з проблемами, які значно ускладнюють обробку розвідувальної інформації (РІ) та прогнозування дій противника, а саме:

- великий обсяг та різнорідність джерел РІ;
- низька якість або неповнота розвідувальних відомостей (матеріалів);
- швидкоплинність змін в обстановці та необхідність реагування на ці зміни в режимі реального часу або з мінімальними затримками;
- складність прогнозування дій противника через динамічність змін в обстановці;
- відсутність інтегрованих інструментів автоматизації обробки РІ;
- ризик витоку або компрометації РІ, особливо з огляду на кібератаки;
- обмежені людські та технічні ресурси не завжди дають можливість своєчасного оновлення (підтримання) апаратних засобів обробки розвідувальних відомостей (матеріалів).

Урахування цих проблем є ключовим фактором для розробки ефективного програмного забезпечення, здатного підвищити якість та швидкість аналітичної роботи, адаптуватись до умов бойових дій та забезпечити надійний захист інформації.

Через стрімкий розвиток технологій і зростаючу роль інформаційних систем у сфері безпеки та оборони, створення програмного забезпечення на основі штучного інтелекту (ШІ) для системної, аналітичної обробки великих масивів розвідувальної інформації є надзвичайно актуальною. В умовах сучасних викликів і загроз важливо мати інструменти, які

дозволять швидко та ефективно аналізувати і прогнозувати дії противника, на основі різноманітних розвідувальних відомостей (матеріалів), для прийняття виважених рішень командувачами (командирами).

Проблема, яку необхідно вирішити, полягає в ефективній систематизації та аналітичній обробці гігантських обсягів РІ, що надходить з різноманітних джерел розвідки.

Основним аспектом вирішення проблеми є забезпечення комплексного підходу до аналізу та прогнозування дій противника на основі великого обсягу різнорідних розвідувальних відомостей (матеріалів) та інтеграція різнорідних джерел РІ у єдину автоматизовану аналітичну систему, що забезпечує:

- накопичення та систематизацію РІ, отриманої з різних джерел розвідки, її автоматичне завантаження та збереження;
- аналіз і узагальнення РІ;
- прогнозування дій противника з урахуванням змін обстановки;
- безпеку інформації та запобігання її витоку.

Розвідувальні відомості (матеріали), що надходитимуть до системи будуть охоплювати широке коло питань щодо своїх, дружніх та нейтральних військ (сил), військ (сил) противника і цивільного населення, погодних (кліматичних) умов, відомостей про місцевість, особливості культурного впливу та інші аспекти обстановки. Ці відомості (матеріали) є основою для моделювання і прогнозування розвитку ситуацій.

Вимоги до програмного забезпечення обумовлені специфікою виконання завдань органами розвідки, а саме: доступність і зручність використання; системність; обмеженість доступу до РІ; мобільність для роботи в різних умовах обстановки; безперервність функціонування; захищеність від зовнішніх загроз.

Застосування ШІ дозволе автоматизувати процеси обробки великих обсягів РІ, виявляти приховані закономірності, які неможливо помітити людині, підвищити якість аналізу та ефективність прогнозування дій противника, що може бути мати вирішальне значення для оперативного прийняття відповідних рішень командувачами (командирами).

Створення програмного забезпечення на основі ШІ є ключовим кроком для підвищення ефективності обробки, аналізу РІ та прогнозування дій противника. Наддасть можливість комплексного підходу та застосування передових технологій для підвищення ефективності роботи з РІ, збільшення обсягів використання РІ, інтеграції різних видів розвідувальних відомостей (матеріалів) в єдину систему з

високим рівнем безпеки та адаптивністю до змін обстановки.

Впровадження такого програмного забезпечення сприятиме обґрунтованому розумінню подальшого розвитку ситуацій, дозволить значно підвищити оперативність і якість прийняття відповідних рішень командувачами (командирами) та успішно виконувати поставлені бойові (спеціальні) завдання угрупованнями військ (сил), військовими частинами (підрозділами) Збройних Сил України.

ВІДНОВЛЕННЯ ВІТЧИЗНЯНИХ ВИПРОБУВАЛЬНИХ ЦЕНТРІВ: ЕКОНОМІЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ І НАЦІОНАЛЬНИЙ ІНТЕРЕС

С.С. Огієнко[1]; Ф.М. Каліфорнія[2]
[1]Військова частина А0987;
[2]Товариство з обмеженою відповідальністю “С.Т.Г.”

Історично склалося, що Україна межує з державою, яка протягом багатьох сторіч намагається нас підкорити, а тих хто цьому опирається – знищити. московія має великий арсенал зброї масового знищення (ядерну, хімічну, біологічну), продовжує її вдосконалення, погрожує масштабним застосуванням та використовує певні заборонені хімічні речовини у сучасній війні. Виходячи з цього в Україні має бути власна система виробництва, випробовування та сертифікації засобів індивідуального захисту від зброї масового ураження.

Сертифікація засобів індивідуального захисту (ЗІЗ), зокрема протигазів (фільтрів), засобів захисту шкіри, які мають бути ефективними проти бойових отруйних речовин, промислових токсичних речовин та біологічних агентів вимагає спеціалізованих випробувань. Наразі в Україні відсутні лабораторії, здатні проводити такі дослідження. Це змушує вітчизняних виробників звертатися до лабораторій інших країн.

На практиці спеціалізовані підприємства проходять процедуру випробувань своїх виробів в закладах Європейського Союзу. Вартість одного циклу таких випробувань становить понад 50 000 євро, що прямо впливає на собівартість ЗІЗ. Крім того, тривалість процедур створює затримки в ланцюгах постачання і обмежує оперативність реагування на запити ринку та замовлень військового призначення.

Вважаємо за необхідне ініціювати створення в Україні власної інфраструктури для випробування та сертифікації ЗІЗ, зокрема шляхом відновлення та модернізації випробувальних центрів на базі наукових установ, таких як Інститут ім. Мечникова (м. Одеса) та інші профільні

заклади. Це дозволить:

– підвищити технологічну незалежність у сфері військово-промислової безпеки;

– спростити процедури сертифікації для вітчизняних виробників;

– залишити фінансові ресурси в межах національної економіки;

– створити додаткові робочі місця в науково-технічній сфері.

Організації, які будуть проводити випробування ЗІЗ від зброї масового ураження (інститути та лабораторій) мають об'єднати свої зусилля для: вдосконалення нормативно-правової бази, щодо створення можливостей використання бойових отруйних речовин (їх аналогів) в лабораторних умовах, для апробації зразків ЗІЗ та/або їх складових елементів; здобуття зразків речовин (їх аналогів) якими необхідно проводити випробування; навчання висококваліфікованого персоналу для даних процедур; забезпечення своїх організацій відповідним обладнанням, системами зберігання речовин які використовуються для проведення, тощо.

Фінансування такого проєкту може бути реалізовано через механізми державно-приватного партнерства, планування державного бюджету, міжнародну технічну допомогу або грантові програми.

У стратегічній перспективі створення національного центру випробувань ЗІЗ дозволить Україні не лише забезпечити внутрішні потреби, а й стати експортером сучасних зразків ЗІЗ та відповідних сертифікаційних послуг.

ПРОБЛЕМИ ЩОДО ЗАПРОВАДЖЕННЯ ДОДАТКОВИХ МАСКУВАЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВІЙСЬКОВОГО ОДЯГУ ТА СПОРЯДЖЕННЯ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

С.С. Огієнко[1]; І.Г. Терехов[2]
[1]Військова частина А0987;
[2]Товариство з обмеженою відповідальністю "С.Т.Г."

На фоні зростаючої потреби на якісний військовий одяг та спорядження з додатковими маскувальними властивостями від виявлення в прилади спостереження у інфрачервоному спектрі (ІЧС) – засоби IRR маскування, українські виробники та постачальники зіштовхуються з низкою бар'єрів у процедурі сертифікації, через відсутність в Україні затверджених стандартів та технічних вимог до багатоспектрального

камуфляжу.

Наразі у Збройних Силах України офіційно застосовуються лише стандарти та технічні вимог до маскувальних засобів у візуальному спектрі.

Були детально вивчено вимоги країн-партнерів до камуфляжу та військового спорядження.

Військові стандарти (технічні вимоги) багатьох країн НАТО вимагають щоб усе польове спорядження (шоломи, підсумки, сітки, намети) відповідали стандартам IRR щодо маскувальних властивостей, для запобігання виявлення особового складу (техніки) приладами спостереження у ІЧС. Так у Сполучені штати Америки існують наступні стандарти: MIL-C-44436 (GL) від 13.07.1992, MIL-DTL-44436A від 19.04.2005, MIL-DTL-44436C від 15.10.2018, MIL-DTL-44436D від 10.03.2020; у Німеччині: TL 8305-0290 від 15.06.2015, TL 8305-0297 від 15.06.2015; у Великій Британії: UK/SK/6600; у Франції: NORMDEF 0001 від 07.2018.

Спеціальні засобами IRR, для обробки маскуючих поверхонь, розроблені так, щоб відбивати та поглинати інфрачервоне випромінювання у певні кількості, в ближньому інфрачервоному спектрі (700 – 1400 нм.), зливаючись з навколишнім середовищем (рослинністю, поверхнею місцевості).

В Україні існують підприємства які мають тканини для виготовлення військового одягу та спорядження (чохли для бронежилетів, сумок, рюкзаків) у камуфляжних малюнках ММ-14, ММ-25 із додатковими маскувальними властивостями – маскування від виявлення приладами спостереження у ІЧС (IRR маскування).

Пропонуємо здійснити спільне дослідження умов IRR маскування в природних та кліматичних умовах України, для подальшого його впровадження у Збройних Сил України.

З огляду на викладене, вважаємо за доцільне:

1. Разом з Державним науково-дослідним інститутом випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Центральним управлянням розвитку матеріального забезпечення МОУ, Державним підприємством “Укрметртестстандарт” дослідити та опрацювати критерії для формування стандартів та загальних технічних вимог до багатоспектрального камуфляжу.

2. Розробити та запровадити вимоги до маскувальних властивостей одягу та засобів маскування від виявлення особового складу (техніки)

приладами спостереження у ІЧС (IRR маскування) та Методи їх випробування в польових умовах.

3. Розглянути можливість проведення польових випробувань разом з виробниками задля прозорості процесу.

4. Надавати консультаційну підтримку та своєчасний конструктивний зв'язок виробникам для прискорення процесу випробування та сертифікації.

У зв'язку із швидким розвитком роботизованих систем та приладів спостереження у ІЧС, виникає негайна потреба у засобах IRR маскування особового складу та військової техніки. Це в свою чергу вимагає наявність в Україні стандартів та технічних вимог до багатоспектрального камуфляжу, відповідно до яких мають вироблятися вітчизняні засоби IRR маскування.

СЕРТИФІКАЦІЯ БЕЗ ВИПРОБУВАНЬ: ПРОБЛЕМИ СЕРТИФІКАЦІЇ ЗАСОБІВ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВІД БОЙОВИХ ОТРУЙНИХ РЕЧОВИН В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

С.С. Огієнко[1]; Ф.М. Каліфорнія[2]
[1]Військова частина А0987;
[2]Товариство з обмеженою відповідальністю "С.Т.Г."

З метою швидкого забезпечення потреб Збройних Сил України та цивільного сектору засобами індивідуального захисту (ЗІЗ) від зброї масового ураження, під час сучасної війни, в якій ворог використовує заборонені хімічних речовин, пропонуємо спростити процедуру сертифікації закордонних зразків ЗІЗ та їх складових.

ЗІЗ є одним з ключових елементів безпеки військовослужбовців та цивільного населення в умовах воєнного часу, техногенних катастроф, пандемій та інших кризових ситуацій. На фоні зростаючого попиту на якісні ЗІЗ, українські виробники та постачальники зіштовхуються з низкою бар'єрів у процедурі випробувань та сертифікації, особливо щодо імпортної продукції з країн ЄС та НАТО.

На даний час, після закупівлі зразків фільтрів та спеціальних тканин для ЗІЗ, що виробленні в Європейському Союзі (ЄС) і які пройшли сертифікацію в лабораторіях найвищої категорії, для реалізації продукції в Україні постачальники зобов'язані проходити повторну сертифікацію

даних виробів. При тому, що в Україні наразі відсутні випробувальні організації, які мають можливість тестувати ЗІЗ на стійкість до бойових отруйних речовин (відсутня нормативно-правова база для таких процедур, зразки речовин якими необхідно випробувати, фаховий персонал, обладнання, система зберігання лабораторних бойових отруйних речовин, тощо). Таким чином, процес сертифікації фактично зводиться до “паперового” підтвердження випробувань, проведених у лабораторіях ЄС. В найкращому випадку є можливість перевірити гуму протигазів або тканини засобів захисту шкіри на прикладання зусилля до їх розриву.

Наразі в Україні діє лише дві акредитовані організації, уповноважені здійснювати сертифікацію (яка не підтверджена фізико-хімічними лабораторними випробуваннями) ЗІЗ від бойових отруйних речовин. Через це створюється штучне “вузьке місце” в ланцюгу постачання: вищевказані організації перевантажені, відсутні чітко визначені терміни розгляду документації, затримки можуть сягати пів року й більше. Додатково, через обмежену кількість сертифікаційних організацій, спостерігаються зловживання та використання адміністративного ресурсу для усунення конкуренції.

З огляду на вище викладене, вважаємо за доцільне:

1. Скасувати обов’язкову сертифікацію ЗІЗ, які вже пройшли випробування в акредитованих лабораторіях країн-партнерів (США, Великі Британії, Канаді, Чехія, Німеччина, Італія, Сербія, тощо).

2. Пропонуємо механізм автоматичного визнання сертифікатів відповідності (Mutual Recognition Agreements) країн із високим рівнем технічного регулювання питань випробовування ЗІЗ від бойових отруйних речовин.

3. Розширити в Україні перелік уповноважених організацій сертифікації, через відкритий конкурс, з дотриманням вимог прозорості та доброчесності.

4. Встановити часові показники розгляду сертифікаційної документації, що дозволить усунути адміністративні зловживання та пришвидшити логістику постачання.

Таким чином, впровадження зазначених змін дозволить значно підвищити ефективність системи випробувань і сертифікації, зменшити навантаження на органи державного нагляду, прибрати корупційні ризики та забезпечити вчасне постачання критично важливих засобів індивідуального захисту в умовах війни та надзвичайних ситуацій.

ШЛЯХИ ПОГЛИБЛЕННЯ ТОРГОВЕЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ ВІДНОСИН МІЖ УКРАЇНОЮ ТА КРАЇНАМИ ЄС У СЕКТОРІ ВІЙСЬКОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

В.А. Панченко, д.н. з держ.упр., д.е.н., проф.
Українська державна льотна академія

Аналіз військово-технічного співробітництва (ВТС) між Україною та ЄС в рамках Угоди про асоціацію свідчить про наявність значного потенціалу для розвитку партнерства, однак існують і серйозні перешкоди, що заважають його повній реалізації. Поточні формати співпраці вимагають оновлення, і найефективнішим інструментом для цього є модернізація Плану дій асоціації (ПДА). Оновлений ПДА має містити конкретизовані цілі, завдання, заходи, очікувані результати, терміни, відповідальних виконавців та джерела фінансування.

Існує значний, але нереалізований потенціал у співпраці України з агентствами та інституціями ЄС. Для його розкриття необхідно:

– Розширити взаємодію у таких сферах, як розвідка, освоєння космосу, розвиток оборонної промисловості, а також у протидії кіберзлочинності, тероризму та відмиванню грошей.

– Підвищити ефективність партнерства через посилення ролі аналітичних підрозділів, покращення обміну даними, впровадження інформаційно-комунікаційних технологій та дотримання вимог ЄС щодо безпеки інформації.

– Створити системний підхід до визначення спільних загроз. Це дозволить розробити досконаліші методики їх раннього виявлення та вдосконалити механізми протидії. Українській стороні важливо враховувати не лише агресію РФ, а й інші виклики, пріоритетні для окремих країн ЄС.

Глибоке опрацювання спільних загроз може відкрити перспективи для реалізації таких ініціатив:

– спільний центр ВТС в рамках Європейської політики сусідства;

– інтегрована система експортного контролю для європейських країн та країн “Асоційованого Тріо”;

– науково-технологічний центр для координації спільних проектів у галузі розробки нових військових технологій та технологій подвійного використання.

– спільна інфраструктура під егідою ЄС і НАТО, що охоплюватиме

проєктування, сертифікацію, випробування озброєнь, військової і спеціальної техніки, а також навчання фахівців.

Оскільки питання військово-технічного співробітництва (ВТС) є чутливими для національних інтересів та бізнес-інтересів оборонних компаній країн-членів ЄС, ці ініціативи доцільно просувати поступово та вибірково.

Поглиблення співпраці України з ЄС неможливе без ефективного реформування національного оборонно-промислового комплексу (ОПК). Реформа має перетворити підприємства на інвестиційно привабливі суб’єкти через впровадження стандартів корпоративного управління ЄС, технологічний розвиток та забезпечення кваліфікованими кадрами.

Український ОПК, успадкувавши радянську модель управління, стикається з низкою системних проблем попри ухвалення важливих стратегічних документів.

Ціноутворення. Наявна система розрахунку собівартості не дозволяє підприємствам отримувати ринковий прибуток, а спроби скоротити витрати можуть негативно вплинути на якість продукції.

Монополія та корупційні ризики. Підприємства державної форми власності мають пріоритет у фінансуванні, що обмежує конкуренцію. ДП “Укроборонпром” одночасно виконує взаємовиключні функції – регуляторну та господарську, що не сприяє чесній конкуренції.

Неефективне управління. Існує нагальна потреба у реформуванні системи управління державними підприємствами через їх корпоратизацію, а згодом – приватизацію.

Для вирішення цих проблем урядові та експертні кола пропонують низку заходів. Міністерство оборони зацікавлене у співпраці з вітчизняними підприємствами будь-якої форми власності, відзначаючи гнучкість та оперативність приватних компаній. Водночас важливим є забезпечення технічного супроводження озброєння протягом усього життєвого циклу.

На основі аналізу ринку пропонуються такі кроки для прискорення реформування:

– лібералізувати законодавство, а саме дозволити всім українським виробникам продукції військового та подвійного призначення здійснювати експортно-імпортні операції..

– оптимізувати ціноутворення та стандартизацію, що полягає у розроблені дорожньої карти для реформування системи стандартизації та оптимізувати порядок калькуляції ціни продукції для збалансування інтересів замовників і виробників.

– провести корпоратизацію, подати на розгляд Верховної Ради законопроєкт про корпоратизацію державних підприємств ОПК.

– запровадити податкові пільги, розглянути можливість надання податкових пільг підприємствам ОПК, які інвестують у розвиток власної виробничої бази.

– посилити контроль, створити постійну міжвідомчу робочу групу за участю ГПУ та ДФС для контролю за використанням бюджетних коштів під час виконання державного оборонного замовлення з метою протидії корупції.

ОГЛЯД СУЧАСНОЇ МЕТОДИКИ СЕРТИФІКАЦІЇ ТИПУ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ В УМОВАХ УКРАЇНИ

О.П. Панченко, к.т.н., доц.
Центральноукраїнський державний університет
імені Володимира Винниченка

Для забезпечення воєнної безпеки України ключове значення має військово-технічна політика (ВТП). Її головна мета – оснащення сил оборони передовими зразками зброї та військової техніки, а також підтримання у бойовій готовності вже існуючого озброєння.

У країнах ЄС правила сертифікації, розроблені на основі FAR США, мали рекомендаційний характер. Після об'єднання європейських авіабудівних компаній в консорціум Airbus Industry, у 1970-х роках було створено JAA (Joint Aviation Authorities) для гармонізації цих вимог.

Щоб вирішити проблеми з різними національними стандартами, у 2002 році замість JAA створили EASA - Європейську Агенцію з безпеки авіації. EASA отримала повноваження виконувати функції єдиного авіаційного реєстру для об'єднаної Європи та змінила структуру нормативної бази, яка регулює діяльність цивільної авіації.

Україна активно інтегрує європейські авіаційні стандарти у власне законодавство. У грудні 2009 року було підписано робочі домовленості між EASA та Державною авіаційною адміністрацією України, які передбачали імплементацію європейського законодавства. Друга редакція цих домовленостей, підписана в січні 2016 року, мала на меті подальше зближення систем сертифікації. За результатами консультацій та аудитів EASA, що проводилися з 2016 по 2018 рік, у 2019 році Державна авіаційна служба України впровадила нові Авіаційні правила, розроблені

на основі Регламентів ЄС № 1321/2014 та № 748/2012.

У листопаді 2009 року міністри оборони країн ЄС ініціювали імплементацію Європейських вимог до військової льотної придатності (EMAR). Основні цілі впровадження EMAR:

– Підвищення безпеки авіації та покращення військового співробітництва.

– Гармонізація правил льотної придатності для забезпечення оперативної сумісності.

– Сприяння взаємному визнанню сертифікатів між країнами-членами.

– Посилення конкурентоспроможності оборонної промисловості ЄС.

EMAR слугують основою для національних регуляторів (NMAA) для інтеграції єдиних стандартів у своє законодавство, що сприяє стандартизації військової авіації в Європі.

В Україні сертифікація військової авіатехніки регулюється “Правилами сертифікації військової техніки (Частина-21В)”, затвердженими наказом Міноборони № 586 від 03.11.2016. Ці правила розроблено з урахуванням європейських стандартів, зокрема цивільних вимог EASA Part-21 та військових EMAR 21. Документ регулює сертифікацію військових літаків, їх компонентів та обладнання, а також організацій-розробників і виробників. Він дозволяє отримувати сертифікати типу, сертифікати льотної придатності, дозволи на польоти, а також схвалення для організацій, що займаються розробкою та виробництвом.

Відповідальним за розробку та впровадження нормативно-правових актів у цій сфері є Головне управління державної авіації (ГУДА) України – уповноважений орган Міністерства оборони.

Пропонується наступна методика сертифікації типу військового повітряного судна (ПС), що складається з кількох етапів:

1. Подання заявки. Перш ніж подавати заявку на сертифікат типу, організація-заявник має довести свою здатність до розробки, що підтверджується схваленням організації-розробника від компетентного органу (ГУДА). Цей процес може бути спрощеним за певних обставин.

2. Перевірка заявки. Після подання заявки, відповідальний інспектор компетентного органу (РСМ) аналізує її та супровідні документи на відповідність певним вимогам. Якщо заявку визнано прийнятною, починається подальший процес сертифікації.

3. Створення сертифікаційної групи.

4. Технічне ознайомлення та встановлення Сертифікаційного базису типу (СБ).
5. Узгодження програми сертифікації.
6. Доведення заявником відповідності.
7. Видача схвального документа.

Ця методика базується на принципах, викладених у документах EMAR та інших європейських та українських нормативних актах, що регулюють цивільну та військову авіацію.

Забезпечення льотної придатності авіаційної техніки у провідних країнах світу базується на процедурах сертифікації, а відповідне законодавство, як-от EMAR, постійно розвивається. В Україні і цивільна, і військова авіація керуються нормативними актами, створеними на основі європейських стандартів. У контексті переозброєння української військової авіації на техніку країн НАТО та ЄС виникає нагальна потреба у швидкій адаптації національної нормативно-правової бази.

Запропонована методика сертифікації типу ПС, яка враховує українські та європейські норми, може бути застосована при розробці, випробуваннях та введенні в експлуатацію нових військових літаків.

СЕРТИФІКАЦІЯ ТА СТАНДАРТИЗАЦІЯ ПРОДУКЦІЇ ОБОРОННОГО ПРИЗНАЧЕННЯ В УМОВАХ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ СЕКТОРУ БЕЗПЕКИ І ОБОРОНИ УКРАЇНИ

О.М. Перегуда, к.т.н., с.н.с.; О.П. Черкес
Житомирський військовий інститут ім. С.П. Корольова

У сучасних умовах ведення бойових дій істотно зросли вимоги до якості, швидкості впровадження та адаптивності продукції оборонного призначення. Особливо це стосується автоматизованих систем управління, роботизованих комплексів, систем штучного інтелекту, навігаційного та розвідувального обладнання, тощо. Їх ефективне бойове застосування значною мірою залежить від вчасного проходження процедур випробувань, сертифікації та допуску до експлуатації.

Більшість сучасних розробок у цій сфері створюються невеликими стартапами, інженерними групами або волонтерськими об’єднаннями, які, як правило, не мають повноцінного доступу до державної системи сертифікації. Водночас поширеними є випадки неформального впровадження нестандартизованих рішень, що використовуються на полі бою без належної верифікації або документального супроводу.

Відсутність ефективного зворотного зв’язку між розробниками, користувачами та уповноваженими органами у сфері технічного регулювання та сертифікації призводить до затримок, дублювання процедур. Це, своєю чергою, спричиняє розрив між інноваційним потенціалом і наявними інституційними спроможностями держави, що затримує оперативне впровадження ефективних рішень у бойову (оперативну, тактичну) діяльність підрозділів Збройних Сил України.

Платформа BRAVE1 частково компенсує цю прогалину, виконуючи функцію попереднього аналізу інноваційного потенціалу та організації польових випробувань перспективних зразків. Вона забезпечує модель експрес-оцінювання та бойового тестування, однак має обмежений інституційний статус: не є сертифікаційним органом у розумінні чинного законодавства; не володіє єдиною системою узгоджених критеріїв оцінки; не інтегрована до офіційної інфраструктури сертифікації; не забезпечує документального оформлення результатів випробувань для подальшого проходження повноцінної сертифікації; значна частина розробок, що надходить на платформу, потребує суттєвого доопрацювання та доведення у відповідності до технічних умов експлуатації у військах.

Окрім того, чинна державна система сертифікації товарів оборонного призначення характеризується високою інституційною інерційністю, надмірною регламентованістю процедур, складністю погоджень та відсутністю цифрових інструментів для автоматизації процесів сертифікації. Існуючі підходи, що ґрунтуються переважно на радянських стандартах, виявляються малоефективними у випадках цифрових, інноваційних рішень з гнучкою архітектурою та коротким життєвим циклом (високою частотою оновлення).

Ключовим стримуючим фактором залишається відсутність єдиної цифрової платформи управління сертифікаційними процесами, що ускладнює координацію між розробниками, органами сертифікації, державними випробувальними установами та бойовими підрозділами.

Існує нагальна потреба у впровадженні гнучкої, ризик-орієнтованої моделі оцінки відповідності продукції оборонного призначення вимогам стандартизації, уніфікації та функціональної ефективності, яка передбачає диференційований підхід залежно від типу продукції, ступеня її бойового застосування, рівня технологічної готовності, а також ризиків, пов’язаних з її експлуатацією у бойових умовах. Такий підхід дозволить розділити процеси сертифікації на етапи “бойової апробації” та “повноцінної сертифікації”.

Висновки та рекомендації

Цифрова трансформація сектору безпеки і оборони України створює принципово нові вимоги до процедур сертифікації, випробувань і впровадження продукції оборонного призначення.

Необхідно створити централізовану цифрову платформу управління процесами сертифікації, яка забезпечуватиме інтеграцію між платформою BRAVE 1, Міністерством оборони України, Департаментом озброєння та військової техніки, Державним науково-дослідним інститутом випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки (ДНДІВС ОВТ) випробувальними центрами/полігонами, науково-дослідними установами. Така платформа має базуватися на принципах: автоматизованого обміну технічними даними; багаторівневої системи цифрового аудиту рішень; прозорого трекінгу статусів і процедур.

У цифровій моделі сертифікації визначити ДНДІВС ОВТ як головний уповноважений орган з управління процесами сертифікації, технічних випробувань і стандартизації інноваційної продукції оборонного призначення, зокрема у форматі ризик-орієнтованої моделі. BRAVE 1 визначити як операційну платформу для підтримки супроводу інноваційних рішень на етапі їх попередньої валідації, що функціонує у взаємодії з уповноваженими органами з сертифікації продукції оборонного призначення.

ГРИБОСТІЙКІСТЬ І БІОСТІЙКІСТЬ МАТЕРІАЛІВ, ТОВАРІВ ТА ОЗБРОЄННЯ ОБОРОННОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Ю.Б. Письменна, к.б.н.; Я.І. Савчук, к.б.н., с.н.с.;
О.М. Юр'єва, к.б.н., с.н.с.; О.Г. Василенко; Л.А. Хоменко, к.б.н., с.н.с.;
С.О. Скроцький, к.т.н.; О.М. Василюк, к.б.н., с.н.с.
Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного
Національної академії наук України

В умовах воєнного стану Україна потребує чітких і ефективних заходів для забезпечення потреб оборонно-промислового комплексу та національної безпеки. На сьогодні велика частина вітчизняних підприємств потребують заміни застарілих технологій і модернізації обладнання і матеріалів.

Актуальність дослідження грибостійкості та біостійкості військового одягу, спорядження, озброєння є надзвичайно високою як з практичної, так і наукової точки зору. Це пов'язано зі складністю умов сучасних бойових дій, зміною клімату, тривалим зберіганням, використанням

виробів і матеріалів за несприятливих умов навколишнього середовища. Відомо, що мікроскопічні гриби родів *Aspergillus, Penicillium, Cladosporium, Fusaium* уражують тканини, взуття, елементи бронежилетів, намети та інше за умов підвищеної вологості, температури і недостатньої вентиляції, що знижує їх міцність та становить загрозу для здоров’я людини. Бактерії родів *Staphylococcus, Pseudomonas, Bacillus* розвиваються на вологих, забруднених поверхнях і є причиною подразнення шкіри, інфекційних захворювань, неприємного запаху тощо. Також мікроорганізми спричинюють деструкцію паливно-мастильних матеріалів, полімерів, корозію деталей і вузлів та інше, що має негативний вплив на їх експлуатацію. Проблема ураження військового одягу, спорядження, озброєння мікроскопічними грибами і бактеріями це реальна загроза, яка впливає не лише на тривалість експлуатації, а й на здоров’я військовослужбовців, що знижує їх бойову ефективність. Особливо актуальною вона є при використанні спорядження у польових умовах, для вологих погано вентильованих складських приміщень, де складно дотримуватися належної гігієни і експлуатації спорядження. Тому Збройні сили України потребують удосконалення стандартів з врахуванням зовнішніх чинників (пліснявих грибів, бактерій), що впливають на якість виробів.

На сьогодні в Україні немає чітких нормативних документів з визначення грибостійкості і біостійкості матеріалів, товарів і озброєння військового призначення. В Україні функціонує Випробувальна лабораторію грибостійкості і мікробіологічних досліджень технічних, медичних виробів і матеріалів Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного Національної академії наук України (ІМВ НАН України) і акредитована Національним агентством з акредитації України (НААУ) відповідно до вимог ДСТУ ISO/IEC 17025:2019.

Лабораторія грибостійкості проводить випробування відповідно до вимог НАТО AQAP-2310 (NATO Quality Assurance Requirements For Aviation, Space And Defence Suppliers) з визначення грибостійкості сучасних технічних матеріалів виготовлених на підприємствах військово-промислового комплексу України з використанням грибів і бактерій – активних біодеструкторів технічних виробів і матеріалів.

Для дослідження грибостійкості матеріалів військового призначення необхідне застосування мікроміцетів, здатних синтезувати ферменти, які розщеплюють основні органічні компоненти матеріалів – комплекс целюло-, аміло-, ліполітичних ферментів. Встановлено, що досліджені тест-культури мікроміцетів продукують дані комплекси ферментів, а на

особливу увагу заслуговують культури *Aspergillus versicolor*, *Aureobasidium pullulans*, *Penicillium aurantiogriseum*, *P. chrysogenum*, *P. funiculosum*, що утворюють одночасно кілька ферментів з високою активністю (ензиматичний індекс EI≥1,5). Такий підхід дозволяє проводити випробування з урахуванням біохімічних механізмів руйнування матеріалів.

Крім того, науковими співробітниками Інституту досліджувалися паливо-мастильні матеріали на предмет дії мікроорганізмів, що заселяють паливні системи автомобілів. Вони здатні спричиняти деградацію дизельного пального, корозію матеріалів і утворення осаду, що унеможливлює нормальну експлуатацію техніки. Відомо, що мікроорганізми ростуть на межі пального та води, окислюють вуглеводні з утворенням кислот, ПАР та газів (CO_2, H_2S, NH_3), що призводить до емульгації та корозії.

Отримані результати створюють наукову основу для розробки технічних умов, методик та рекомендацій щодо оцінювання грибостійкості матеріалів і виробів оборонного призначення відповідно до стандартів НАТО, що сприятиме підвищенню їхньої надійності, довговічності та безпечності в умовах бойової експлуатації.

Партнерство військово-промислових підприємств з ІМВ НАН України сприятиме розробленню нормативних документів для подальшої сертифікації матеріалів, товарів і озброєння оборонного призначення відповідно до стандартів НАТО.

СЕРТИФІКАЦІЯ ТА МИТНЕ ОФОРМЛЕННЯ ЗАСОБІВ РОЗМІНУВАННЯ І ТОВАРІВ ПОДВІЙНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ: ВИКЛИКИ ТА ШЛЯХИ ОПТИМІЗАЦІЇ

Д.Д. Плинокос[1], к.е.н., доц.;
М.О. Лісніченко[2], к.е.н., доц.; О.Є. Галан[2], к.е.н., доц.
[1]Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки;
[2]Національний університет "Запорізька політехніка"

Сучасні виклики у сфері сертифікації й митного оформлення товарів оборонного призначення та подвійного використання в Україні пов'язані з необхідністю забезпечення балансу між оперативним доступом до критично важливих засобів та дотриманням міжнародних і національних вимог безпеки. Особливого значення це набуває для механізованих

засобів розмінування, які надходять як гуманітарна допомога або за контрактами у рамках міжнародного співробітництва.

Сертифікація засобів розмінування, передбачена постановою Кабінету Міністрів України № 271 від 08.03.2024, стала ключовим елементом державної політики у сфері протимінної діяльності. Вона гарантує безпечність експлуатації обладнання, відповідність національним стандартам (зокрема ДСТУ 8820:2023), а також створює передумови для ефективного контролю його обігу на ринку товарів оборонного призначення.

Обов’язкова сертифікація підвищує довіру до продукції, що надходить як гуманітарна допомога, та сприяє її швидкому залученню до робіт із гуманітарного розмінування.

Однією з ключових проблем у сфері митного контролю є складність правильної ідентифікації товарів подвійного призначення. Чинна система “Українського класифікатору товарів зовнішньо-економічної діяльності”, яка використовується для митного оформлення, не завжди містить чітко визначені коди для таких товарів.

Зокрема, тепловізори, що мають широке застосування як у цивільній, так і у військовій сферах, не виділені в окрему категорію. Це змушує митні органи орієнтуватися на технічні характеристики та функціональне призначення товару, що істотно ускладнює процедуру ідентифікації, особливо в умовах підвищеного навантаження митного органу під час воєнного стану.

Для обладнання, призначеного для розмінування, зазначена проблема набуває ще більшої актуальності. Металошукачі чи наземні безпілотні комплекси формально можуть належати до цивільного обладнання, однак їх використання у протимінній діяльності вимагає посиленого контролю. Відсутність чітко визначених технічних критеріїв у контрольованих списках створює ризик помилкової класифікації, що призводить до затримок під час імпорту або експорту таких засобів.

Серед інших актуальних проблем митного оформлення та сертифікації можна виділити значне навантаження на систему ліцензування та необхідність подання великого обсягу документації.

Ці чинники призводять до затримок у постачанні критично важливих товарів, що безпосередньо впливає на темпи гуманітарного розмінування та відновлення інфраструктури.

Для підвищення ефективності митного оформлення та сертифікації пропонується реалізувати такі рекомендації:

– гармонізація національних норм із міжнародними стандартами

("Васенаарська угода", режим контролю за ракетними технологіями), що забезпечить довіру партнерів і спрощення процедур;

– цифровізація процесів через впровадження та інтеграцію електронних систем обробки декларацій, ліцензій та сертифікатів із міжнародними платформами;

– впровадження ризик-орієнтованого підходу для зосередження контролю на критично важливих операціях і прискорення низькоризикових процедур;

– підвищення кваліфікації митних працівників через спеціалізовані тренінги та міжнародні навчальні програми, зокрема з питань класифікації, ідентифікації та оформлення товарів подвійного призначення;

– розроблення детальних інструкцій для імпортерів та експортерів, що дозволить мінімізувати помилки й скоротити час оформлення товару;

– забезпечення прозорості та моніторингу через оприлюднення статистики та звітності щодо митного оформлення і сертифікації засобів гуманітарного розмінування.

Впровадження цих заходів сприятиме спрощенню та прискоренню митного оформлення і сертифікації засобів гуманітарного розмінування і товарів подвійного призначення, водночас забезпечуючи контроль за їх безпечним та цільовим використанням. Це має стратегічне значення для гуманітарного розмінування, обороноздатності держави та виконання міжнародних зобов'язань України.

ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЦЕСІВ СЕРТИФІКАЦІЇ ТОВАРІВ ОБОРОННОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Д.Д. Плинокос, к.е.н., доц.; І.В. Івженко
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Актуальним питанням сертифікації, з огляду на забезпечення прозорості та відкритості діяльності органу сертифікації та випробувальних лабораторій, є інформаційне забезпечення процесів сертифікації. Відповідно до стандарту ДСТУ EN ISO/IEC 17065:2019 "Оцінка відповідності". Вимоги до органів з сертифікації продукції, процесів та послуг (EN ISO/IEC 17065:2012, IDT; ISO/IEC 17065:2012, IDT), орган сертифікації повинен підтримувати через електронні засоби (офіційні веб-сайти) таку інформацію (або посилання на неї): інформацію

щодо схем сертифікації, зокрема щодо процедур оцінювання, правил та процедур надання і підтримання сертифікації; загальну інформацію про платні послуги, що надаються заявникам та клієнтам; опис прав і зобов’язань заявників та клієнтів, вимоги та обмеження щодо використання імені органу сертифікації та знаку сертифікації; інформацію щодо процедур розгляду скарг та апеляцій.

Цих загальних рекомендацій щодо інформаційного забезпечення процесів сертифікації дотримуються всі акредитовані органи сертифікації. Обсяг інформації, що надається, визначається самим органом сертифікації. Як правило, офіційні веб-сайти містять таку інформацію: найменування і реквізити органу сертифікації, наявність та сфера акредитації, перелік схем акредитації, перелік та вартість послуг. Також зазначається перелік виданих сертифікатів і термін їх дії. Важливим є визначення процедури оскарження рішень органу сертифікації.

Крім того, офіційні веб-сайти можуть містити шаблони документів, інформацію про діяльність установи, новини тощо. Наявність такої інформації на веб-сайті органу сертифікації забезпечує прозорість і доступність інформації для всіх сторін, а також сприяє довірі до діяльності.

Хоча обсяг інформації визначається самим органом сертифікації, інколи перелік обов’язкової інформації встановлюється нормативно-правовими актами. Так, наприклад, постанова Кабінету Міністрів України від 08.03.2024 № 271 “Про реалізацію експериментального проєкту щодо здійснення обов’язкової сертифікації механізованих засобів розмінування (гуманітарного розмінування), пов’язаних з ними виробів, компонентів та обладнання” визначає перелік документів, які повинні оприлюднюватися на офіційному веб-сайті.

Наш інститут, як один з учасників експериментального проєкту, зобов’язаний розмістити на веб-сайті визначену інформацію. Зокрема, в п. 13 Порядку реалізації експериментального проєкту визначено такі документи: схеми обов’язкової сертифікації продукції, затверджені керівником інституту; форми заявки, сертифіката відповідності, висновку за результатами розгляду заявки та матеріалів; сертифікаційної угоди (договору) на проведення обов’язкової сертифікації продукції; протоколу погодження договірної ціни; угоди на право застосування сертифіката відповідності продукції; форми актів відбору та ідентифікації продукції.

Крім того, п. 19 зобов’язує інститут формувати перелік виданих (скасованих) сертифікатів відповідності продукції в електронній формі, який оприлюднюється на офіційному веб-сайті.

У питаннях оприлюднення інформації на офіційному веб-сайті залишаються актуальними аспекти забезпечення конфіденційності, захисту та збереження інформації в органі сертифікації, а також її постійної актуалізації, зокрема щодо виданих сертифікатів. Робота з інформаційного супроводу та актуалізації даних є важливим елементом забезпечення прозорості процесів сертифікації. Вона сприяє виконанню вимог державних стандартів і нормативно-правових актів у сфері сертифікації та оцінки відповідності товарів оборонного призначення. З огляду на стрімкий розвиток цифрових технологій і кіберзагроз, особливу увагу слід приділяти захисту інформації, яка публікується або зберігається в електронному вигляді. Органи сертифікації повинні впроваджувати сучасні засоби кібербезпеки, зокрема антивірусні програми, системи контролю доступу, резервного копіювання та шифрування даних.

У сучасних умовах активно впроваджуються системи управління інформацією для автоматизації процесів сертифікації (CRM/ERP-рішення, системи електронного документообігу, платформи електронної взаємодії з клієнтами тощо). Такі системи дозволяють зменшити кількість помилок, прискорити обробку заявок і забезпечити вищий рівень прозорості.

Міжнародна практика (зокрема досвід органів сертифікації ЄС, Великої Британії та США) підтверджує важливість стандартизації форматів подання інформації на веб-сайтах, впровадження відкритих електронних реєстрів сертифікатів, а також використання API для взаємодії з іншими державними та приватними структурами. Українські органи сертифікації, зокрема ті, що працюють у сфері оборонного призначення, можуть адаптувати ці підходи з урахуванням національних вимог безпеки.

ФІНАНСОВІ АСПЕКТИ СЕРТИФІКАЦІЇ ВІЙСЬКОВОЇ ПРОДУКЦІЇ В УМОВАХ ОБМЕЖЕНОГО БЮДЖЕТУ

М.В. Руденко, д.е.н., проф.
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Сертифікація військової продукції є невід’ємною частиною системи забезпечення якості, надійності та безпеки озброєння і військової техніки. Вона гарантує, що продукція відповідає встановленим технічним, експлуатаційним та тактичним вимогам, а також забезпечує її сумісність

із наявними зразками озброєння, в тому числі у контексті переходу на стандарти НАТО.

У реаліях обмеженого оборонного бюджету, особливо під час воєнного стану, процедура сертифікації створює додаткове фінансове навантаження як для держави, яка фінансує сертифікаційні центри, так і для виробників, які змушені нести витрати на проведення випробувань, оформлення документації, транспортування продукції до полігонів тощо.

Зазначені витрати є особливо критичними для приватних підприємств малого та середнього бізнесу, які часто не мають доступу до достатніх фінансових ресурсів або державної підтримки. У результаті наведене гальмує розробку нових зразків техніки, знижує темпи інновацій та ускладнює оперативне забезпечення фронту сучасною зброєю.

Однією з ключових проблем є відносно висока вартість сертифікаційних випробувань, яка включає оплату за користування випробувальними полігонами, послуги експертних центрів, підготовку технічної документації та проходження адміністративних процедур.

З боку держави проблема також полягає у недофінансуванні сертифікаційної інфраструктури, що призводить до її технічного зношення, браку кваліфікованих кадрів та затягування термінів випробувань.

Зауважимо, що відсутність довгострокового планування оборонних закупівель ускладнює інвестування в сертифікаційні процеси з боку бізнесу.

У таких умовах виникає потреба у перегляді фінансової моделі сертифікації. Потенційними напрямами оптимізації є:

– державне співфінансування сертифікації інноваційних розробок;

– запровадження прискорених і спрощених процедур для продукції, що проходить бойове випробування;

– підтримка цифровізації процесу сертифікації як інструменту скорочення витрат;

– державно-приватне партнерство у створенні випробувальних центрів або суттєва підтримка вже існуючих установ з подальшим масштабуванням їхньої роботи;

– розширення міжнародного визнання сертифікатів через співпрацю з НАТО та країнами-партнерами.

Таким чином, в умовах бюджетних обмежень необхідно балансувати між безпековими вимогами та фінансовою раціональністю, шукаючи нові механізми ефективного фінансування системи сертифікації, яка має залишатися надійною та адаптивною до сучасних викликів.

ОСОБЛИВОСТІ МЕТОДІВ ПЕРЕВІРКИ ВІДПОВІДНОСТІ МЕХАНІЗОВАНИХ ЗАСОБІВ ГУМАНІТАРНОГО РОЗМІНУВАННЯ

В.М. Руснак, к.військ.н., доц.; Д.В. Киба
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

В Україні впроваджено Порядок здійснення обов'язкової сертифікації механізованих засобів розмінування (гуманітарного розмінування), пов'язаних з ними виробів, компонентів та обладнання, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 08.03.2024 № 271 (далі – Порядок). Додаток до Порядку містить посилання на вимоги та методи перевірки відповідності МЗР, а саме:

Test and Evaluation Protocol 30/06/2009 Version 1.0 "Machines", який замінює CWA 15044:2009 та розповсюджується за міжнародною ліцензією Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0;

ВСТ 01.055.002-2021 (01) Захист та забезпечення безпеки озброєння та військової техніки. Процедури оцінювання рівня захисту броньованих транспортних засобів. Мінна загроза, який впроваджено методом підтвердження міжнародного нормативного документа STANAG 4569 Edition 3 / AEP-55 Volume 2 Edition C;

Типові методики Збройних Сил України перевірок живучості та продуктивності механізованих засобів розмінування (гуманітарного розмінування), їх компонентів та обладнання.

Класифікація механізованих засобів розмінування (гуманітарного розмінування), їх компонентів та обладнання відповідно до розділу 5 Test & Evaluation Protocol 30/06/2009 Version 1.0 "Machines", розділу 4 IMAS 09.50 Second edition "Mechanical land release", пункту 4.2 IMAS 09.50 Second edition "Mechanical land release", підпункту 11.2.2 ДСТУ 8820 "Протимінна діяльність. Процеси управління. Основні положення" та Порядку.

За вагою:

– легкий (загальною вагою до 10 т);

– середній (загальною вагою від 10 т до 20 т);

– важкий (загальною вагою понад 20 т).

За типом керування оператором механізованого засобу гуманітарного розмінування:

– безпосереднє керування з кабіни;

– дистанційним керуванням;

– безпосереднє керування з кабіни та дистанційне керування.

За функціональним призначенням:

– для знешкодження/знищення методом активації шляхом детонації або механічного подрібнення;

– для обробки (підготовки) ґрунту;

– для виявлення джерел небезпеки.

Підготовка ґрунту може охоплювати:

– зрізання рослинності та очищення;

– видалення розтяжок;

– розпушування ґрунту;

– видалення металевих забруднень;

– видалення будівельного сміття, валунів, щебеню, оборонних дротових загороджень (перешкод) тощо;

– перероблення ґрунту й сміття.

Підготування ґрунту може охоплювати або не охоплювати: детонацію, знищення або видалення протипіхотних мін.

Вимоги до обладнання для виявлення вибухонебезпечних предметів (далі – ВНП) в Додатку до Порядку мають посилання на наступні нормативні документи:

– окремі пункти ДСТУ 8820:2023 щодо глибини виявлення ВНП (9.19.3.3, 11.1.2);

– розділи ДСТУ IEC 60529 “Ступені захисту, забезпечувані корпусами (IP-код)”, які стосуються водонепроникності корпусів обладнання для виявлення ВНП.

Методи перевірки відповідності обладнання для виявлення ВНП згідно з відповідними розділами:

– Test & Evaluation Protocol 07/05/2003 Version 1.0 “Metal Detectors” до міжнародного стандарту IMAS 03.40;

– ДСТУ IEC 60529 “Ступені захисту, забезпечувані корпусами (IP-код)”;

– Типові методики Збройних Сил України перевірок металодетекторів.

Додаток до Порядку також має додаткові вимоги щодо наявності:

– технічної документації та документації, яка визначає правила експлуатації механізованих засобів розмінування (гуманітарного розмінування), пов’язаних з ними виробів, компонентів та обладнання;

– комплекту запасних частин та витратних матеріалів для експлуатації механізованих засобів розмінування (гуманітарного

розмінування), пов'язаних з ними виробів, компонентів та обладнання згідно з технічною документацією;

– засобів захисту (аварійних виходів та люків, протипожежних засобів, засобів зв'язку);

– допоміжних засобів евакуації для швидкого входу і виходу персоналу.

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ НАЗЕМНИХ КОМПЛЕКСІВ РОЗВІДКИ (ПЕРВИННОГО ОГЛЯДУ) В ПРОЦЕСІ ГУМАНІТАРНОГО РОЗМІНУВАННЯ

В.М. Руснак[1], к.військ.н., доц.; В.В. Руснак[2]
[1]Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки;
[2]Національна академія Національної гвардії України

Аналіз ходу бойових дій на території України свідчить, що застосування мінно-вибухових загороджень має масовий характер. Це обумовлено їх високою бойовою ефективністю, швидкістю установки, а також можливістю маневру ними в ході бойових дій.

Противник всупереч вимогам міжнародних договорів та конвенцій про заборону використання певних видів мінної зброї використовує весь наявний в них спектр інженерних боєприпасів.

На цьому фоні, досвід гуманітарного розмінування вже показує, що засоби розвідки та розмінування на сьогоднішній день застарілі, мають низьку ефективність та не відповідають вимогам щодо виконання подібного роду завдань.

У процедурах гуманітарного розмінування технічне оснащення відіграє ключову роль, особливо на початкових етапах технічного обстеження місцевості. Проте більшість пристроїв для розвідки (первинного огляду) в процесі гуманітарного розмінування, що наразі використовуються в Україні, мають конструктивні й функціональні обмеження. Це стосується, в основному, ручних приладів, на відміну від безпілотних наземних комплексів та безпілотних літальних апаратів.

Постанова Кабінету Міністрів України від 08.03.2024 р. № 271 "Про реалізацію експериментального проєкту щодо здійснення обов'язкової сертифікації механізованих засобів розмінування (гуманітарного розмінування), пов'язаних з ними виробів, компонентів та обладнання" визначає обов'язкові технічні вимоги, яким мають відповідати засоби

розмінування (обладнання для розвідки) і те, що процес проходження сертифікації засобів розмінування є обов’язковим на території України.

Враховуючи сучасні підходи до забезпечення виконання завдань розмінування територій, що деокуповані та у майбутньому проблему гуманітарного розмінування на перший план виходить завдання створення спеціалізованого безпілотного наземного комплексу (далі – БпНК) інженерної розвідки (первинного огляду) для виявлення вибухонебезпечних предметів (далі – ВНП) з використанням сучасних інформаційних технологій.

Даний БпНК має поєднувати у собі наступні складові елементи:

– всюдихідну дистанційно-керовану або автономну універсальну (з можливістю долати водні перешкоди) мобільну базову платформу;

– обладнання з пошуку ВНП в ґрунті (за принципом широкозахватного міношукача), попереду (або за необхідності з боків) машини та визначати сторонні предмети в ґрунті (металеві та інші) на глибину до 70 см індукційним та радіохвильовим способом;

– обладнання з пошуку ВНП на ґрунті за зовнішніми ознаками, формами, ознаками системи ініціації ВНП (виявлення та ідентифікація неметаловмісної вибухівки, наземних мін, розтяжок, дротів, і т.п.);

– комплект обладнання маніпулятора для виконання попередніх дій детального огляду та нейтралізації ВНП;

– обладнання для відеоспостереження, аналізу зовнішніх факторів із розпізнаванням об’єктів та можливістю до виявлення ВНП у інфрачервоному спектрі із застосуванням сучасних інформаційних технологій;

– обладнання для реєстрації GPS координат (GPS-відстеження переміщення БпНК, збереження координат ВНП, замінованих ділянок та побудови карти з мітками);

– обладнання для радіотелеметричного зв’язку з зовнішньою управляючою системою;

– додаткову дистанційну систему управління по дротах (до 200 м).

Якщо розглядати даний БпНК інженерної розвідки (первинного огляду) ВНП у контексті більш повноцінної системи розмінування слід доповнити комплект ще одним БпНК, що обладнананий бойковим та електромагнітним тралом для влаштування базового проходу в мінному полі або на забрудненій вибуховими залишками бойових дій місцевості з можливим встановленням на ній системи запуску “мінних кішок” для тралення розтяжок та елементів управління підривом ВНП. Додатковий БпНК може виконувати за потреби логістичні функції підвозу майна та

обладнання для розмінування.

Використання сучасних технологій у процесі розмінування значно спрощують цей виконання небезпечних робіт, сприяють полегшенню та прискоренню технічного обстеження замінованих територій, зменшенню ризиків під час гуманітарного розмінування, скороченню терміну та витрат на весь процес розмінування.

СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ ОЦІНКИ ВІДПОВІДНОСТІ З КЛАСИФІКАЦІЇ НЕБЕЗПЕЧНОСТІ БОЄПРИПАСІВ, ЯК ОСНОВИ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ЗАГАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ОЦІНКИ ВІДПОВІДНОСТІ БОЄПРИПАСІВ

В.В. Сєргєєв
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Для забезпечення безпеки експлуатації боєприпасів відповідно до вимог нормативно-правових актів Міністерства оборони України з урахуванням чинних угод про стандартизацію НАТО та діючих міжнародних нормативних документів, а також з урахуванням власного досвіду експлуатації, використання, обслуговування боєприпасів та досвіду країн-експлуатантів боєприпасів необхідно провести розроблення та впровадження системи сертифікації боєприпасів, побудованої за міжнародними стандартами та, як її складової частини, системи класифікації небезпек боєприпасів.

Створення системи сертифікації боєприпасів передбачає створення загальної системи сертифікації боєприпасів, яка би охоплювала весь життєвий цикл боєприпасів.Для впровадження системи оцінки відповідності (сертифікації) боєприпасів необхідне прийняття нормативно-правових актів, в яких має бути визначено характеристики продукції або пов’язані з ними процеси та методи виробництва, включаючи відповідні адміністративні положення, додержання яких є обов’язковим.

Система сертифікації боєприпасів в частині класифікації небезпек боєприпасів та вибухових речовин пропонується як частина системи сертифікації боєприпасів.

Одним з варіантів впровадження системи класифікації небезпек боєприпасів є введення в дію системи добровільної класифікації небезпек боєприпасів під час воєнного стану. Перехідний період, який буде діяти

до кінця військового стану, але не менше ніж 12 місяців, пропонується ввести для набуття спроможностей органом з класифікації небезпек боєприпасів, випробувальними лабораторіями та іншими сторонами процесу класифікації небезпек боєприпасів. Після закінчення цього періоду в Україні повинна діяти система обов’язкової класифікації небезпек боєприпасів за міжнародними стандартами.

Іншим варіантом впровадження системи класифікації небезпек БВР є введення її в дію через 12 місяців після припинення воєнного стану в Україні. Цей період надається для набуття спроможностей сторонами процесу класифікації небезпек. Для цього на даний період повинна бути введена система добровільної класифікації небезпек боєприпасів.

Під час дії добровільної класифікації випробувальні лабораторії мають бути акредитовані на проведення даних видів випробувань.

Для впровадження системи класифікації небезпек БВР необхідне прийняття нормативно-правових актів, якими буде визначено порядок проведення класифікації небезпек боєприпасів, призначено орган з класифікації небезпек боєприпасів, регулятор з безпеки боєприпасів та комітет з безпеки боєприпасів МОУ.

Процедура класифікації небезпек боєприпасів повинна ґрунтуватись на наступних документах:

ВСТ 01.052.008 – 2021 (Видання 1) “Безпека боєприпасів та вибухових речовин. Терміни та визначення, які використовуються в НАТО”.

ВСТ 01.052.010 – 2022 (01) “Безпека боєприпасів та вибухових речовин. Керівництво щодо класифікування небезпек, пов’язаних з боєприпасами і вибуховими речовинами військового призначення”.

ВСТ 01.052.009 – 2022 (01) “Безпека боєприпасів та вибухових речовин. Зберігання, обслуговування та транспортування боєприпасів під час ведення бойових дій (проведення операцій) (STANAG 4657 Ed.1/ AASTP-05 Ed.1 NATO GUIDELINES FOR THE STORAGE, MAINTENANCE AND TRANSPORT OF AMMUNITION ON DEPLOYED MISSIONS OR OPERATIONS, IDT”.

STANAG 4440 Ed:2/AASTP-01 Ed. B NATO GUIDELINES FOR THE STORAGE OF MILITARY AMMUNITION AND EXPLOSIVES, IDT.

Manual of Tests and Criteria. Rev. 8. United Nations Economic Commission for Europe. 2023.

Recommendations on the Transport of Dangerous Goods. Model Regulations. Rev.23. Volumes I and II. United Nations. 2023

Globally Harmonized System of Classification and Labelling of

Chemicals (GHS). Rev. 10. United Nations. 2023.

IATG 01.10:2021(E) Guide to the International Ammunition Technical Guidelines. 01.10. Ed. 3. United Nations Office for Disarmament Affairs. 2021.

Запровадження системи оцінки відповідності боєприпасів на основі діючих міжнародних нормативних документів дозволить підвищити безпеку при розробці та експлуатації боєприпасів, гармонізувати підхід з міжнародними нормативними документами.

ТЕОРЕТИЧНИЙ КОНЦЕПТ ПОНЯТТЯ ЯКОСТІ ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНИХ ТОВАРІВ ОБОРОННОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

І.І. Табурець, к.е.н.
Черкаський державний технологічний університет

Згідно з сучасною методологією забезпечення якості розглядається як складова частина управління якістю та зосереджена на створенні впевненості у тому, що вимоги замовника щодо якості будуть виконані. Це досягається завдяки впровадженню системного підходу та налагодженню процесу управління якістю товарів оборонного призначення (ТОП) протягом всього їх життєвого циклу.

Задля налагодження ефективного процесу управління важливо здійснити декомпозицію поняття якості ТОП за фасетним підходом та виокремити її чіткі параметри, які і є об'єктами системи управління якістю. Вважаємо, що змістовими фасетами повинні бути: 1) відповідність вимогам нормативно-технічної документації (як параметри якості виокремлено стандартизованість та уніфікованість); 2) відповідність міжнародним стандартам у сфері забезпечення якості ТОП протягом життєвого циклу (параметр якості – оперативна сумісність); 3) відповідність ТОП базовим технічним вимогам (параметри якості – надійність, безпека застосування, транспортабельність, функціональність); 4) відповідність ТОП тактичним цілям (параметри якості – стійкість до екстремальних зовнішніх умов, живучість, взаємосумісність, взаємозамінність, технологічність, ергономічність, мобільність, стійкість ПЗ до кіберзагроз); 5) відповідність ТОП оперативним цілям, стратегічним орієнтирам розвитку збройних сил (параметри якості – зазначені у п. 4, а також інтероперабельність, сумісність з інфраструктурою, економічна ефективність, мультисценарність застосування, інтегрованість до єдиної системи

управління військами, відповідність затвердженим спроможностям збройних сил, цифрова стійкість).

В аспекті параметрів якості високотехнологічного ОВТ, то насамперед зазначимо, що тлумачимо його як такий різновид ОВТ, що створюється на основі передових наукових досягнень та характеризується вищою ефективністю за одночасно підвищеної технологічної складності порівняно з традиційними зразками. Саме високотехнологічне озброєння має значущий трансформаційний потенціал для суттєвих та навіть радикальних змін характеру і способів ведення бойових дій. На сьогоднішньому етапі розвитку науки і техніки його розробка повинна здійснюватися з дотриманням такої сукупності принципів: інноваційність; автономність; мультифункціональність; мережецентричність; адаптивність.

Базовий каркас якості високотехнологічного ОВТ забезпечується завдяки відповідності вищеозначеним параметрам. Водночас, до цього різновиду ОВТ також повинна висуватися низка додаткових параметрів якості, або поглиблені вимоги до вже зазначених характеристик. При цьому ці параметри повинні ув’язуватися з вищеозначеними принципами.

Так, в аспекті якості високотехнологічних ТОП з позиції інноваційності повинна мати місце безперервна здатність інтегрувати новітні технології протягом усього їхнього життєвого циклу, тим самим запобігаючи передчасному застаріванню та забезпечуючи довгострокову актуальність. Тобто необхідно виокремлювати параметр “сталість технологічної переваги”. В аспекті автономності, то мова йде про системи озброєння, які цілком або частково не потребують втручання людини-оператора та приймають рішення за допомогою ШІ, а отже, до параметрів якості необхідно додати “кіберстійкість” та “кібер-кінетична стійкість”. Щодо мультифункціональності високотехнологічних ТОП, то доцільно впровадити такий параметр як “мультизадачність”. Реалізація принципу мережецентричності полягає у досягненні інформаційної переваги, що зумовлює розширення можливостей швидкого прийняття обґрунтованих рішень, які базуються на належній ситуаційній обізнаності. Як результат, важливим є параметр “мережева сумісність”. В аспекті принципу адаптивності високотехнологічні ТОП повинні мати функції швидкої інтеграції та реконфігурації у реальному часі для підтримки актуальності та ефективності. Насамперед мова йде про програмно-орієнтовану адаптивність. Тобто, у рамках цього принципу якість високотехнологічних ТОП повинна характеризуватися параметром “стійкість до інноваційно-технологічних засобів боротьби”.

З-поміж іншого запропоновані параметри якості доречно брати до уваги під час реалізації державних фінансових програм підтримки компаній, які мають намір та виробничі спроможності до виробництва високотехнологічних ТОП.

БАГАТОЦІЛЬОВІ АДГЕЗИВИ ДЛЯ З'ЄДНАННЯ РІЗНОРІДНИХ МАТЕРІАЛІВ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ ВІЙСЬКОВИХ

О.Л. Толстов[1], к.х.н., с.н.с.; Н.В. Ярова[1], к.х.н., с.н.с.;
О.В. Слісенко[1], к.х.н., ст.досл.; Л.М. Ященко[1], к.х.н., с.н.с.;
В.Л. Будзінська[1], к.х.н., с.н.с.; Т.М. Розквас[2]
[1]Інститут хімії високомолекулярних сполук
Національної академії наук України;
[2]Товариство з обмеженою відповідальністю "КМ Дісті"

Матеріали та вироби спеціального та подвійного призначення є важливою складовою країни, що активно розвиває та підтримує власну оборонну промисловість. Можливість створювати та виробляти ці різновиди промислової продукції надає країні економічну незалежність від цільового імпорту через складнощі з постачанням та обмежувальні механізми, що накладаються окремими виробниками та країнами, а також можливість диверсифікувати шляхи отримання необхідних компонентів.

Одним з таких матеріалів є адгезиви – полімерні матеріали з високою липкістю до різноманітних матеріалів, які після твердіння забезпечують високоміцне стабільне з'єднання окремих складових у суцільний виріб. В залежності від специфіки застосування адгезиви можуть бути спрямовані на з'єднання одного або декількох типів матеріалів, що, зазвичай, мають близьку хімічну природу, між собою.

Унікальними та критично важливими для сучасної промисловості є адгезиви, призначені для з'єднання матеріалів, що з хімічної точки зору значно відрізняються один від одного, як то метал та деревин, тканина та скло, пластик та цегла тощо, та мають складну морфологію поверхні.

Під час науково-технічної співпраці між ІХВС НАН України та ТОВ "КМ Дісті" було організовано проведення розробки багатоцільових адгезивів, які мають забезпечити виробництво балістичних шоломів безболтової конструкції. Реалізацію ідеї створення багатоцільових адгезивів гібридного типу забезпечило використання попереднього досвіду з розроблення багатофункціональних адгезивів цільового

призначення. Ключовим аспектом науково-технічної роботи було поєднання декількох типів традиційних адгезивів на основі уретанових, епоксидних та кремнійорганічних олігомерів, та комплексного каталізатору твердіння, що в сукупності створює гібридну структуру кінцевого матеріалу адгезійного шару з високою адгезію до різнорідних матеріалів, зокрема пластиків різної природи, високою міцністю, покращеною технологічністю застосування та подальшої обробки, та ще низкою цінних переваг.

Використання адгезивів даного типу надає можливість створення шоломів безболтової конструкції, що є конкурентоздатними на світовому рівні та мають низку ключових переваг перед аналогами, а саме покращують технологічні та економічні аспекти виробництва, є значно легшими та зручнішими при тривалому носінні, забезпечують високий рівень захисту та надійності. Проведені випробування дослідних зразків шоломів у статичних та динамічних умовах продемонстрували перспективність технології виробництва шоломів даної конструкції.

Універсальність розроблених багатоцільових адгезивів була доведена в започаткованій суміжній науково-технічній роботі зі створення керамополімерних композитних матеріалів для бронезахисту панцерового типу для транспортних засобів спеціального призначення. Саме з цією метою була розроблена та запатентована технологія обробки керамічних захисних елементів для їх подальшого використання разом зі створеною рецептурою адгезиву для керамополімерних композитних броненеплит. Заплановані сертифікаційні випробування виготовленого в лабораторних умовах керамополімерного композитного матеріалу. Проводяться роботи з покращення технологічності використання розробленого адгезиву та його апробації у виробничих умовах потенційного замовника.

СЕРТИФІКАЦІЯ ЯК МЕХАНІЗМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ ТА БЕЗПЕКИ ВИКОРИСТАННЯ ТОВАРІВ ОБОРОННОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

О.Л. Харченко
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Якість товарів оборонного призначення (далі – ТОП) є критично важливою для Збройних Сил України з багатьох причин.

У Збройних Силах України дуже важливо використовувати

продукцію з гарантовано високою якістю. Під час ведення бойових кожна хвилина на рахунку і якість є абсолютно критичним фактором. Низькоякісне обладнання може відмовити в найкритичніший момент і призвести до зриву бойового завдання а також поставити під загрозу життя та здоров'я військових. Якісна зброя та боєприпаси забезпечують більшу точність і ефективність ураження цілей і дозволяє досягати бажаного результату з меншими витратами ресурсів та мінімізувати ризики для власних сил. Якісна амуніція, захисне спорядження (бронежилети, шоломи), медичні засоби та транспортні засоби безпосередньо впливають на безпеку військовослужбовців. Хоча якісні товари оборонного призначення можуть бути дорожчими спочатку, але вони, як правило, служать довше, вимагають менше ремонту та заміни, і в кінцевому підсумку є більш економічно вигідними.

Відповідно Закону України "Про оборонні закупівлі" (зі змінами), надане чітке визначення поняття "товари, роботи та послуги оборонного призначення". До ТОП відносяться: озброєння, військова та спеціальна техніка; зброя і боєприпаси; спеціальні комплектувальні вироби для їх виготовлення та експлуатації; матеріали та обладнання, спеціально призначені для їх розроблення, виготовлення або використання; спеціальні технічні засоби; технічні засоби розвідки; засоби технічного та криптографічного захисту інформації; засоби спеціального зв'язку; космічна техніка військового та подвійного призначення; засоби індивідуального захисту; спеціальні засоби; спеціальні (спеціалізовані) транспортні засоби; комп'ютерна, оптична, вимірювальна та інша техніка; спеціальний формений одяг, необхідний для виконання завдань правоохоронними органами, структурними підрозділами органів виконавчої влади, що реалізують державну політику у сферах забезпечення охорони прав і свобод людини, інтересів суспільства і держави, протидії злочинності, підтримання публічної безпеки і порядку, військовими формуваннями з правоохоронними функціями; товари подвійного використання для гарантованого забезпечення потреб безпеки і оборони, розвитку обороноздатності держави та системи національної стійкості, а також будь-які інші товари, які закуповуються державними замовниками для гарантованого забезпечення потреб безпеки і оборони.

В Україні існує система контролю якості продукції для сфери оборони, порядок функціонування якої закріплено відповідною нормативно-правовою базою. На нашу думку одним з найефективніших способів гарантування якості продукції є сертифікація.

Сертифікація – один з трьох видів оцінки відповідності продукції,

процесів, послуг, систем управління або персоналу. Перш за все це процедура за допомогою якої незалежна, уповноважена третя сторона (орган сертифікації) документально підтверджує відповідність продукції встановленим вимогам.

Сертифікація ТОП – це процес. який підтверджує, що ТОП відповідає певним військовим стандартам або загально військово-технічним вимогам.

Існує два види сертифікації продукції обов’язкова і добровільна.

Для ТОП на даний час застосовується добровільна сертифікація, яка допомогає виробникам підвищити довіру споживачів до своєї продукції та отримати конкурентну перевагу при проведенні тендерів закупівель і проведення кодифікації ТОП в ЗСУ.

Сертифікація ТОП показує що досягається певна якість продукції через:

– гарантування відповідності ТОП вимогам безпеки і якості;

– покращення підприємствами своїх процесів виробництва та контролю якості;

– підвищення довіри військовослужбовців які використовують ТОП;

– надання конкурентної переваги, як цінного інструмента для диференціації продукції та залучення нових клієнтів.

На даний час постачання ТОП до військ здійснюється двома шляхами: перший – це виробництво вітчизняних підприємств, другий – як гуманітарна допомога або допомога від країн НАТО. В обох випадках існує ризик отримання неякісної продукції (закінчилися терміни зберігання, техніка після ремонту, неналежна модернізація, тощо). Проблемні питання не якісної продукції, причини цього та шляхи їх вирішення закладені в недієздатності механізму оцінювання відповідності, ігноруванні виробниками та постачальниками проходження процедур оцінювання відповідності (добровільної сертифікації).

Для запобігання постачання у війська неякісних ТОП актуальною є потреба в впровадженні та імплементації зрозумілих міжнародних правил оцінки відповідності продукції, а саме у формі відповідної системи технічного регулювання, що встановлює вимоги і забезпечує моніторинг і контроль за їх дотриманням. Орган сертифікації який акредитовано за ДСТУ ISO/IEC 17065 спроможен забезпечити виконання вищезазначених заходів оцінки відповідності, контролю та моніторингу.

Використання сертифікації ТОП є необхідним для покращення забезпечення якісною продукцією для потреб оборони України.

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ В ПРОЦЕСІ ОЦІНКИ РИЗИКУ ТА ПЛАНУВАННЯ ГУМАНІТАРНОГО РОЗМІНУВАННЯ

Є.В. Хоменко; С.В. Костиря, к.т.н.; В.П. Будз, к.ф.н.
Центр досліджень Державної спеціальної служби транспорту

Під час війни дедалі частіше використовуються нові типи мін, дистанційне мінування, касетні боєприпаси, саморобні вибухові пристрої тощо. Через це традиційні методи розмінування не забезпечують достатню швидкість і безпечність очищення територій.

Міни та вибухонебезпечні предмети (далі – ВНП) становлять смертельну небезпеку десятиліттями після завершення збройних конфліктів.

Протимінна діяльність в Україні сьогодні стикається з безпрецедентними викликами: нові типи мін, масштабне мінування без карт, динамічні бої та велика площа забруднених територій.

У таких умовах інноваційні рішення перестають бути “додатковими” – вони стають життєво необхідними. Саме новітні технології дозволяють значно знизити ризики для саперів гуманітарного розмінування, прискорити роботи й краще розуміти, де саме й наскільки небезпечно.

Використання штучного інтелекту (далі – ШІ) для оцінки ризику та планування в гуманітарному розмінуванні дає змогу значно підвищити точність і швидкість прийняття рішень, особливо при роботі з великими масивами даних та у складних умовах.

Переваги: швидка обробка великих обсягів даних; підвищення точності та зниження людського фактору; можливість роботи у важкодоступних або небезпечних зонах.

Обмеження: потреба у якісних вхідних даних (знімках високої роздільної здатності, точних геоприв’язках); ризик помилкових позитивних/негативних спрацювань; високі вимоги до обчислювальних ресурсів та підготовки персоналу.

Системи безконтактного виявлення мін та ВНП базуються на використанні фізичних принципів, які дозволяють ідентифікувати об’єкти під землею або на її поверхні без фізичного контакту з ними. Найперспективніші напрями зараз – лазерні та спектральні технології.

1. Лазерні системи.

Використовують лазерне випромінювання, яке відбивається або розсіюється об’єктами на поверхні та під ґрунтом. Аналіз часу повернення сигналу, інтенсивності та спектральних характеристик дозволяє виявляти

мінні корпуси, зміни рельєфу або матеріалів.

Переваги:

– висока точність та деталізація;

– робота вдень і вночі;

– можливість інтеграції з безпілотними системами для великих площ.

Обмеження:

– вартість обладнання;

– залежність від погодних умов (туман, дощ, пил).

2. Спектральні системи.

Аналіз відбитого або випроміненого світла в різних діапазонах (від ультрафіолету до інфрачервоного) для виявлення специфічних хімічних та фізичних ознак вибухових речовин або маскування.

Переваги:

– можливість ідентифікації хімічного складу вибухових речовин;

– робота на відстані від десятків метрів до кілометрів;

– висока швидкість обстеження територій.

Обмеження:

– потреба у великій базі спектральних “підписів”.

– чутливість до рослинності та інших факторів, що маскують ВНП.

3. Інтеграція лазерних і спектральних систем.

Найкращі результати дає комбіноване використання:

– лазерні системи – для точної 3D-картографії та виявлення аномалій рельєфу;

– спектральні системи – для ідентифікації вибухових речовин.

Ефективне управління ризиками в сфері протимінної діяльності потребує комплексного підходу, що поєднує інтеграцію сучасних технологій (ШІ, безпілотні літальні апарати, наземні та підводні сенсори, лазерні та спектральні системи для дистанційного виявлення мін), розвиток безпілотних систем для виконання небезпечних завдань без залучення людей, а також удосконалення засобів захисту саперів.

Не менш важливою складовою є системна кадрова підготовка – створення мережі навчальних центрів, впровадження міжнародних стандартів у підготовку спеціалістів та підвищення їх психологічної стійкості. Інформаційна робота з населенням має включати масштабні кампанії з мінної безпеки, інтеграцію навчальних програм у шкільну та позашкільну освіту, а також залучення громадських та місцевих організацій для поширення знань у громадах. Міжнародна співпраця повинна базуватися на обміні досвідом та доступі до інноваційних методів розмінування.

ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ВИПРОБУВАНЬ І КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПІД ЧАС СЕРТИФІКАЦІЇ СУЧАСНИХ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ

Л.В. Шитікова, к.е.н., доц.; І.В. Німенко
Національний університет "Запорізька політехніка"

Інноваційні методи випробувань і контролю якості під час сертифікації сучасних зразків озброєння посідають ключове місце у забезпеченні їхньої надійності, ефективності та відповідності міжнародним стандартам. Сучасний розвиток військових технологій характеризується інтеграцією складних електронних систем, новітніх матеріалів і програмного забезпечення, що потребує принципово нових підходів до перевірки їхніх характеристик. Традиційні методи, які спираються на тривалі польові випробування та механічні тести, нині доповнюються цифровими симуляціями, моделюванням у віртуальних середовищах та автоматизованими системами збору й аналізу даних. Віртуальні випробувальні полігони, що базуються на технологіях доповненої та віртуальної реальності, дозволяють оцінювати поведінку зразка в різних сценаріях бойового застосування без ризику для персоналу та з меншими матеріальними витратами. Методи неруйнівного контролю (ультразвуковий, рентгенівський, тепловізійний аналіз) дають змогу виявляти приховані дефекти конструкцій ще на ранніх етапах, що суттєво підвищує безпеку та зменшує витрати на ремонт.

Використання інтелектуальних сенсорних мереж забезпечує безперервний моніторинг стану систем під час випробувань, а алгоритми машинного навчання допомагають виявляти аномалії, прогнозувати відмови та оптимізувати конструкцію ще до серійного виробництва. Зростає роль моделювання балістичних, теплових і електромагнітних впливів у цифрових середовищах, що дає змогу перевіряти стійкість озброєння до складних факторів сучасного бою.

Процес сертифікації дедалі частіше базується на комплексних підходах, коли результати фізичних тестів інтегруються з даними комп'ютерного аналізу, а електронні протоколи випробувань забезпечують прозорість і відстежуваність усіх етапів перевірки. Таким чином, впровадження інноваційних методів випробувань і контролю якості не лише підвищує технічний рівень та конкурентоспроможність озброєння, але й суттєво скорочує час його виходу на озброєння, забезпечуючи при цьому максимальну безпеку та відповідність міжнародним вимогам.

Досвід провідних оборонних компаній свідчить, що інтеграція

інноваційних методів контролю якості у процеси сертифікації дає змогу значно підвищити об’єктивність результатів. Зокрема, у США та країнах НАТО все ширше застосовується концепція “Digital Twin” – створення цифрового двійника зразка озброєння, який відтворює усі його фізичні, динамічні та програмні характеристики. Це дозволяє проводити тисячі віртуальних випробувань у змінних умовах без фізичного зносу реального виробу. У сфері бронетехніки та авіації активно впроваджується автоматизована система вимірювання геометричних параметрів із використанням лазерного сканування та 3D-метрології, що забезпечує мікронну точність контролю та виявлення відхилень від конструкторської документації. Під час перевірки стійкості електронних систем до кіберзагроз застосовуються спеціалізовані кіберполігони, де моделюються атаки на бортове програмне забезпечення, радіолокаційні комплекси та системи управління.

Також перспективними є гібридні методи випробувань, що поєднують натурні експерименти з результатами чисельного моделювання, дозволяючи оптимізувати кількість дороговартісних польових тестів. У галузі стрілецького та артилерійського озброєння активно використовуються високошвидкісні камери та системи автоматичного аналізу траєкторій, що забезпечує точні вимірювання балістичних характеристик у реальному часі. Впровадження таких технологій уніфікує та стандартизує процеси сертифікації, створює умови для взаємного визнання результатів випробувань між країнами-партнерами та сприяє прискореному впровадженню перспективних зразків озброєння у війська.

З огляду на швидкий розвиток засобів ураження та засобів протидії, подальший прогрес у цій сфері пов’язаний із поєднанням штучного інтелекту, великих масивів даних та адаптивних випробувальних платформ, що зможуть автоматично змінювати параметри тестування відповідно до поточних загроз і вимог бойового застосування.

СЕРТИФІКАЦІЯ ЯК ФАКТОР ПІДВИЩЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ УКРАЇНСЬКИХ ОБОРОННИХ ПІДПРИЄМСТВ НА СВІТОВОМУ РИНКУ

І.В. Щоголєва, к.п.н., доц.
Центральноукраїнський державний університет імені Володимира Винниченка

Сучасні глобальні виклики та зростання потреб у

високотехнологічних засобах оборони висувають жорсткі вимоги до якості та надійності продукції оборонно-промислового комплексу. В умовах інтеграції України до європейського та євроатлантичного безпекового простору особливого значення набуває питання сертифікації товарів оборонного призначення, яка є не лише інструментом підтвердження відповідності встановленим стандартам, а й важливим фактором підвищення конкурентоспроможності українських виробників на міжнародному ринку.

Вимоги світового ринку оборонної продукції передбачають обов'язкове дотримання міжнародних стандартів, таких як ISO 9001, серія стандартів AQAP (Allied Quality Assurance Publications), а також відповідність технічним регламентам ЄС та стандартам НАТО. Наявність сертифікатів міжнародного зразка є передумовою доступу до тендерів, програм військово-технічного співробітництва та міжнародних проектів. Для України, яка активно розширює співпрацю з партнерами по НАТО, сертифікація оборонної продукції набуває стратегічного значення.

По-перше, сертифікація сприяє зміцненню довіри з боку міжнародних партнерів та замовників, адже гарантує якість та безпечність продукції.

По-друге, вона забезпечує прозорість виробничих процесів та контроль якості на всіх етапах життєвого циклу продукції – від проектування до експлуатації.

По-третє, сертифікація стимулює модернізацію управлінських та виробничих систем на підприємствах оборонної галузі, що в довгостроковій перспективі підвищує їхню інноваційну та технологічну спроможність.

Україна має низку конкурентних переваг у сфері оборонного виробництва, які дозволяють їй залишатися вагомим гравцем на світовому ринку озброєнь навіть попри складні економічні та політичні умови.

Серед ключових можна виділити такі, як успішний досвід постачання продукції українських підприємств більш ніж у 50 країн світу, а також спільних проєктів із західними та азійськими партнерами; підвищення рівня довіри з боку міжнародних замовників завдяки поступової адаптації оборонного виробництва та сертифікації до стандартів НАТО; спрощена кооперація, логістика й інтеграція в міжнародні виробничі ланцюги внаслідок того, що Україна є частиною європейського ринку, має вихід до Чорного моря і межує з країнами ЄС та НАТО; швидке освоєння виробництва нових видів техніки, а саме безпілотників, засобів РЕБ, систем зв'язку, бронетранспорту через їх

гостру необхідність в умовах війни в Україні; повний цикл виробництва окремих видів техніки, що робить Україну відносно незалежною від зовнішніх постачальників у деяких сегментах. Українська оборонна продукція проходить випробування в реальних умовах війни, що забезпечує можливість перевірити ефективність техніки.

Серед ключових проблем, що уповільнюють процес сертифікації в Україні, можна відзначити:

– фрагментарність нормативно-правової бази у сфері сертифікації оборонної продукції;

– недостатня кількість акредитованих лабораторій та сертифікаційних центрів, здатних проводити випробування за міжнародними стандартами;

– високі фінансові та організаційні витрати для підприємств, що впроваджують стандарти НАТО та ISO;

– низький рівень міжнародного визнання національних сертифікатів.

Водночас процес адаптації українського ОПК до міжнародних норм поступово активізується. Зокрема, створюється система національної сертифікації, яка враховує вимоги стандартів НАТО, здійснюється модернізація виробничих потужностей, а провідні підприємства галузі впроваджують системи управління якістю ISO 9001 та AQAP 2110. Це не лише полегшує взаємодію з іноземними партнерами, але й сприяє інтеграції України до світового ринку оборонних технологій.

Таким чином, сертифікація продукції оборонного призначення в сучасних умовах виступає ключовим фактором конкурентоспроможності українських оборонних підприємств. Вона відкриває шлях до розширення ринків збуту, зміцнює позиції України як надійного постачальника оборонної продукції, а також сприяє розвитку внутрішнього потенціалу підприємств. Для досягнення цієї мети доцільно вдосконалити нормативно-правове регулювання, розширити мережу акредитованих центрів сертифікації та забезпечити державну підтримку підприємств у процесі впровадження міжнародних стандартів.

Сертифікація у сфері оборонного виробництва має подвійний ефект: з одного боку, вона гарантує якість і безпеку продукції, з іншого – виступає інструментом підвищення конкурентоспроможності та міжнародної інтеграції українських підприємств.

В умовах глобальної конкуренції й трансформації системи безпеки сертифікація стає не додатковим, а базовим чинником розвитку національного оборонно-промислового комплексу.

СЕКЦІЯ 6

“АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ ЗОВНІШНЬО-ТРАЄКТОРНИХ, ЛАБОРАТОРНИХ ТА БОРТОВИХ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ ПРИ ВИПРОБУВАННІ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ”

Керівник секції: полковник В.О. Кузнецов
Секретар секції: підполковник М.Ю. Гусак

АНАЛІЗ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ОБРОБКИ ПОЛЬОТНОЇ ІНФОРМАЦІЇ. ОСОБЛИВОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

М.В. Андрушко; П.Л. Аркушенко, к.т.н., ст.досл.;
О.Є. Кузьміч; С.В. Ратушний
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Домінуючими напрямками в модернізації електронного обладнання повітряних суден ЗС України є створення нових принципів застосування засобів ураження, організації і взаємодії різних систем зв’язку, навігації і спостереження, застосування багатофункціонального інтегрованого бортового обладнання з огляду на сьогоднішні реалії широкомасштабної агресії росії проти України. Серед усього переліку нового обладнання, особливо виділяються засоби збору та реєстрації різноманітної параметричної, цифрової, мовної та відео інформації з відповідними наземними комплексами її обробки на базі ПЕОМ.

Подальший бурний розвиток комп’ютерних технологій, застосування сучасних технічних та програмних розробок і впровадження їх в процес обробки польотної інформації дозволило отримувати більш наочні та інформативні результати обробки.

Особливості випробування та подальшого впровадження наземних комплексів обробки, контролю та аналізу польотної інформації (ПІ) виникають в залежності від призначення спеціалізованого програмного забезпечення (СПЗ), що створюється. СПЗ в залежності від задач призначено для функціонування, як в складі відповідного зразка ОВТ, так

і самостійно на базі ПЕОМ, або разом (у складі) з іншим програмним забезпеченням (ПЗ).

В Повітряних Силах ЗС України використовується декілька споріднених за своїми властивостями програмно-апаратних комплексів обробки та аналізу польотної інформації. Вони характеризуються наявністю СПЗ для обробки та аналізу.

Найбільш поширені з них є СПЗ “Панорама”, “Беркут” та “МОНСТР”. СПЗ “LUCH” та “Spektrum”, який заявляється на ринку програмних продуктів, характерні для сучасного етапу розвитку ОВТ.

Метою оцінки здатності СПЗ в конкретних сферах застосування є спроможність виконувати задані функції відповідно до програмних документів в умовах виникнення відхилень в середовищі функціонування, які викликані збоями технічних засобів, помилками у вхідних даних, помилками обслуговування та іншими дестабілізуючими діями. При цьому, загальносистемне ПЗ випробуванням не підлягає, а оцінюється тільки його спроможність забезпечення надійну роботу СПЗ.

Випробування СПЗ, включають визначення комплексних показників якості як для всіх програмних продуктів: функціональність, надійність функціонування, зручність користування, раціональність, супроводжування, пристосованість.

На даний час, дуже часто розробники СПЗ та бортових засобів реєстрації ПІ є різні підприємства, що з економічного погляду не є вигідно для всіх учасників цього процесу. Доцільно, щоб розробник бортових засобів реєстрації ПІ був і розробником СПЗ для своїх засобів.

Отже, для найбільш повного і якісного проведення випробування дослідного зразка ОВТ, необхідно впровадження єдиної системи обробки та аналізу польотної інформації, яка використовує СПЗ з відповідними, завчасно підготовленими, електронними базами даних та системою їх автоматизованого управління.

Це можливо шляхом створення єдиної комплексної системи вимірювань та СПЗ на підґрунті сучасних методів аналізу інформації для автоматизованої обробки та використання відповідної інформаційної бази даних. Одним із шляхів вирішення цих проблем є перехід на повністю автоматизовані системи контролю польотної інформації, де розподіл вимірювальної інформації здійснюється за визначеними критеріями і алгоритмами з використанням СПЗ, електронної бази даних з потужних інформаційних серверів.

Таким чином, оптимізація та стандартизація прикладного програмного забезпечення, яке використовується в наземних пристроях

обробки польотної інформації дозволить підвищити якість, зручність та покращити часові показники між польотного контролю.

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ВИПРОБУВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОЦІНКИ ЗАСОБІВ МЕХАНІЗОВАНОГО РОЗМІНУВАННЯ

П.Л. Аркушенко[1], к.т.н., ст.досл.; О.П. Флорін[2], к.т.н., доц.
[1]Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки;
[2]Національна академія Національної гвардії України

Сучасні збройні конфлікти супроводжуються широким використанням мінно-вибухових загороджень, що створює критичні ризики як для військових підрозділів, так і для цивільного населення. Після повномасштабного вторгнення російської федерації у 2022 році Україна стала однією з найбільш замінених країн світу. За даними Міністерства аграрної політики та продовольства України, станом на червень 2025 року площа поточно небезпечних територій сягає близько 137 тис. км². Такі масштабні проблеми вимагають застосування сучасних технологій розмінування, зокрема механізованих засобів, здатних значно прискорити темпи очищення території та знизити ризики для саперів.

Вибухонебезпечні об’єкти охоплюють не лише зони бойових дій, але й значні території сільськогосподарського призначення, лісові масиви, дороги та інфраструктуру. Це унеможливлює нормальне використання земель, блокує відновлення економіки та створює смертельні ризики для населення.

Таким чином завдання оцінки засобів механізованого розмінування (ЗМР) з метою оцінки відповідності вимогам стандартів національних, міжнародних та НАТО є актуальним та містить наступні аспекти:

– військовий (забезпечення діяльності сил оборони України, створення умов для швидкого пересування військ (сил) під час виконання завдань та ін.);

– гуманітарний (очищення забруднених території тощо);

– науково-технічний (розвиток власних технологій).

Основні вимоги до ЗМР узагальнено в постанові Кабінету Міністрів України від 08 березня 2024 р. № 271 Про реалізацію експериментального проекту щодо здійснення обов’язкової сертифікації механізованих засобів розмінування (гуманітарного розмінування), пов’язаних з ними виробів, компонентів та обладнання.

Перелік характеристик (параметрів) ЗМР, що підлягають оцінюванню зазначено в програмі та методиках випробувань на визначений виріб та залежить від його призначення, маси тощо.

В доповіді наведено:

– аналіз методик визначення параметрів ЗМР;

– орієнтовний мінімально необхідний перелік засобів вимірювальної техніки та випробувального обладнання для оцінки ЗМР;

– переваги, недоліки, особливості обладнання;

– запропоновано загальні вимоги до випробувального обладнання для оцінки ЗМР.

Таким чином, загальні вимоги до випробувального обладнання обгрунтовуються необхідністю забезпечення безпеки персоналу, достовірності результатів, універсальності, точності та відповідності міжнародним стандартам, що гарантує ефективну оцінку ЗМР.

БЮДЖЕТ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ТРАЄКТОРНИХ ВИМІРЮВАНЬ ПРИЙМАЧАМИ ГНСС

В.В. Борщ; О.Л. Костріков; М.І. Світенко
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Всі вимірювальні прилади та системи мають метрологічні характеристики, що визначаються виробником і вказують які величини та у якому діапазоні може вимірювати даний прилад. Якісною характеристикою вимірювання величини є невизначеність вимірювань.

Для траєкторних вимірювань параметрів руху об’єкту головними є координати місцезнаходження об’єкту у просторі у певний час вимірювань, напрямок та швидкість руху, наявність прискорень. Приймачі ГНСС можуть використовуватися для траєкторних вимірювань параметрів руху, за умови що об’єкт досліджень знаходить на відкритому просторі без завад, що впливають на можливість отримувати сигнали супутників ГНСС.

При проведенні точностного аналізу та складання бюджету невизначеності треба керуватися чинними нормативними документами. Світова метрологічна спільнота при оцінці невизначеності вимірювань застосовує Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM). В Україні він відомий як ДСТУ Н РМГ 43:2006 “Метрологія. Застосування “Руководства по выражению неопределенности измерений” (РМГ 43:2001, IDT).

Згідно вимог при складанні бюджету невизначеності потрібно проаналізувати формулу обчислення фізичної величини, що вимірюється та на основі цього аналізу визначити джерела впливу на результат вимірювань. Слід зазначити, що в більшості випадків аналізується застосування приймачів ГНСС при таких режимах вимірювань, коли приймач нерухомо знаходиться на точці на протязі певного часі, тобто вимірювання проводяться у статиці.

У той же час, при проведенні випробувань зразків озброєння та військової техніки (ОВТ), приймачі ГНСС використовують для траєкторного моніторингу параметрів руху об'єкту, що випробується. Це динамічний режим роботи приймача ГНСС.

Авторами проведено аналіз та складання бюджету невизначеності вимірювань саме для динамічного режиму. Під час аналізу були визначені джерела похибок та прогнозована величина і характер їх впливу на результат вимірювань.

Бюджет невизначеності розраховувався як для приймачів ГНСС що працюють у автономному режимі, так і для приймачів ГНСС, що працюють у диференціальному режимі із застосуванням референцних базових станцій.

Для автономного режиму роботи приймачів ГНСС було проведено моделювання з використанням симулятора сигналів навігаційних супутників та реальні вимірювання параметрів руху у просторі об'єкту з приймачем ГНСС на борту. Опрацювання результатів моделювання та вимірювань показало, що величина невизначеності отриманої розрахунковим шляхом, досить непогано збігається з невизначеністю, що отримана шляхом практичних вимірювань. Це дозволяє рекомендувати використовувати отримані бюджети невизначеності при застосуванні приймачів ГНСС для траєкторних вимірювань параметрів руху об'єкту при проведенні випробувань зразків ОВТ.

ФОТОГРАФІЧНА ФІКСАЦІЯ НАУКОВИХ ЕКСПЕРИМЕНТІВ: МОЖЛИВОСТІ ФОРМАТУ RAW ТА СУЧАСНИХ МЕТОДІВ РЕДАГУВАННЯ

В.В. Борщ; О.В. Шабанова, к.е.н., доц.; О.О. Якимович
Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

У сфері наукових досліджень фотографія відіграє ключову роль як засіб документування та аналізу. Вона забезпечує об'єктивну та

неупереджену фіксацію даних під час експериментів, випробувань та збереження інформації про об’єкти дослідження у їх первинному стані. Фотографія дозволяє багаторазово досліджувати один і той самий об’єкт або процес без ризику внесення змін у його стан. Завдяки високій роздільній здатності сучасних оптичних систем і цифрових сенсорів стала можливою як реєстрація недосяжних оку мікроскопічних змін в структурах матеріалів, так і фіксація динамічних змін у швидкоплинних процесах, таких як руйнування матеріалів, ударно-хвильові явища, вибухові реакції, реакція об’єктів на зіткнення та реєстрація інших процесів. При цьому важливу роль відіграє вибір знімального обладнання відповідно до задач зйомки і використання широкого спектру переваг, які пропонує сучасне професійне програмне забезпечення, в тому числі рішення основані на штучному інтелекті .

Для обробки як класичними програмними засобами, так і для використання новітніх інструментів на основі штучного інтелекту (далі – ШІ) рекомендується використовувати формат RAW, відомий також як “цифровий негатив”. RAW формат зберігає необроблені дані з матриці камери, що дає широкі можливості для редагування після зйомки таких базових параметрів як корекція експозиції, баланс білого, контраст, динамічний діапазон, насиченість, різкість, рівень шуму, корекція профілю об’єктиву та інші налаштування, обмежено доступні або недоступні для інших форматів запису фотографій. Головна перевага використання RAW формату в науковій фотографії – відсутність втрат через компресію формату JPEG, що дозволяє значною мірою розширити можливості для подальшої роботи з такими файлами.

За умови необмеженого часу на налаштування камери, оператор може зробити знімок, що не буде потребувати корекцій, проте в умовах обмеженості часу на випробуваннях RAW формат дозволяє економити час на налаштування точної корекції експозиції, балансу білого та інших налаштувань, які значним чином змінюють сприйняття зображення. Порівнюючи якісні характеристики фінальної фотографії можна стверджувати, що варіант отриманий через обробку RAW файлу буде більш точним по кольорам і балансу білого, більш наповненим деталями в світлих і темних ділянках зображення, а також з коректнішим виправленням оптичних дефектів, таких як геометричні спотворення, хроматичні аберації, віньєтування. Для ефективного застосування RAW редакторів, до яких відноситься Adobe Photoshop, Adobe Camera Raw, Adobe Lightroom, Capture One Pro користувач повинен володіти комплексом спеціалізованих навичок і базових технічних знань про

принципи формування цифрового зображення. Крім того, для роботи з RAW редакторами комп'ютерне обладнання має відповідати зростаючим вимогам цих програм. Одним з ключових компонентів обладнання є монітор, який має забезпечувати високу точність кольоропередачі (наприклад 99 % sRGB).

RAW формат відкриває можливості для обробки фото за допомогою технологій на основі ШІ від Adobe. Окрім класичних налаштувань яскравості і інтерпретації кольорів, з'явився новий інструмент "Reflection Removal", який дозволяє зменшити або повністю прибрати рефлекси при зйомці через скло, або з глянцевих поверхонь без використання полярізаційного фільтру (далі – PLF). При зйомці об'єктів через скло можна досягти значного зменшення паразитних рефлексів шляхом поєднання фільру PLF і інструменту "Reflection Removal".

Наступний інструмент на основі ШІ "AI Denoise" дозволяє зменшити цифровий шум без втрати деталізації. На відміну від вбудованого в камеру інструменту для зменшення шуму, або використанням інструменту "Noise Reduction" в модулі "Camera Raw", запропонований "AI Denoise" зменшує цифровий шум без спотворювання зображення. При зйомці в умовах слабкого освітлення або при високих значеннях ISO інструмент "AI Denoise" аналізує зображення, прибирає цифровий шум, що дозволяє досліджувати зображення без шкідливих артефактів.

У випадках, коли треба аналізувати фотографію з невеликою роздільною здатністю або фрагмент зображення, можна скористатись технологією інтелектуального збільшення зображення "AI Upscale". Алгоритм збільшує роздільну здатність зображення з мінімальними артефактами.

Таким чином формат RAW у поєднанні з можливостями сучасних редакторів мінімізує технічний брак та робить наукову фотографію більш точним та надійним інструментом.

ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ БОРТОВИХ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ ПРИ ВИПРОБУВАННЯХ ОПЕРАТИВНО-ТАКТИЧНИХ РАКЕТ

М.В. Виговський
Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії

Використання бортових інформаційно-вимірювальних систем є важливою складовою ефективного проведення випробувань оперативно-

тактичних ракет. Ці системи забезпечують збирання, обробку й передачу даних про технічний стан ракети, параметри польоту та функціонування бортових систем. Отримані телеметричні дані є критично важливими для проведення всебічного аналізу роботи системи управління, виявлення можливих відхилень у роботі бортового обладнання, а також для прийняття обґрунтованих рішень щодо вдосконалення конструкції та програмного забезпечення.

Ефективність роботи інформаційно-вимірювальних систем значною мірою залежить від умов, у яких проводяться випробування. Досвід ведення бойових дій Збройними Силами України продемонстрував, що ці заходи дедалі частіше здійснюються не на спеціалізованих полігонах, а в умовах, максимально наближених до бойового середовища. Такий підхід ускладнює проведення випробувань, проте дозволяє більш ефективно перевірити бойові характеристики зразка озброєння. Серед обмежувальних факторів варто виділити:

– радіус дії наявних наземних засобів прийому телеметрії, що не дозволяє здійснити ефективний контроль за станом бортових процесів ракети вздовж усієї її траєкторії польоту;

– вплив засобів радіоелектронного подавлення, що порушує стійкість каналів зв’язку (перешкоджають передачі телеметричної інформації) та знижують радіус дії інформаційно-вимірювальних систем.

Основним фактором, який ускладнює ситуацію, є те, що більшість інформаційно-вимірювальних систем, які використовуються ЗС України, були створені для проведення випробування на полігонах із контрольованим електромагнітним середовищем. Як правило, вони не мають систем і засобів захисту від інтенсивного радіоелектронного випромінювання, резервування каналів зв’язку або можливості збереження виміряних даних. У бойових умовах це призводить до часткової втрати телеметричної інформації або повної втрати зв’язку з ракетою після виходу за межі зони дії.

Підвищити ефективність інформаційно-вимірювальних систем в умовах інтенсивної дії засобів радіоелектронного подавлення можливо шляхом проведення їх модернізації з впровадженням:

– захищених каналів зв’язку;

– зберігання та резервування даних;

– автономних телеметричних модулів із можливістю зчитування інформації при відновленні зв’язку;

– використання повітряних або космічних ретрансляторів.

Вирішення вищезазначених проблем є критично важливим для

забезпечення об'єктивного контролю технічного стану оперативно-тактичних ракет під час їх випробувань в умовах, максимально наближених до бойових, а також для прийняття коректних рішень щодо подальшого технічного та програмного вдосконалення.

ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРТИЗИ ЩОДО ВИКОНАННЯ МЕТРОЛОГІЧНИХ ВИМОГ ТЕХНІЧНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ ВИРОБІВ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

М.О. Волошина
Державне підприємство
"Конструкторське бюро "Південне" ім. М.К. Янгеля"

Експертизу щодо виконання метрологічних вимог технічної документації (далі – експертиза ТД) виробів озброєння та військової техніки провадять з метою забезпечення вимог якості та ефективності застосування виробів за рахунок своєчасного й обґрунтованого вирішення питань щодо їх метрологічного забезпечення на всіх стадіях життєвого циклу виробів, а також для виявлення напрямів удосконалення та модернізації засобів їх метрологічного забезпечення на стадії "використання".

Основні завдання експертизи ТД наведено в ДСТУ В 3263.

Експертизу ТД у ДП "КБ "Південне" здійснюють відповідальні фахівці-метрологи, які мають багаторічний практичний досвід проведення експертизи за наступними формами організації:

– участь в розроблянні технічної документації;

– погодження в робочому порядку на етапі розробляння технічної документації до її затвердження;

– спеціальне проведення розгляду технічної документації експертною комісією.

Під час проведення експертизи ТД (участь у розробленні документації) фахівці-метрологи розробляють необхідні матеріали (наприклад: розділ "Вимоги до метрологічного забезпечення" у пояснювальну записку технічного проєкта) та подають їх на комплектування до відділу-розробника документа.

Під час проведення експертизи ТД (погодження на етапі розробляння ТД) розробник подає документ на погодження фахівцю-метрологу. Якщо немає зауважень, фахівець-метролог погоджує документ, в іншому

випадку розробник документа вносить зміни до документа, і після цього документ погоджує фахівець-метролог.

Експертизу ТД (спеціальний розгляд) проводять у тих випадках, коли це передбачено вимогами тактико-технічного завдання (технічного завдання) на виконання дослідно-конструкторської роботи або науково-дослідної роботи задля зменшення можливих зауважень під час проведення експертизи ТД експертною комісією за ДСТУ В 3263. Організаційною основою експертизи ТД є наказ (доручення) Генерального директора або розпорядження головного інженера ДП “КБ “Південне”, що встановлює: склад робіт, терміни проведення робіт, склад експертів, звітні документи. Перелік ТД, що піддають експертизі, а також інші необхідні відомості наводять у програмі експертизи ТД (далі – програма). Програму погоджують підрозділи-розробники ТД, представництво замовника та затверджується головним інженером ДП “КБ “Південне”. За результатами експертизи ТД комісія складає експертний висновок. Висновок погоджують відділи-розробники ТД, представник замовника та затверджує головний інженер ДП “КБ “Південне”. Висновок містить рекомендації щодо усування зауважень та погоджені терміни їх усунення (за потреби).

ПРОБЛЕМИ ПОЛІГОННИХ ВИПРОБУВАНЬ АВТОМАТИЗОВАНИХ ЗВУКОМЕТРИЧНИХ КОМПЛЕКСІВ

А.О. Гаврилюк[1], к.т.н.; О.В. Князський[1]; О.М. Мелешко[2]
[1]Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України;
[2]Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії

Бойові дії в сучасній високотехнологічній війні характеризуються великими просторовими розмахами як по фронту так і по глибині, шо потребує значної дальності вогневого ураження. Проте підвищення дальності стрільби без покращення її влучності призведе до багатократного перевищення витрати боєприпасів.

Артилерійська розвідка є одним із видів бойового забезпечення. До засобів та систем артилерійської розвідки відносяться оптичні та електронно-оптичні прилади, автоматизовані звукометричні комплекси (АЗК), радіолокаційні станції (РЛС), безпілотні авіаційні комплекси тощо. Як правило, в сучасних умовах для розвідки вогневих позицій противника використовується тріада засобів. Спочатку в пасивному режимі АЗК

виявляє приблизні координати стріляючої гармати, міномету. Далі для засічки снарядів та обчислення траєкторій їх польотів включається на короткочасне випромінення РЛС. Наприкінці, в район цілі летить БПЛА для її знищення або коригування вогню артилерії.

Звукова розвідка є одним із найбільш ефективних видів розвідки вогневих позицій мінометів та артилерійських гармат, саме вона характеризується безперервністю та непомітністю. Основні завдання звукової розвідки такі:

– розвідка та визначення координат вогневих позицій артилерійських, мінометних батарей (взводів, гармат, мінометів) противника;

– обслуговування артилерії за звуком вибухів власних снарядів (мін).

Крім того, АЗК можуть виконувати завдання в інтересах інших видів та родів військ: розвідка крилатих ракет, БПЛА, авто- бронетехніки тощо. Також на основі звукоприймачів побудовані комплекси антиснайперської боротьби.

На даний час на озброєнні підрозділів звукової розвідки Сил безпеки та оборони України ще знаходяться незначна кількість морально та фізично застарілих автоматизованих звукометричних комплексів АЗК-5 “Тембр”, АЗК-7 “Мезон”, які розроблені за часів радянського союзу.

Тому останніми роками ЗС України було прийнято на постачання декілька десятків аудіометричних комплексів “Barak-2” вітчизняного виробництва, проте потреба в таких засобах становить сотні. Комплекс “Barak-2” виконаний на сучасній радіоелектронній базі та має відкриту архітектуру, використовує декілька видів зв’язку. Звукометричні комплекси закордонного виробництва надходять до України поки що в обмеженій кількості.

До створення АЗК також були залучені інші підприємства оборонно-промислового комплексу України. Основні тактико-технічні вимоги до новітнього АЗК:

– живучість та скритність розташування в бойових порядках військ;

– повна автоматизація процесів отримання даних;

– зменшення кількості обслуговуючого персоналу;

– автономність.

Підприємства-розробники АЗК, комісія з проведення випробувань постійно стикаються з організаційно-технічними проблемами такими як:

– відсутність спеціалізованого полігону, тому планування робіт з випробувань необхідно погоджувати з режимом роботи полігону, що орендується. Ландшафт таких полігонів, погодні умови не завжди

забезпечують вільне проходження акустичних хвиль, а розміри полігонів не дозволяють розгорнути акустичні бази на потрібних відстанях;

– боєприпаси для стрільби виділяються в недостатній кількості, що не дозволяє отримати статистично достовірні результати випробувань. Обмеженість наданої номенклатури озброєнь також не забезпечує формування розпізнавальної бази їх типажу;

– забезпечення сумісності з гаубичною (гарматною) апаратурою автоматизованого наведення, засобами управління та обслуговування стрільби військового рівня типу “Кропива” або старшого начальника. Зазначене потребує спеціального програмного забезпечення, вартість якого може становити декілька мільйонів гривень.

Також в Україні до цього часу відсутній сертифікований імітаційний стенд звукових сигналів.

Вирішення зазначених проблем потребує прийняття певних управлінських рішень та достатнього фінансування.

РОЛЬ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СФЕРІ БЕЗПЕКИ ТА ОБОРОНИ

В.П. Гайдак; Ю.О. Карпенко; С.В. Чеботар; О.Б. Кот
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

У сучасному світі, що характеризується високою динамікою геополітичних трансформацій і технологічним проривом, досягнення й утримання військової переваги вимагає від держав не лише нарощування класичних збройних потужностей, а й глибокої інтеграції новітніх технологій у сектор безпеки та оборони.

Міжнародне безпекове середовище перебуває у стані глибоких і постійних трансформацій, що зумовлені як геополітичними зрушеннями, так і стрімким розвитком технологій. Для України, яка перебуває у стані збройного протистояння з російською федерацією, ключовим завданням є забезпечення національної стійкості та здатності до стримування агресора, що вимагає комплексного підходу. Йдеться про ефективну взаємодію дипломатичного, економічного, інформаційного та військового компоненту сили, а також про активний розвиток системи союзництва й міжнародного партнерства.

Збройна агресія рф проти України підтвердила надзвичайну динаміку сучасного поля бою, яке змінюється як у швидкості прийняття рішень, так

і в різноманітті використовуваних засобів ураження, платформ і систем. Зростає потреба в оперативності, точності та технологічній перевазі. Для збереження ефективності та адаптивності Сил оборони України необхідно поєднувати професійні людські навички з можливостями сучасних технологій, що здатні посилити точність, ситуаційну обізнаність підрозділів, а також зменшити летальність і ризики для особового складу.

Війна XXI століття відбувається в багатовимірному середовищі, де фізичний простір доповнюється інформаційним, кібернетичним і когнітивним доменами. Поле бою змінюється з безпрецедентною швидкістю, що вимагає від командирів і бійців оперативного прийняття рішень, адаптації та маневреності. Традиційні військові концепти вже не забезпечують очікуваного ефекту без відповідного технологічного супроводу.

Новітні технології відіграють вирішальну роль у формуванні стратегічної й тактичної переваги на полі бою. Йдеться, зокрема, про: штучний інтелект (ШІ) – для автоматизованого аналізу розвідувальних даних, виявлення загроз, оптимізації логістики та підтримки прийняття рішень; безпілотні системи (БпЛА/БпМК) – для розвідки, цілевказання, ударів на великі відстані та операцій з високим рівнем автономності; гіперзвукова зброя – як фактор швидкого ураження стратегічно важливих цілей; кіберзброя та засоби РЕБ – для дезорганізації систем управління противника; квантові та нейромережеві технології – з потенціалом революціонізувати комунікацію, криптографію й обчислювальні процеси.

Прискорений розвиток військових технологій, зокрема у сфері штучного інтелекту, автономних систем, гіперзвукових засобів ураження, засобів радіоелектронної боротьби, супутникового моніторингу й кібербезпеки, вимагає від України не лише імпорту іноземних рішень, але й розвитку власного оборонно-промислового комплексу, спроможного створювати й адаптувати інноваційні технології до умов сучасної війни.

Війна продемонструвала, що нові технології, зокрема безпілотні системи, ШІ, засоби автоматизації управління військами, є не просто додатковими інструментами, а критично важливими компонентами бойового успіху. Їхнє масове застосування на театрі бойових дій дозволяє нівелювати чисельну перевагу противника, забезпечити високоточне вогневе ураження, моніторинг в реальному часі, розвідку та координацію в умовах електронного протистояння.

При цьому конфлікт в Україні виявив і нові асиметрії – від нестачі кваліфікованих кадрів для обслуговування високотехнологічного озброєння до необхідності створення нової нормативно-правової бази для застосування ШІ та автономних систем відповідно до міжнародного

гуманітарного права.

Попри те, що більшість новітніх систем ще не забезпечують радикального зсуву балансу сил, саме в Україні відбувається апробація багатьох передових рішень у реальних бойових умовах. Отже, український досвід стає унікальним джерелом знань для союзників по НАТО і партнерів у сфері колективної безпеки.

Штучний інтелект, як рушійна технологія майбутнього, уже сьогодні демонструє потенціал у сферах аналізу бойової інформації, підтримки прийняття рішень, автоматичного виявлення цілей, оптимізації логістики та захисту критичної інфраструктури. Його інтеграція у системи озброєнь і управління дозволяє компенсувати обмеженість людських ресурсів та підвищити адаптивність військових структур до складних і нестабільних умов бойових дій.

З огляду на це, Україна має: прискорити цифрову трансформацію сектору безпеки й оборони**;** підтримувати розвиток національних оборонно-технологічних компаній**;** створювати правове поле для інтеграції ШІ та автономних систем у Збройні Сили**;** посилювати міжнародне співробітництво у сфері передових технологій та стандартів НАТО**;** враховувати етичні, правові й соціальні аспекти застосування інноваційної зброї**.**

У підсумку, перемога у сучасній війні дедалі більше залежить не лише від кількості особового складу чи традиційної техніки, а від здатності країни швидко адаптуватися до змін, впроваджувати інновації, та забезпечувати симбіоз між людиною і технологією на полі бою.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОВИХ СИГНАТУР В ІНФРАЧЕРВОНОМУ ДІАПАЗОНІ ТА НЕОБХІДНІСТЬ ЇХ МАСКУВАННЯ

Є.О. Гузій; П.Л. Аркушенко, к.т.н., ст.досл.;
С.В. Сисоєнко, к.т.н., доц.; О.Є. Кузьміч
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Сучасні збройні конфлікти характеризуються широким застосуванням високотехнологічних засобів розвідки, серед яких дедалі більшого значення набувають системи, що працюють в інфрачервоному (ІЧ) діапазоні. Тепловізори, ІЧ-датчики та головки самонаведення високоточної зброї здатні ефективно виявляти навіть малогабаритні об’єкти завдяки їхньому тепловому випромінюванню.

Будь-яке обладнання, яке функціонує з підвищеним

енергоспоживанням, формує виразний тепловий слід, що істотно відрізняє його від природного фону. Особливої уваги заслуговують антени супутникового зв'язку типу Starlink, які під час роботи нагріваються у зоні фазованої решітки та блоку електроніки. Це призводить до виникнення локальних "гарячих плям", добре помітних у ІЧ-діапазоні, що може бути використано противником як для виявлення позицій, так і для наведення високоточної зброї.

Дослідження теплових сигнатур дозволяє вирішувати низку важливих завдань:

– визначення рівня теплового контрасту між об'єктом та навколишнім середовищем у різних умовах;

– моделювання дистанції та ймовірності виявлення об'єкта ворожими засобами спостереження та наведення;

– оцінка ефективності різних способів і засобів маскування;

– розробка рекомендацій щодо оптимальної тактики застосування систем Starlink у бойових умовах.

У контексті протидії ІЧ-розвідці актуальним є застосування комплексу заходів маскування:

– використання тепломаскувальних матеріалів і чохлів;

– екранування антени від прямої видимості тепловізійних приладів;

– зниження локальних джерел нагріву шляхом вдосконалення системи тепловідведення;

– тактичних прийомів експлуатації (обмеження часу роботи, винесення антени за межі позицій, використання природних укриттів).

Таким чином, своєчасне дослідження та мінімізація теплових сигнатур в ІЧ діапазоні є ключовим фактором забезпечення живучості та прихованості систем зв'язку на сучасному полі бою. Комплексний підхід до маскування дозволяє істотно знизити ризик демаскування і підвищити стійкість підрозділів від виявлення та ураження високоточною зброєю.

ВИМОГИ ДО УМОВ ВИПРОБУВАНЬ НАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМ НАЗЕМНИХ РУХОМИХ ОБ'ЄКТІВ

А.А. Засядько[1], д.т.н., проф.; В.В. Стригун[1];
Р.Д. Барвінок[1]; Ю.А. Хажанець[2], д.філос., доц.
[1]Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки;
[2]Національний університет оборони України

Забезпечення достовірності та відтворюваності результатів

випробувань навігаційних систем наземних рухомих об’єктів вимагає чіткого формулювання вимог до умов проведення експериментів. Це зумовлено як складністю фізичних процесів розповсюдження сигналів глобальних навігаційних супутникових систем (GNSS), так і особливостями динаміки руху об’єктів. Випробувальні методики повинні бути спрямовані не лише на перевірку точності позиціювання в ідеальних умовах, але й на аналіз поведінки систем у складних сценаріях, що моделюють реальні експлуатаційні ситуації.

Колективом науково-дослідного відділу трасових систем та спеціалізованих програмних засобів ДНДІ ВС ОВТ були розроблені методики динамічних випробувань навігаційних систем наземних рухомих об’єктів. Під час випробувань використовуються високоточні вимірювальні системи для отримання еталону, або ж комбінують із імітаційними системами.

Визначальними чинниками при підготовці випробувань є вибір маршрутів, що мають охоплювати широкий спектр середовищ. Зокрема, у міському середовищі спостерігається затінення сигналів та мультипас, у тунельних ділянках – повна відсутність супутникового сигналу, а на відкритих магістралях – стабільне спостереження супутників. Включення в маршрути особливі природні середовища дозволяє перевірити стійкість систем до блокування сигналів і варіативних похибок. Особливу увагу слід приділяти бездоріжжю, де вібрації та пробуксовки впливають на інерційні сенсори й одометри, а також піщаним і крижаним покриттям, що створюють значні перешкоди для фільтрації навігаційних даних.

Методики випробувань повинні враховувати не лише просторові умови, але й динаміку руху об’єкту спостереження. Випробувальні програми передбачають їх різкі розгони, гальмування, маневрування та кругові траєкторії. Це необхідно для оцінки латентності обчислення координат, здатності системи до швидкого відновлення після втрат сигналу та точності при зміні прискорень. Подібні випробування дозволяють оцінити, наскільки адекватно навігаційний алгоритм інтегрує дані від GNSS, інерціальних сенсорів і допоміжних датчиків.

Важливим аспектом є застосування еталонних вимірювальних засобів для побудови “істинної” траєкторії. Використання високоточних багаточастотних GNSS-приймачів з диференційною підтримкою, а також оптичних трекінгових систем забезпечує метрологічну базу для оцінювання похибок. У низці сучасних методик випробувань навігаційних систем передбачається комбіноване використання реальних рухомих випробувань та імітаційних підходів, що дозволяє одночасно досягти відтворюваності й гнучкості сценарного планування.

Сучасний науковий дискурс акцентує увагу на необхідності стандартизації показників якості. Основними метриками залишаються горизонтальна та вертикальна похибки, час до відновлення після відмови сигналу, безперервність, доступність і цілісність сервісу. При цьому наголос робиться не лише на середніх значеннях, але й на статистичних характеристиках розподілу похибок (перцентилі, довірчі інтервали), що дозволяє оцінювати рідкісні, але критично важливі відмови.

Організація даних випробувань потребує уніфікованих форматів обміну, синхронізації часових шкал і повного протоколювання траєкторій та динамічних режимів. Це створює умови для незалежної перевірки результатів і знижує ризик суб'єктивності в оцінюванні. У наукометричному полі чітко простежується тренд до використання комплексних підходів: поєднання польових експериментів, лабораторних імітацій та гібридних сценаріїв.

Типові випробувальні маршрути часто комбінуються кількома з наведених умов. Таке поєднання дозволяє оцінити, як пристрої переходять від нормальних умов до екстремальних і навпаки. Крім маршруту, у випробуваннях також варіюють динаміку руху: здійснюють розгони, різкі гальмування, повороти, рух по колу тощо. Це робиться, аби перевірити, чи встигає приймач оновлювати координати без затримок та чи не виникає збоїв при великих кутових прискореннях або високих перевантаженнях.

Висновки: репрезентативність випробувань досягається лише при включенні різних типів середовищ, які відображають спектр експлуатаційних умов. Випробувальні програми повинні обов'язково містити сценарії з різною динамікою руху, що дозволяє оцінити стійкість алгоритмів обробки даних до прискорень і перевантажень. Використання еталонних вимірювальних засобів та комбінованих підходів забезпечує баланс між достовірністю та відтворюваністю результатів. Стандартизація показників якості та застосування статистичного аналізу розподілу похибок підвищують наукову валідність випробувань.

ВИЗНАЧЕННЯ ПОМІТНОСТІ ІНДИВІДУАЛЬНИХ МАСКУВАЛЬНИХ КОМПЛЕКТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕРМОГРАФІЧНИХ СИСТЕМ

О.Б. Кот; П.Л. Аркушенко, к.т.н., ст.досл.; Є.О. Гузій
Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Ефективність маскування у видимому діапазоні не гарантує

зниження помітності в інфрачервоному спектрі, тому дослідження ІЧ-сигнатур індивідуальних маскувальних комплектів (ІМК) має важливе значення для оцінювання їх придатності у бойових умовах. Для цього доцільно застосувати не лише тепловізійні системи виявлення, а й високоточні термографічні вимірювання температурних полів поверхонь.

Для дослідження температурних полів поверхонь індивідуальних маскувальних комплектів застосовано сучасну термографічну систему. Її висока просторово-часова роздільна здатність та чутливість (NETD ≤ 50 мК), похибка 1 % забезпечили можливість реєстрації навіть мінімальних теплових аномалій, що формують інфрачервону сигнатуру ІМК. Такий підхід дав змогу не лише візуалізувати, а й кількісно оцінити ефективність маскувальних матеріалів у різних умовах.

Досліджування виконувалися у різних умовах фону (рослинність, грунт, техногенні поверхні) та за різної інтенсивності сонячної інсоляції. Отримані термограми доли змогу побудувати карти розподілу температури поверхонь ІМК і виявити локальні ділянки підвищеної теплової помітності, зумовлені неоднорідністю матеріалу, вентиляційними отворами та швами. Встановлено, що навіть за мінімального контрасту (<1 ºС) система забезпечує надійну реєстрацію теплових аномалій, які можуть суттєво впливати на загальну ІЧ-помітність об’єкта.

Таким чином, застосування сучасної термографічної системи дозволяє кількісно оцінювати ефективність індивідуальних маскувальних комплектів, порівнювати різні зразки та формувати науково обґрунтовані вимоги до їх розроблення й використання у реальних умовах.

ОСОБЛИВОСТІ ДИНАМІЧНОГО ТЕСТУВАННЯ ГЛОБАЛЬНИХ НАВІГАЦІЙНИХ СУПУТНИКОВИХ СИСТЕМ НАЗЕМНИХ (МОРСЬКИХ) РУХОМИХ ОБ’ЄКТІВ

В.О. Кузнецов[1]; А.А. Засядько[1], д.т.н., проф.;
О.В. Юла[1]; В.В. Бондар[2], д.філос.
[1]Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки;
[2]Національний університет оборони України

Динамічні випробування глобальних навігаційних супутникових систем (GNSS) є центральним інструментом оцінки надійності, точності та стійкості при навігації рухомих об’єктів у реальних експлуатаційних

умовах. Вони дозволяють виявити обмеження стандартних приймачів і визначити переваги інтегрованих конфігурацій GNSS з інерціальними навігаційними системами (INS), що особливо важливо для роботизованих наземних платформ (UGV) і маломірних суден, де автономність та безпека залежать від стійкого позиціювання.

Методологічна основа динамічних тестів включає кілька рівнів. Базовим рівнем є проведення польових випробувань на полігонах або в реальному середовищі (місто, шосе, акваторія). Це дозволяє зафіксувати фактичні похибки, зумовлені мультипасом, відсутність прямої видимості, метеоумовами чи локальними завадами. Для створення "істинної" траєкторії застосовують високоточні еталонні засоби: геодезичні приймачі, оптичні системи трекінгу, а також INS на основі волоконно-оптичного гіроскопу або високоточних мікроелектромеханічних систем. Таке дублювання усуває методологічну невизначеність та забезпечує метрологічний контроль результатів.

Одним із сучасних підходів, що набув поширення, є використання технології Record-And-Replay, коли реальний сигнал GNSS записується під час руху, а потім відтворюється в лабораторії для різних моделей приймачів або різних налаштувань алгоритмів. Це дозволяє серійно відтворювати ідентичні умови, усуваючи варіативність результатів, і тим самим забезпечує валідність порівнянь. Така практика гармонізує польові та лабораторні експерименти й відповідає загальній тенденції стандартизації відтворюваних сценаріїв.

Важливою складовою тестування є багатосенсорний паралельний інструментарій: на одну платформу одночасно встановлюють декілька приймачів різних класів – від високоточних GNSS/INS-комплексів до масових чипсетів. Це дозволяє оцінити різницю в точності, латентності та стабільності в однакових умовах руху, а також визначити компроміс між вартістю та якістю навігаційних рішень. В окремих методиках для незалежного підтвердження застосовуються безпілотні літальні апарати, які знімають траєкторію зверху й формують аерофотограмметричний референс.

Ключовими показниками при динамічному тестуванні залишаються: горизонтальна та вертикальна похибка, швидкісні похибки, час відновлення після втрати сигналу, стійкість до мультипасу, а також рівні захисту, що характеризують цілісність навігаційного рішення. Особлива увага приділяється аналізу "хвостів" розподілу похибок, оскільки саме рідкісні відмови визначають рівень ризику для критично важливих застосувань. Додатково враховується стабільність при високих

прискореннях і маневрах, що особливо важливо для автономних транспортних систем.

Майбутнє динамічних тестів пов’язане з комплексними PNT-рішеннями (Positioning, Navigation, Timing), де поєднання GNSS, INS і RAIM/CAIM утворює автономний контур контролю цілісності для наземних і морських платформ. Навігаційне рішення на основі тільки GNSS-систем, дедалі більше поступаються комплексним PNT-системам бортових датчиків (лаг, компас, AIS), а також алгоритмам RAIM/CAIM (Receiver Autonomous Integrity Monitoring/Craft Autonomous Integrity Monitoring), які створюють багаторівневий контроль. Саме динамічні тести дозволяють оцінити, наскільки швидко такі системи відновлюються після втрат сигналу й наскільки надійно виявляють і виключають аномальні дані.

Динамічні тести є ключовим інструментом для виявлення похибок та обмежень GNSS у реальних умовах, що неможливо забезпечити суто імітаційними методами. Еталонна траєкторія повинна формуватися з використанням комбінованих навігаційних систем, що гарантує метрологічну валідність. Технологія Record-And-Replay забезпечує відтворюваність і уніфікованість умов для різних моделей приймачів. Паралельне тестування різних сенсорів на одній платформі дозволяє об’єктивно оцінити компроміси між високоточними й масовими рішеннями.

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ МОБІЛЬНОГО РОБОТИЗОВАНОГО НОСІЯ DOK-ING MV-10 З НАВІСНИМ ОБЛАДНАННЯМ МФА-2,5

В.О. Кузнецов; Ю.В. Дирман; В.В. Ільчишин
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння і військової техніки

Актуальність роботи, виходить з того, що внаслідок повномасштабного вторгнення Російської Федерації в Україну майже 30 % її території забруднена або потенційно може бути забруднена мінами та вибухонебезпечними предметами (ВНП), що становить значну загрозу для життя та здоров’я мирного населення та військовослужбовців Сил оборони, інших військових формувань, які здійснюють виконання бойових завдань у зонах бойових дій, на деокупованих територіях, територіях, які підлягались/підлягають ракетним ударам, бомбардуванню

та обстрілам. На даний час пошук, виявлення та знешкодження ВНП здійснюють 180 піротехнічних розрахунків Державної служби з надзвичайних ситуацій України (ДСНСУ), а також значна кількість груп розмінувань інших військових формувань. Ситуація ускладняється постійними обстрілами низки населених пунктів і областей нашої держави.

Для збереження життя та здоров'я особового складу, який здійснює заходи гуманітарного розмінування, організації планомірної роботи на об'єктах та територіях, на яких виявляються ВНП, тому питання експериментальних досліджень мобільних роботизованих носіїв з навісним обладнанням для проведення гуманітарного розмінування, впровадження обов'язкової сертифікації продукції та її апробації стає на часі.

Тобто завдання щодо експериментальних досліджень мобільних роботизованих комплексів закордонного виробництва з подальшою обов'язковою сертифікацією є актуальним. Одним із таких зразків є мобільний роботизований носій DOK-ING MV-10 з навісним обкладенням МФА-2,5 в наступному складі:

зразок МРН DOK-ING MV-10 відноситься до самохідних, роботизованих, мобільних машин з дистанційним керуванням та обладнаний фронтальною навісною системою з можливістю забезпечення гідро-об'ємного приводу активних робочих органів навісного обладнання;

навісне обладнання МФА-2,5 за допомогою валу високошвидкісного обертання, оснащеного ланцюгами з молотками, які занурюються в земляний ґрунт, пісок, гравій, забезпечує детонування, виведення з ладу або руйнування протипіхотних вибухових пристроїв.

Призначення носія:

– призначений для агрегатування з змінним навісним обладнанням;

– призначений для механічного розмінування протипіхотних мін, підходить для міських територій, лісів, чагарників, полів, лісових доріг та берегів річок.

Носій відноситься до самохідних, роботизованих, мобільних машин з дистанційним керуванням та обладнаний фронтальною навісною системою з можливістю забезпечення гідро-об'ємного приводу активних робочих органів навісного обладнання.

Отже, за результатами проведеного дослідження відповідності мобільного роботизованого носія DOK-ING MV-10 з навісним обкладенням МФА – 2,5 вимогам Порядку (Постанова КМУ від

08.03.2024 № 271), використано/застосовано просте правило прийняття рішення з урахуванням рівня ризику відповідно до вимог ДСТУ ISO/IEC Guide 98-4.

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ ПРИ ВИПРОБУВАННЯХ НАЗЕМНИХ ТА МОРСЬКИХ РУХОМИХ ОБ’ЄКТІВ

В.В. Литовченко[1]; О.В. Білоус[2]; В.В. Братко[1]
[1]Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки;
[2]Національний університет оборони України

Організація випробувань навігаційних систем наземних і морських рухомих об’єктів вимагає комплексного підходу до добору обладнання, що забезпечує достовірність вимірювань, коректне еталонування та можливість незалежної верифікації результатів. Актуальним рішенням підвищення точності і достовірності отриманих результатів є поєднання різнорідних джерел навігаційної інформації в єдину систему контролю, здатну гарантувати цілісність, безперервність і точність позиціювання навіть у складних умовах середовища проведення практичної частини випробувань.

Базовим елементом при випробуваннях виступають GNSS-приймачі, які залежно від класу поділяються на одноконстеляційні та мультисистемні. Якщо перші забезпечують лише базовий рівень точності, то другі (багатоконстеляційні й багаточастотні) пристрої істотно знижують ризики втрати сигналу, покращують геометрію супутникового сузір’я та підвищують доступність сервісу. Додатковий рівень надійності створюють системи підвищення точності – SBAS (EGNOS, WAAS), що забезпечують метрикову точність і вбудований моніторинг цілісності, а також RTK-режими, які дозволяють досягати сантиметрового рівня позиціювання при наявності базових станцій.

Поєднання GNSS з інерціальними навігаційними системами (INS) створює стійке рішення в умовах тимчасової відсутності супутникового сигналу. INS забезпечує безперервний розрахунок параметрів руху (курс, кутові швидкості, прискорення), компенсуючи провали GNSS і виконуючи функцію еталону на коротких інтервалах. Це особливо важливо при високодинамічних випробуваннях, де оцінюється латентність і

стабільність алгоритмів. Таке поєднання є центральною складовою сучасних PNT-комплексів (Positioning, Navigation, Timing), які дедалі частіше застосовуються як еталонні рішення під час випробувань.

Важливою є роль автономного та комплексного контролю цілісності. Засіб RAIM-моніторингу (Receiver Autonomous Integrity Monitoring) реалізує локальний моніторинг достовірності даних приймача, а CAIM-моніторинг (Craft Autonomous Integrity Monitoring) забезпечує перехресну перевірку з використанням різних сенсорів – лага, компаса, ехолота та візуальних систем. Концепція CAIM відповідає новітнім рекомендаціям міжнародної морської організації IMO та підтримує розвиток автономних платформ, де єдиний PNT-процесор формує узгоджене рішення на основі гетерогенних даних.

Додатково у випробувальних комплексах використовуються логери даних, які синхронізують і зберігають інформаційні потоки від усіх сенсорів. Забезпечення спільної часової шкали (GNSS-час або NTP) є критичним для коректності подальшої обробки та незалежної перевірки. У складних випадках випробування супроводжуються GNSS-імітувальними пристроями, аналізаторами завад і детекторами спуфінгу, що дозволяє моделювати екстремальні сценарії без ризику для рухомої платформи.

З огляду на узагальнення в наукометричному полі, відзначимо кілька домінантних трендів: перехід від моносистемних до багатоконстеляційних і багаточастотних рішень; зростання ролі INS як еталонного інерційного джерела; широке впровадження CAIM у комплексі з RAIM як основи гарантії безпеки моніторингу; формування інтегрованих PNT-процесорів, як ядра навігаційних систем; посилення уваги до відтворюваності й стандартизації форматів даних.

Отже, використання різнорідного навігаційного обладнання є обов'язковою умовою для репрезентативності та достовірності випробувань наземних і морських платформ. Багатоконстеляційні приймачі у поєднанні з INS створюють стійку основу для випробувальних комплексів, забезпечуючи як точність, так і безперервність проведення випробувань. RAIM і CAIM слід розглядати не як допоміжні функції, а як фундаментальні механізми контролю цілісності навігаційного рішення. Логування, синхронізація часових міток застосування PNT-процесорів є визначальними для забезпечення відтворюваності результатів. Використання GNSS-імітувачів і завадових тестів у контрольованих умовах доповнює польові випробування й дозволяє виявити вразливості систем до сучасних загроз, таких як джамінг та спуфінг.

ДОСВІД ЗАСТОСУВАННЯ МОБІЛЬНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ РОЗМІНУВАННЯ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЙ УКРАЇНИ ВІД ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ПРЕДМЕТІВ

В.А. Ляшенко, к.т.н., ст.досл.; В.О. Кузнецов; В.В. Ільчишин
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

На початку 2000-х років мобільні роботизовані комплекси (МРК) стали успішною і затребуваною продукцією, виконуючи по суті лише одну групу завдань – пошук і знешкодження мін та вибухонебезпечних предметів (ВНП). Вивчення наявних матеріалів, щодо їх застосування показують, що це були легкі (категорія 4 – 20 кг) та середні (від 20 до 1000 кг) наземні МРК, що мали фіксований і часто обмежений набір обладнання (одна з перших версій PackBot, яка застосовувалась в Афганістані в 2002 році, була облаштована лише камерою спостереження та маніпулятором). На той час, для успішного виконання своїх функцій, такі МРК не мали часткової або повної автономності, високої надійності та прохідності, а також мали досить обмежений радіус дистанційного керування. Разом з тим, ефект від їх роботи – недопущення смерті або поранення людей, а також пошкодження майна був очевидним. Подальший розвиток та застосування наземних МРК в районах ведення бойових дій, як показує досвід, суттєво зменшує, а в багатьох випадках виключає пряму небезпеку підриву особового складу задіяних груп розмінування під час знешкодження інженерних боєприпасів та ВНП.

Окремою категорією виступають важкі (1-15 тон) та надважкі (більше 15 тон) МРК для розмінування, котрі застосовувались для боротьби з протитанковими (ПТМ) і протипіхотними мінами (ППМ) в Боснії, ще в 1996 році. Ці перші зразки броньованих МРК – M60 Panther і Abrams Panther, на шасі танків M60A3 і M1 Abrams, відповідно, були масивними, дорогими, складними в експлуатації та суттєво мало чисельнішими по відношенню до менших за розмірами більш легких класів.

За останні 10 років у галузі військової робототехніки відбулися кардинальні зміни, пов’язані, перш за все, з масовим виробництвом та випробуванням в реальних умовах МРК. Забезпечення всебічної інтеграції і підвищення рівня взаємодії військ за рахунок реалізації нових принципів управління і ведення бойових дій із застосуванням бойових роботів і

багатофункціональних наземних МРК військового призначення стає невід'ємною умовою реформування збройних сил країн НАТО.

Створення та оснащення підрозділів Сухопутних військ ЗС України зразками МРК бойового забезпечення (розмінування), є одним основних напрямів розвитку ОВТ на довгостроковий період і базується на загальносвітових тенденціях розвитку високоефективних, багатофункціональних зразків бойової і спеціальної техніки наземного базування.

Отже, враховуючі все вище зазначене, у практиці розвідки місцевості на наявність ВНП, пророоблення проходів в мінних полях, суцільного розмінування значно загострюється потреба підвищення якості, оперативності та безпеки процесів: пошуку, виявлення, знищення або знешкодження ВНП. Особливо гостро таке питання постає по відношенню до розробки перспективних засобів розвідки мінно-вибухових загороджень, зокрема, засобів пошуку та виявлення ВНП, створення дистанційно-керованих комплексів розмінування та функціонування системи дистанційно-керованого розмінування.

МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД ВИПРОБУВАНЬ ЗАСОБІВ МЕХАНІЗОВАННОГО ГУМАНІТАРНОГО РОЗМІНУВАННЯ

В.А. Ляшенко, к.т.н., ст.досл.; В.О. Кузнецов; В.В. Ільчишин
Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

З початком повномасштабної агресії рф проти України постала гостра проблема забруднення території вибухонебезпечними предметами (ВНП). Враховуючи масштаби бойових дій, з кожним місяцем ситуація тільки погіршується. Тому створення та розвиток ефективної системи протимінної діяльності (ПМД) з урахуванням потреб безпечного зачищення території України від ВНП є пріоритетною задачею на національному рівні.

На даний час національна спроможність до гуманітарного розмінування в Україні набула розвитку: сапери отримали значну практику та досвід; оператори гуманітарного розмінування стали більш технічно оснащеними. Зросла увага та підтримка розвитку українського потенціалу країнами-партнерами.

В рамках міжнародної допомоги Україна отримує сучасні машини розмінування; українські підприємці модернізують техніку під потреби

розмінування. Для забезпечення незалежного оцінювання придатності, безпечності та ефективності машин розмінування, які застосовуються під час проведення обстеження та розмінування забрудненої території, потрібно проводити їх випробування та оцінювання відповідності. Це дасть змогу оцінити можливості і потенціал нових технологій та підтвердити продуктивність і експлуатаційні характеристики придатних до використання машин.

Гуманітарне розмінування забруднених ВНП територій потребує значних витрат ресурсів і коштів. Гостро стоїть питання пошуку ефективних методів та засобів розмінування, особливо дистанційно-керованих, які повинні забезпечувати, в першу чергу, безпеку особового складу групи розмінування, по-друге – забезпечувати високу ефективність розмінування.

Аналіз фахової літератури показав, що проблемним питанням розмінування у глобальному контексті та узагальненню світового досвіду розмінування присвячено ряд досліджень, зокрема. Аналіз методів виявлення та розпізнавання ВНП, їх порівняльний аналіз наведено. Аналіз основних факторів, які впливають на ефективність пошуку та виявлення ВНП проведено в роботі. У деяких роботах розглянута оцінка рівня технологічної досконалості вітчизняних перспективних розробок засобів розмінування (для наявної та перспективної номенклатури озброєння та військової техніки (ОВТ) з метою порівняння показників їх якості та вибору оптимального варіанту зразка ОВТ. На основі даних комплексних методик можуть бути розроблені методики порівняльної оцінки механічного обладнання й для потреб гуманітарного розмінування.

Стосовно зразків ОВТ, задіяних в подоланні мінно-вибухових загороджень та розмінуванні, ситуація із нормативним забезпеченням краща, ніж в гуманітарному розмінуванні. Вимоги до засобів подолання мінно-вибухових загороджень та броньованих машин розмінування регламентуються військовим стандартом та оперативно-тактичними вимогами, а методи випробувань зразків броньованої техніки – військовим стандартом ,який гармонізований з міжнародним стандартом STANAG 4569.

Отже, метою дослідження є вивчення міжнародного та регіонального досвіду гуманітарного розмінування в контексті нормативно-методичного забезпечення щодо визначення вимог до механічного обладнання та методів їх підтвердження, а також можливості їх адаптації в національну систему протимінної діяльності.

НАПРЯМКИ ТА МОЖЛИВОСТІ ГРУПОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ МОБІЛЬНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ ГУМАНІТАРНОГО РОЗМІНУВАННЯ

В.А. Ляшенко, к.т.н., ст.досл.; А.А. Мішок, Ю.В. Дирман
Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

На сьогодні, стає все більш очевидним, що одиночний мобільний роботизований комплекс (МРК) здатний вирішувати досить вузький перелік завдань гуманітарного розмінування, водночас як рішення складних, комплексних завдань можливо тільки в результаті групового застосування МРК, що володіють різними функціональними можливостями. Дослідження в зазначених напрямках в даний час активно проводяться в багатьох провідних країнах світу.

Як приклад, у недавньому інтерв'ю виданню Defense News, генерал-лейтенант Люк Петерсон, виконавчий директор програми армії США з питань бойової підтримки та підтримки бойової служби повідомив, що у рамках спільних навчань з оцінки бойових дій досліджувались дистанційно керовані дії групи штурмових машин ABV M1, у складі підрозділу морської піхоти, що долали перешкоди на вершині пустельного плато, керування якими здійснювалося з однієї командної машини.

Перші штурмові машини використовували заряди розмінування, створюючи умови та безпечний прохід в мінно-вибухових загородженнях іншим, для забезпечення подолання протитанкових ровів бойовою технікою. Такі дії на полі бою, мали за мету, забезпечити шляхи для пересування десанту на місцевості зайнятій ворогом.

Переваги групового застосування МРК під час виконання завдань гуманітарного розмінування очевидні. Це і більший радіус дії, що досягається за рахунок розосередження роботів по всій робочій зоні, і розширений набір виконуваних функцій за рахунок установки на кожен робот індивідуальних виконавчих пристроїв, нарешті, більш висока ймовірність виконання завдання та можливості перерозподілу цілей між МРК групи в разі виходу з ладу деяких з них.

Разом з тим, створення таких мобільних робототехнічних угруповань вимагає вирішення цілої низки фундаментальних проблем, пов'язаних з організацією "розподіленого інтелекту" і колективної взаємодії роботів в

групі, створення засобів інформаційного обміну та формування розподілених баз даних і знань, розробки методів і алгоритмів прийняття групового рішення і адаптивного управління динамічно змінюється в умовах природного середовища і т.п.]

Основні дослідження в галузі управління групами роботів, що ведуться в багатьох індустріально розвинених країнах світу, перш за все проводяться в інтересах оборони. Найбільш інтенсивний характер цих робіт з огляду на напрямку військової робототехніки спостерігається в США по лінії Управління перспективних досліджень Міністерства оборони США DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency). Тут слід виділити програму “Розподілені робототехнічні системи”, яка фінансувалася цим агентством і виконувалася низкою провідних університетів і науково-дослідних організацій США.

Таким чином, питання застосування методу групового застосування мобільних роботизованих комплексів під час виконання завдань гуманітарного розмінування на забруднених територіях ВНП в Україні потребує фундаментального дослідження з подальшим його впровадженням в систему гуманітарного розмінування держави.

ВНУТРІШНЯ БУДОВА І РЕЗУЛЬТАТИ ВИПРОБУВАНЬ РОЗРЯДНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ХІМІЧНОГО ДЖЕРЕЛА СТРУМУ ВИСОКОТОЧНОГО БОЄПРИПАСУ МАМ ДЛЯ БПЛА BAYRAKTAR TB2

М.С. Мошковський[1], к.х.н., с.н.с.; А.О. Гаврилюк[1];
О.В. Князський[1], к.т.н.; М.В. Бик[2], к.х.н.
[1]Центральний науково-дослідний інститут
озброєння та військової техніки Збройних Сил України;
[2]Національний технічний університет України “Київський
політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського”

Здійснено аналіз фактичного улаштування і конструктивних особливостей хімічних теплових джерел струму, що застосовуються для живлення складових частин високо - точних боєприпасів МАМ-L та МАМ -С для БПЛА BAYRAKTAR TB2 турецького виробництва .

МАМ-L (Smart Micro Munition) є спеціальним легким керованим “розумним” боєприпасом, що розроблений для ударних дронів (зокрема BAYRAKTAR TB2) від турецької компанії Roketsan. В сою чергу МАМ-С є новим легким боєприпасам, що являє собою 70-мм кориговану ракету з

лазерною напівактивною системою наведення. Високоточні МАМ-L та МАМ-С є основним озброєнням оперативно-тактичних середньовисотних БПЛА BAYRAKTAR TB2 (можуть нести на підвісці до чотирьох таких боєприпасів).

Для більшості сучасних керованих засобів від артилерійських до ракетних систем різного класу потрібні автономні резервні джерела електроенергії для живлення бортових електронних засобів наведення, неконтактних підривників, рульових машин та інших споживачів, які забезпечують їх технічні та тактичні характеристики. До таких джерел струму пред'являються досить жорсткі вимоги.

Вони повинні витримувати значні механічні дії: ударні, вібраційні, теплові та лінійні навантаження; зберігатися та працювати у різних кліматичних умовах з температурами від мінус 60 °С до плюс 60 °С; зберігатися протягом тривалого часу (понад 20 років). Важливою технічною вимогою до джерел струму є їх мініатюризація, обмеження по масово-габаритним характеристикам.

Метою цих досліджень є крім визначення типажу, електрохімічних систем, фактичної побудови, конструктивних особливостей, використаних матеріалів також реальні розрядні вольт-амперні характеристики справної, що не запускалася і залишилася неушкодженою, теплової батареї VT-2011 виробництва компанії VITZROCELL (Південна Корея).

Досліджений зразок представляє собою батарею у герметичному циліндричному металевому корпусі. На верхній кришці корпусу присутні маркування "+" і "-" із жгутом виводів, а також два контакти із позначеннями "S". Діаметр герметичного металевого циліндра, мм – 63,5; висота – 71,0 ; вага, кг – 0,616. На боковій поверхні нанесено позначення, які підтверджують, що це теплова батарея з написом Battery Thermal, VT-2011 виробництва компанії VITZROCELL (Південна Корея).

Від контактів з позначками"S" відходять одинарні голубий і білий дроти діаметром по 0,5 мм^2 з'єднані в жовту термоусадку з написом "запалювальний роз'єм". Від контакту "-" відходить витий жгут з 4 проводів чорного кольору діаметром по 0,5 мм^2, а від "+" аналогічний жгут червоного кольору з'єднані разом термоусадкою з написом "проводка роз'єм". Заміряний опір між виводами запальника 1,2 Ом, це свідчить про його цілісність і можливість проведення контрольованого розряду для встановлення технічних характеристик батареї.

Для розряджання створено систему контрольованого розряду. В якості навантаження використано електронний баласт ЕТ-5410 з

можливістю задання розрядного струму, і контролем струму, напруги і потужності розряду. Додатково для вимірювання зовнішньої температури на корпусі джерела струму використано мультиметр UT-890 C із термопарою прикріпленою до корпусу.

Для запуску процесу розряду теплової батареї використано короткочасне підключення контактів запальника до свинцевого акумулятора (12 В, 7 А*год). Для реєстрації зміни параметрів досліджуваного джерела струму використано відео фіксацію процесу розряджання із наступним оцифруванням отриманих даних.

Розрядні криві показують початкову напругу 30-28 В батареї VT-2011 при навантаженні 1,5 А стабільну протягом приблизно 600 с. Далі іде закономірне зниження пов’язане із спрацюванням електродних мас і остиганням електроліту.

Отримані дані вказують на швидке початкове зростання температури починаючи з перших 10 с розряду із подальшим утриманням температури близько 170 °С на поверхні батареї впродовж 300 с. Подальше падіння температури пов’язане із застиганням електроліту. Час роботи батареї при навантаженні 1,5 А, за номінальної напруги 28 В складає близько 600 с.

На цій батареї вперше було зафіксовано наявність спеціального термоіндикатору, який змінює колір з білого на чорний після спрацювання батареї (нанесена позначка 220^0 F або 104,4 град С).

Після розряджання батареї, для вивчення внутрішньої будови та встановлення електрохімічної системи джерела живлення здійснено розрізання її корпуса і вивчення внутрішніх складових.

Батарея складається із типових дискових елементів з нанесеними електродними масами. Для встановлення хімічного складу окремі фрагменти батареї було проаналізовано з допомогою рентгенофлуорисцентного аналізу.

Внутрішня теплоізоляція виконана із азбесту і слюди. Тканина теплоізоляція представляє собою суміш силікатів кальцію і магнію – типовий склад склотканини Склотканина намотана поверх дискових елементів батареї і забезпечує як теплоізоляцію так і механічне утримання окремих елементів батареї всередині корпусу.

За результатом аналізу біла електродна маса відповідає одному із типових електродів теплових джерел струму – силіцид літію, а чорна – сульфід заліза просочений електролітом.

За отриманими результатами дослідження можливо надати наступні висновки:

1. Батарея VT-2011представляє собою теплове джерело струму електрохімічної системи **(-) Li(Si)/ LiCl-KCl /FeS_2 (+)**, де евтектичний розплав **LiCl-KCl** є електролітом, а **Fe/$KClO_4$** – запалювальною сумішшю.

2. Виходячи із аналізу одержаних даних і відкритих джерел інформації про характеристики хімічних джерел струму аналогічної системи можливо визначити наступні параметри досліджуваного зразка:

– електрична напруга елемента – 28-32 В;

– струм (середній) – 12 А / 20 А (піковий);

– час активації (не більше) – 0,7 с;

– термін роботи більше 100 с;

– робоча температура – 350-550 °С;

– температурний діапазон використання – від - 40 до +75 °С;

– термін придатності – більше 15 років.

3. Враховуючи високу якість теплових батарей VT-2011 виробництва компанії VITZROCELL (Південна Корея) та широкий асортимент подібних батарей вважається доцільним їх придбання вітчизняними виробниками керованих боєприпасів.

4. Концептуальні підходи до побудови та функціонування подібних батарей мають бути використані підприємствами вітчизняного ОПК при створенні і налагодженні виробництва сучасного ракетно-артилерійського озброєння.

НАУКОВІ ПРОТИРІЧЧЯ ТА ШЛЯХИ ОПТИМІЗАЦІЇ ЛАБОРАТОРНИХ ВИПРОБУВАНЬ РОБОТИЗОВАНИХ ПРИСТРОЇВ ТА БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

С.В. Орлов, к.т.н., с.н.с.; О.В. Червотока; М.О. Геращенко
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Сучасний етап розвитку озброєння та військової техніки (ОВТ) характеризується появою принципово нових класів озброєння, зокрема роботизованих пристроїв та безпілотних літальних апаратів, навантаження на які суттєво відрізняються від тих, що діють на пілотовані зразки. Ця трансформація створює низку критичних наукових та практичних проблем, адже чинні стандарти та методики лабораторних випробувань часто не відповідають специфіці функціонування таких систем. Зокрема, виникає гостра необхідність у достовірному

моделюванні роботи високоточних сучасних засобів, що займає багато часу. Проте, значна обмеженість часу на підготовку до випробувань не дозволяє досліднику в повній мірі вивчити об’єкт та адекватно відтворити всі експлуатаційні фактори. Це проявляється, наприклад, у складності точного моделювання навантажень, що діють на виріб. Хоча використання сучасних стандартів проведення випробувань налічує багато методів відтворення в лабораторних умовах різних видів навантажень, їх застосування можливе лише за наявності повного обсягу вихідних даних та відповідного обладнання. При цьому, трудомісткість розрахунку цих вихідних даних є експоненційно високою, що практично унеможливлює оперативне отримання необхідних розрахункових показників. Як наслідок, це суттєво ускладнює точний розрахунок загального часу, необхідного на проведення випробувань, який повинен інтегрувати етапи аналізу, безпосереднього проведення робіт та підготовки звітів. Перелічені фактори зумовлюють основні протиріччя підготовки до лабораторних випробувань роботизованих пристроїв та безпілотних літальних апаратів.

В доповіді пропонується вирішення зазначених проблем шляхом віртуалізації лабораторних досліджень та системної інтеграції сучасних інформаційних технологій. Пропонується перенесення процесу підготовки до випробувань у сферу комп’ютерних досліджень із залученням методів використання штучного інтелекту. Зазначене дозволить оперативно створювати програми випробувань, моделювати різні сценарії навантажень, а також оптимізувати параметри та прогнозувати навантаження на виріб на всіх етапах життєвого циклу. Використання розширених можливостей сучасних комп’ютерних технологій надає змогу моделювати будь-який вид навантаження, а застосування ітеративних підходів та числових методів зменшить трудомісткість розрахунку необхідних вихідних даних. Загальною ідею доповіді є створення віртуальної лабораторії, де відбувається штучна підготовка до випробувань, складання програм, моделювання процесу проведення випробувань та розрахунок часу з інтеграцією в єдиний цифровий цикл.

Такий підхід дозволить не тільки подолати існуючі наукові протиріччя, а й значно підвищити ефективність, достовірність та економічність лабораторних випробувань сучасних технічних систем, що є ключовим для забезпечення національної безпеки та розвитку оборонно-промислового комплексу.

АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ ВИСОКОТОЧНОГО НАВІГАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ У СУЧАСНИХ БОЙОВИХ УМОВАХ

О.І. Потапов; С.В. Ратушний; А.Ю. Садаєв;
С.В. Сисоєнко, к.т.н., доц.
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

У сучасних умовах ведення бойових дій, зокрема під час повномасштабних збройних конфліктів, зростає потреба у високоточному, оперативному та адаптивному застосуванні авіаційних засобів ураження (АЗУ). Особливо це актуально для країн, що ведуть оборонні дії проти технологічно розвиненого супротивника, який застосовує засоби радіоелектронної боротьби (РЕБ), дезінформації, швидко змінює позиції та активно маневрує на полі бою.

Традиційні засоби наведення, зокрема візуальні, лазерні або інфрачервоні, виявляються обмеженими або взагалі неефективними в умовах поганої видимості, нічного часу, завад або за наявності маскування цілей. У таких умовах виникає критична потреба у навігаційних рішеннях, що забезпечують:

– незалежність від зовнішніх умов (погоди, освітлення);

– високу точність ураження навіть за відсутності прямої видимості цілі;

– надійний зворотній зв’язок про координати траєкторії та точку ураження;

– інтеграцію в єдину бойову інформаційну систему.

Впровадження GPS-приймачів вирішує проблеми:

Висока ймовірність промахів та неефективного ураження цілей завдяки GPS-наведенню знижується CEP (кругове імовірне відхилення) до кількох метрів або навіть менше при інтеграції з інерційною навігацією.

Відсутність достовірної інформації про фактичні координати польоту та попадання. GPS дозволяє здійснювати повноцінне логування траєкторій, параметрів польоту та відхилень у реальному часі.

Недостатня об’єктивність результатів під час випробувань. GPS-приймач забезпечує телеметрію з високою роздільною здатністю, що значно покращує верифікацію даних про польоти і бойове застосування.

Обмежена інтегрованість АЗУ у сучасні бойові системи управління. GPS дозволяє синхронізувати авіаційні засоби з системами наведення та

координації у режимі мережево-центричних операцій.

Уразливість до перешкод і РЕБ. Хоч GPS сам по собі може бути завадженим, однак використання сучасних GPS-приймачів із функціями анти-джамінгу (наприклад, CRPA-антен) дозволяє значно підвищити стійкість навігації в умовах активного радіоелектронного впливу.

Найефективнішим сучасним рішенням є поєднання GPS-приймача з інерціальною навігаційною системою (INS). Такий підхід дозволяє:

– працювати у завадженому середовищі (GPS підтримує INS, коли сигнал втрачається);

– забезпечити стабільну навігацію при високих динамічних навантаженнях;

– досягти вищої точності завдяки комбінованій фільтрації (Kalman filter).

Це дає змогу розробляти нові типи “розумних” боєприпасів, керованих авіаційних ракет, модифікованих некерованих засобів з системами наведення JDAM-подібного типу тощо.

Разом з тим, це дозволить:

1. Підвищення точності навігації

GPS-приймач забезпечує високоточне визначення координат у реальному часі, що є критично важливим для наведення АЗУ на ціль із мінімальним відхиленням. Це дозволяє знизити ризики промахів та підвищити ефективність бойових дій.

2. Об’єктивність під час випробувань

Під час польових випробувань GPS-приймач дозволяє отримувати точні дані про траєкторії, швидкість, висоту та точку ураження. Це сприяє об’єктивному аналізу характеристик бойових засобів та їх вдосконаленню.

3. Підвищення ефективності бойового застосування

GPS-наведення забезпечує автоматизоване коригування траєкторії у випадку зміни положення цілі або в умовах складної метеообстановки. Це робить наведення більш надійним і точним, навіть при відсутності візуального контакту.

4. Підтримка мережево-центричних операцій

Завдяки GPS-приймачам, авіаційні платформи можуть бути інтегровані в єдину інформаційно-бойову мережу. Це дозволяє обмінюватися координатами цілей і забезпечує злагоджену взаємодію між різними родами військ.

5. Можливість дистанційного моніторингу

Встановлення GPS-приймача в АЗУ дозволяє здійснювати

телеметричний контроль за польотом і діями бойового засобу, що особливо важливо при випробуваннях нових зразків озброєння, таких як безпілотні літальні апарати чи крилаті ракети.

6. Відповідність сучасним стандартам НАТО

Впровадження GPS-приймачів у систему навігації бойових засобів дозволяє забезпечити сумісність з озброєнням партнерів по НАТО. Це відкриває перспективи для кооперації, спільних операцій і стандартизації.

7. Аналіз помилок та бойової ефективності

GPS-дані дозволяють проводити детальний аналіз відхилень від заданої траєкторії, виявляти збої у роботі навігаційних систем і оцінювати ефективність ураження цілей. Це значно підвищує якість оцінювання бойових властивостей засобів ураження.

8. Зменшення залежності від погодних умов

На відміну від лазерного або телевізійного наведення, GPS-наведення є незалежним від хмарності, туману або часу доби, що значно розширює можливості його використання в будь-яких умовах.

Таким чином в умовах сучасного воєнного конфлікту, коли на перший план виходить високомобільна, точна та адаптивна зброя, використання GPS-приймачів у системах керування і навігації авіаційних засобів ураження набуває стратегічного значення. Це рішення не лише підвищує ефективність бойового застосування, а й забезпечує повну об'єктивність результатів випробувань, інтеграцію у сучасні системи управління боєм, та дозволяє протидіяти сучасним загрозам, включно з РЕБ, маскуванням і складними погодними умовами.

ОЦІНКА АКУСТИЧНОЇ ПОМІТНОСТІ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ ЯК ОСНОВНА СКЛАДОВА ЯКОСТІ СУЧАСНОГО ОЗБРОЄННЯ

Ю.В. Рєзніков, к.т.н., с.н.с.; О.Г. Рєзнікова, д.філос.;
О.І. Потапов; А.Ю. Садаєв
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

У сучасних умовах ведення війни акустична помітність техніки стає вирішальним чинником її бойової ефективності. Це особливо актуально для наземних роботизованих комплексів (НРК), які стрімко впроваджуються у Збройні Сили України для розвідки, вогневої підтримки, логістики та евакуації. Їхня успішність залежить від здатності

уникати виявлення не лише візуально, а й акустично. Проте чинні стандарти (ДСТУ ГОСТ 23941:2004, ISO 3744:2010), орієнтовані на цивільний сектор, не враховують специфіки бойових умов та акустичних особливостей НРК.

Аналіз існуючих підходів виявив ключові обмеження: фокус лише на загальних рівнях шуму без оцінки спектрального складу, допплерівського ефекту, спрямованості випромінювання та співвідношення сигнал/шум (SNR) у різних середовищах. Саме ці параметри визначають реальну помітність у бою, де противник використовує високочутливі сенсори або звуколокацію.

Запропонована методика має мультипараметричний підхід. Вона ґрунтується на комплексній оцінці, що враховує:

– джерела шуму: механічні (вібрації двигуна, трансмісії, гусениць, систем охолодження) та акустичні (аеродинаміка, резонанс корпусу);

– спектральний склад: ідентифікація характерних частот (від інфразвуку <20 Гц до ультразвуку >20 кГц);

– просторові фактори: спрямованість звукового випромінювання (“акустичні вектори”);

– час та динаміку: зміни шуму під час руху, маневрів, зміни швидкості;

– фонові умови: вплив вітру, дощу, природних звуків (оцінка SNR);

Ключові показники, що підлягають оцінці за запропонованою методикою:

– інтенсивність шуму (рівень звукового тиску);

– дальність акустичного виявлення (основний критерій ймовірності виявлення);

– співвідношення сигнал/шум (SNR);

– акустична спрямованість;

– динамічні параметри (стабільність у русі).

На відміну від лабораторних стандартних методів, методика оцінює шум у динамічних, реалістичних умовах (місто, ліс, пересічена місцевість), враховуючи спектральні, часові та просторові характеристики, а також умови поширення звуку.

Основні етапи методики включають: ідентифікацію джерел; вимірювання параметрів; розрахунок дальності виявлення; оцінку відповідності; побудову акустичного профілю; інтеграція штучного інтелекту; валідацію в полігонних умовах.

В ході ідентифікації джерел здійснюється чітке розмежування механічних/акустичних джерел та аналіз їх спектрів.

Вимірювання параметрів включає застосування високоточного обладнання (шумоміри класу 1, мікрофонні матриці, акустичні камери). Вимірювання проводяться у смугах 1/3 октави відповідно до MIL-STD-1474E. При цьому фіксуються: загальний рівень шуму; спектр; спрямованість; стабільність; SNR.

При розрахунок дальності виявлення використовуються моделі затухання звуку з урахуванням частоти, напрямку, температури, вологості, ландшафту. Визначається відстань, на якій шум НРК падає нижче порогу чутності фону (за MIL-STD-1474E).

Оцінка відповідності передбачає порівняння результатів з нормативами акустичної непомітності (рівні 1 та 2 за MIL-STD-1474E, що відповідають виявленню на відстані від 30 м до 6 км). Також здійснюється визначення ступеня помітності та рекомендації щодо зниження (шумопоглинання, віброізоляція, оптимізація двигуна).

При побудові акустичного профілю створюється тривимірна “акустична хмари” для візуалізації напрямків максимального випромінювання, часових піків та спектральних зон вразливості.

Інтеграція штучного інтелекту передбачає використання AI для прогнозування помітності у різних сценаріях (класифікація за шаблонами, оцінка ризиків виявлення).

Отже, запропонована методика є важливим інструментом підвищення якості сучасного озброєння. Її впровадження забезпечує об’єктивну, багатовимірну оцінку та ефективне зниження акустичної помітності наземних роботизованих комплексів, що є критичним у високотехнологічному протистоянні.

ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ РОЗРОБКИ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ НА ОСНОВІ ОЦІНЮВАННЯ ТЕПЛОВОЇ ПОМІТНОСТІ ДОСЛІДНИХ ЗРАЗКІВ

Ю.В. Рєзніков, к.т.н., с.н.с., О.Г. Рєзнікова, д.філос.;
С.В. Ратушний; Є.О. Гузій
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

У сучасних умовах ведення бойових дій здатність озброєння та військової техніки (ОВТ) протистояти виявленню в інфрачервоному (ІЧ) діапазоні стає вирішальним фактором їх ефективності. Швидкий розвиток тепловізійних технологій, які тепер інтегровані практично у всі види зброї

– від стрілецької до безпілотних та артилерійських розвідувальних систем, – робить питання теплової помітності техніки на полі бою надзвичайно актуальним.

За останні 10 років тепловізори значно покращили свої параметри (чутливість, роздільна здатність), ставши доступнішими навіть для невеликих підрозділів. Це обумовлює необхідність створення надійних систем термомаскування та об’єктивних методів оцінки їх ефективності.

Існуючі методи оцінки теплової помітності мають суттєві недоліки. Більшість підходів зосереджені на обмеженому ІЧ-діапазоні, не враховуючи багатоспектральну оцінку, часто ігнорують динаміку теплових полів, обмежуючись стаціонарними умовами, моделі теплових процесів відстають від реальної експлуатації ОВТ.

Відповідно, розробка комплексної концепції оцінки теплової помітності ОВТ з урахуванням сучасних технологій (штучний інтелект, автоматизований збір даних, новітні матеріали з регульованими тепловими властивостями) є нагальною потребою. У доповіді пропонується методика, що охоплює теоретичні й практичні аспекти – від фізики ІЧ-випромінювання до вимог тестування та аналізу даних відповідно до стандартів НАТО STANAG 2338 і АЕР-76.

Вдосконалена система оцінювання ІЧ випробувань включає: високоточну термографію у широкому спектральному діапазоні, спеціальні тренажерні установки для імітації динаміки бойових дій, алгоритми розрахунку ключових параметрів: індексу мерехтіння, часу теплової інерції, стабільності сигнатури.

Це забезпечує реалістичність випробувань і точне визначення ефективності маскування.

Процедура оцінки включає підготовчий етап, статичні випробування, динамічні випробування.

Підготовка полягає у виборі зразків, кондиціюванні (контроль температури/вологості), калібруванні фонового випромінювання, налаштування обладнання. Зразки розміщуються у контрольованих умовах.

При статичних випробуваннях зразок нерухомий, система здійснює моніторинг теплового контрасту із фоном, фіксуючи температуру кожні 30-60 с. Розраховується температурний контраст ΔT (вимога STANAG 2338 – не більше 2°C) та стабільність сигнатури σ (вимога – не більше 5 %).

Динамічні випробування включають імітацію руху об’єкта (0,5–2 м/с) або зміни умов. Оцінюється теплова інерція (час зниження температури на 50 % після зупинки), індекс мерехтіння FI (вимога STANAG 2338 – не більше 0,15), час стабілізації до температури фону

(вимога ≤ 8 хв).

Методика комплексно враховує спектральні властивості матеріалів (коефіцієнт випромінювання), геометрію об'єкта, кут спостереження, атмосферні умови, характеристики тепловізора.

Особливості проведення випробувань:

– використання спеціалізованого програмного забезпечення (FLIR ResearchIR, IRBIS 3.1) для обробки даних, спектрального аналізу, налаштувань;

– використання FTIR-спектрометрів для уточнення коефіцієнта випромінювання;

– випробування відбуваються у різних умовах (лабораторні камери, полігонні умови з вітром, вологістю, різним фоном);

– необхідність фіксації всіх параметрів для відтворення тестів.

Отже, запропонована стандартизована методика забезпечує:

– комплексну, достовірну та відтворювану оцінку теплової помітності ОВТ. Вона дозволяє виявити не лише загальний рівень помітності, а й локальні теплові неоднорідності, асиметрію випромінювання, спектральну відповідність фону,

– оцінювання ступеню відповідності маскування реальним бойовим умовам;

– суттєве підвищення якості проектування та модернізації військової техніки шляхом інтеграції об'єктивних критеріїв теплової непомітності на ранніх етапах;

– зменшення бойових втрат техніки, підвищення захисту особового складу.

ОСОБЛИВОСТІ ВИМІРЮВАННЯ СПЕКТРІВ СКЛАДНИХ РАДІОСИГНАЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ППРЧ ЗА ДОПОМОГОЮ АНАЛІЗАТОРА СПЕКТРУ KEYSIGHT CXA SIGNAL ANALYZER N9000A

С.В. Рудницький[1], к.т.н., доц.; О.В. Рижков[1];
М.Ю. Гусак[1], к.т.н.; М.В. Веровок[2]
[1]Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки;
[2]Національний університет оборони України

В умовах повномасштабного вторгнення особливо важливою задачею є забезпечення Збройних Сил України високоякісним озброєнням та

військовою технікою. Адже наявність сучасного надійного озброєння є запорукою успішного виконання поставлених задач і допомагає збереженню життя військовослужбовців.

Одним з критичних етапів розробки та прийняття на озброєння військової техніки є проведення випробувань, що дозволяє перевірити відповідність озброєння та військової техніки нормативно-технічній документації, оцінити роботу в різних умовах, виявити та усунути певні недоліки до початку серійного виробництва чи бойового застосування.

Основною частиною випробувань є проведення вимірювань, таких як вимірювання міцності, просторового положення, швидкості, прискорення руху, радіотехнічних, оптичних характеристик дослідного зразка, тощо. Від якості і швидкості проведення вимірювань під час проведення випробувань залежить як достовірність проведення випробувань так і можливість зменшення часу для прийняття дослідних зразків на озброєння.

Особливості бойових дій в Україні показали необхідність переходу від бойових дій з використанням традиційних систем озброєння до бойових дій з використанням високотехнологічних роботизованих систем.

Проведення випробувань високотехнологічних інтелектуальних роботизованих систем та засобів протидії роботизованим системам приводить до суттєвого ускладнення системи вимірювання. У складі таких систем та засобів з’являється нова особливість: широке використання радіоприймальних, передавальних систем та каналів зв’язку. Нагальним стає вирішення задачі підтвердження заданих характеристик наданого на випробування зразка ОВТ в умовах активної протидії засобів РЕБ. Вимірювання спектру частот радіосигналів керування та передачі даних є важливою складовою в рамках проведення випробувань озброєння та військової техніки.

Для покращення завадостійкості та захисту від впливу засобів РЕБ все частіше використовується технологія псевдовипадкового переналаштування робочої частоти, особливістю якої є часта зміна несучої частоти за певними алгоритмами. Складність вимірювання робочих діапазонів передачі даних із застосуванням технології ППРЧ полягає в тому, що в широкому робочому діапазоні можуть працювати сотні каналів передачі даних. Передача даних проводиться в залежності від вибору каналів на основі псевдовипадкової послідовності.

Для проведення вимірювань складних радіосигналів за допомогою аналізатора спектру KEYSIGHT CXA Signal Analyzer N9000A можна використовувати режими Max Hold (накопичення максимального значення

сигналу) та Trace Avarage (осереднення сигналу). В багатьох випадках є можливість в ручному режимі задавати канали передачі даних. В таких випадках є можливість заміряти початок каналу з нижньої частини робочого діапазону і кінець каналу верхнього діапазону частот. Таким чином можна отримати загальний робочий діапазон радіоканалу передачі даних.

В тому випадку, коли можливість задавати канал в ручному режимі відсутня, можна певний час збирати дані в очікуваному діапазоні частот з використанням режиму Max Hold. Спостереження відбувається на протязі часу, продовж якого будуть виявлені робочі частоти передачі даних. Спостереження припиняються за відсутністю появи нових елементів на спектрограмі. Даний спосіб може займати досить велику кількість часу і не гарантує відображення на спектрограмі усіх каналів передачі даних.

Також для визначення кількості каналів можна виміряти початок і кінець крайнього каналу з нижньої частини робочого діапазону, початок і кінець наступного каналу з нижньої частини робочого діапазону, і кінець каналу верхнього діапазону частот. Таким чином з'являється можливість підрахувати кількість каналів в визначеному діапазоні частот, за умови що вони розподілені рівномірно.

Розглянуті підходи дозволяють проводити вимірювання спектрів складних радіосигналів з використанням псевдовипадкового переналаштування робочої частоти за допомогою аналізатора спектру KEYSIGHT CXA Signal Analyzer N9000A в польових умовах.

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПРОВІДНИХ АКСЕЛЕРОМЕТРІВ У ВИПРОБУВАННЯХ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ТА ОЗБРОЄННЯ

А.Ю. Садаєв; С.В. Сисоєнко, к.т.н., доц.;
П.Л. Аркушенко, к.т.н., ст.досл.; Є.О. Гузій
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Сучасні збройні сили потребують високої точності у випробуваннях та діагностиці військової техніки. Одним із ключових параметрів, що впливають на надійність та бойову ефективність систем, є стійкість до динамічних навантажень, у тому числі вібраційних. Вібраційні процеси виникають під час роботи двигунів, стрільби, вибухових навантаженнях,

транспортування техніки по пересіченій місцевості. Їх неконтрольований вплив може призводити до зниження ресурсу агрегатів, розхитування з’єднань та навіть відмов у роботі озброєння. Традиційні дротові акселерометри, які широко застосовувались раніше, мають низку обмежень: потребу у складному монтажі кабельних мереж, значна маса кабельних систем, обмежену мобільність, ризик пошкодження кабелів при динамічних випробуваннях.

У свою чергу, розвиток технологій мікроелектромеханічних систем (MEMS) та бездротової передачі даних відкрив нові можливості для впровадження безпровідних акселерометрів, що здатні забезпечити більш зручний, точний та комплексний контроль вібраційних параметрів. У цьому контексті актуальними є застосування безпровідних акселерометрів (Wireless Accelerometers), що дозволяють здійснювати високоточний моніторинг без втручання в конструкцію об’єкта та з мінімальними обмеженнями щодо умов експлуатації.

Безпровідні акселерометри створюються на основі MEMS-сенсорів, які дозволяють вимірювати прискорення у трьох осях з високою точністю. Вбудовані аналого-цифрові перетворювачі та мікроконтролери забезпечують попередню обробку сигналу, що зменшує вплив шумів і дозволяє передавати на віддалений приймач вже готові дані для аналізу. Сучасні сенсори здатні працювати у діапазоні від кількох герц до десятків кілогерц, що робить їх придатними як для моніторингу низькочастотних коливань (рух техніки), так і для високочастотних ударних навантажень (постріли, вибухи).

Основні переваги безпровідних акселерометрів у порівнянні з дротовими:

– мінімізація використання кабелів, що знижує ризик пошкодження під час випробування;

– можливість розміщення у важкодоступних зонах (наприклад, у закритих відсіках бронетехніки чи на рухомих частинах гарматних установок);

– зниження впливу додаткової маси та кабельного тертя на результати вимірювань;

– підвищення швидкості монтажу та підготовки випробувань;

– гнучке масштабування під різні типи випробувань.

Використання безпровідних акселерометрів у військовій техніці охоплює такі напрямки:

– *артилерійські системи:* вимірювання ударних навантажень під

час пострілів, аналіз стійкості гарматних станків та вогневих платформ;

– *бронетехніка:* контроль вібрацій у підвісках гусеничних та колісних машин, оцінка впливу нерівностей дороги на ресурс вузлів;

– *авіація та безпілотні літальні апарати:* моніторинг резонансних коливань конструкцій, контроль вібрацій від авіадвигунів;

– *системи технічної діагностики:* інтеграція у комплекси прогнозування залишкового ресурсу двигунів, трансмісій та підшипникових вузлів;

– *випробування на вплив вибухів:* оцінка стійкості корпусів машин до ударних хвиль.

Попри значний потенціал, використання безпровідних акселерометрів має низку проблем, які потребують постійних досліджень.

Проблеми, що потребують вирішення:

– обмежена тривалість роботи від акумуляторів у тривалих випробуваннях;

– вплив електромагнітних завад на якість переданих сигналів;

– необхідність захисту каналів зв’язку від перехоплення, особливо у військових умовах;

– потреба у створенні спеціалізованих стандартів калібрування для військових випробувань.

Подальші дослідження мають бути спрямовані на:

– розробку енергоефективності сенсорів;

– впровадження адаптивних алгоритмів цифрової фільтрації для покращення якості сигналів у зачумлених умовах;

– інтеграцію сенсорних мереж у системи управління військовими платформами з використанням технологій штучного інтелекту;

– стандартизацію методик випробувань з урахуванням бездротових вимірювальних систем

Безпровідні акселерометри є перспективним інструментом у сфері випробувань озброєння та військової техніки. Вони дозволяють проводити більш точні та масштабні вимірювання вібраційних навантажень, забезпечують гнучкість у підготовці експериментів та підвищують якість діагностики. Подальший розвиток цієї технології сприятиме створенню комплексних систем моніторингу, що забезпечуватимуть не лише випробування, а й постійний контроль стану військових платформ у реальних умовах експлуатації. Це відкриває шлях до підвищення надійності та довговічності військових систем, що є ключовим фактором обороноздатності сучасних армій.

АНАЛІЗ ЗАГАЛЬНИХ ПІДХОДІВ ДО ПОРІВНЯННЯ ТРАЄКТОРІЙ РУХОМИХ ОБ’ЄКТІВ

М.І. Світенко, к.т.н.; А.О. Семироз; О.О. Якимович
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Визначення характеристик точності приймачів сигналів глобальних навігаційних систем (ГНСС) у русі базується на порівнянні траєкторій рухомих об’єктів, оцінених за допомогою відомих засобів та самих приймачів, що випробовуються. При цьому траєкторії характеризуються не лише різною точністю, а й неоднорідною дискретністю часових відліків, а також динамічною зміною точності в часі. Аналогічні підходи застосовуються й в імітаційних дослідженнях на імітаторах ГНСС сигналів, де “еталонна” траєкторія задається за допомогою апаратних та програмних засобів симуляції.

Аналіз траєкторій є фундаментальною складовою сучасної аналітики руху, застосовуваною в численних галузях для пошуку, кластеризації та класифікації траєкторій. Однак порівняння траєкторій зі змінною точністю та різною дискретністю створює суттєві методологічні виклики. Традиційні метрики схожості часто є неефективними при нерівномірній або різній частоті дискретизації, наявності викидів. Змінна дискретність та шум у даних призводять до спотворень оцінок схожості. Особливість порівняння траєкторій у реальних умовах полягає у тому, що це не просто геометрична задача, а складна операція просторово-часового аналізу зі спробою реконструкції безперервного руху за дискретними точками даних. Це виключає просте зіставлення точок і вимагає методів, стійких до шуму, а також здатних моделювати невизначеність, що виникає через похибки вимірювань і шум. Таким чином, основна мета полягає у відмові від детермінованих порівнянь “точка-до-точки” на користь ймовірнісних або надійних оцінок.

Проведено аналіз відомих методів порівняння траєкторій та розглянуто їх обмеження та особливості застосування. Так алгоритм динамічного вирівнювання часу дозволяє враховувати різні швидкості руху, проте має квадратичну часову складність і чутливий до значних несхожих ділянок або шуму. Відстань Фреше враховує покрокове розташування точок і їх порядок, що робить її кращою за метрики, які ігнорують часовий аспект, проте вона чутлива до локальних викидів і також має велику обчислювальну складність. Відстань Хаусдорфа

вимірює максимальне відхилення між множинами точок, не враховуючи їх порядок чи час, що суттєво обмежує її застосування для траєкторій з часовими характеристиками, а також робить її вразливою до шуму. Прості метрики, такі як евклідова відстань, обчислюють просторову відстань між відповідними точками траєкторій, однак страждають від нерівномірності у дискретизації та потребують стандартизації довжин траєкторій. Відзначено, що ключовим аспектом у виборі метрики є баланс між стійкістю до шуму, можливістю врахування нерівномірної дискретизації та динамічних якостей рухомого об'єкта на якому встановлено ГНСС приймач.

Розглянуто методи попередньої обробки траєкторних даних, які можуть покращити надійність порівнянь траєкторій. Передискретизація (ресемплінг) та інтерполяція є корисними інструментами для зменшення кількості відліків, заповнення пропущених даних у траєкторії та приведення траєкторій до векторів однакової довжини. Ресемплінг передбачає зміну частоти дискретизації набору вхідних даних.

Інтерполяція – це процес обчислення значень між точками вибірки. Найбільш поширені методи інтерполяції включають метод найближчого сусіда, білінійну інтерполяцію, кубічну згортку. Метод найближчого сусіда є найшвидшим, але може призвести до спотворень, тоді як кубічна згортка є найповільнішою, але дає більш чітку сітку для безперервних даних. Однак, існують певні обмеження використання методів інтерполяції. При зменшенні частоти дискретизації може виникнути явище аліасинга, коли намагаються представити частоти в спектральному відображенні вхідних даних, які не можуть бути представлені новою (нижчою) частотою дискретизації. Крім того, лінійна інтерполяція може бути неефективною, коли швидкість втрати даних велика, оскільки припущення про прямолінійний рух об'єкта між послідовними точками вибірки може не виконуватися.

Результати аналізу експериментальних даних траєкторних вимірювань підтвердили значну роль попередньої обробки, яка включає фільтрацію для зменшення шуму, усунення викидів, передискретизацію і інтерполяцію для підвищення надійності порівнянь.

Таким чином, ефективне порівняння траєкторій вимагає комплексного підходу, який включає методи зниження шуму, обробку дискретності і застосування адаптивних, іноді статистичних методів оцінки схожості. Не існує універсального методу — вибір залежить від характеристик даних і специфіки прикладної задачі. Це перетворює визначення схожості траєкторій на складну багатогранну задачу, що

поєднує геометричний, статистичний та алгоритмічний аналіз.

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ВІБРО-, ТЕНЗОМЕТРИЧНИХ, ЛАЗЕРНИХ ТА КВАНТОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХИСТУ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ ТА ОБ’ЄКТІВ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

*С.В. Сисоєнко, к.т.н., доц.; Є.О. Гузій;
П.Л. Аркушенко, к.т.н., ст.досл.; А.Ю. Садаєв
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки*

У сучасних умовах ведення бойових дій, що характеризуються високою інтенсивністю застосування новітніх зразків озброєння, актуальним є впровадження інформаційно-вимірювальних систем (ІВС), які забезпечують контроль технічного стану військової техніки та ефективний захист об’єктів критичної інфраструктури (КІ). Особливого значення набуває застосування віброметричних, тензометричних та лазерних засобів вимірювальної техніки, що дозволяють здійснювати моніторинг напружено-деформованого стану елементів конструкцій. Вібрація та перевантаження, що виникають під час роботи силових установок і застосування озброєння на колісній та гусеничній техніці, призводять до передчасного зносу та пошкодження конструкційних елементів.

Для їх діагностики використовуються:

– акселерометри (п’єзоелектричні, п’єзорезистивні, MEMS), які реєструють прискорення, швидкість і переміщення;

– тензометричні датчики, що вимірюють деформацію за рахунок тензорезистивного ефекту;

– системи збору та аналізу даних, які забезпечують обробку сигналів у цифровій формі та контроль у режимі реального часу.

Акселерометри нового покоління (PE, PE CCLD, PR) дозволяють працювати в широкому частотному діапазоні (до 54 кГц) та витримують великі прискорення (до 20000 g). Лазерні віброметри, що базуються на ефекті Доплера, забезпечують безконтактний контроль у діапазоні до 10 м, що особливо важливо для броньованих платформ, де традиційний монтаж датчиків є складним.

Окремим напрямком є застосування лазерних систем як засобу протидії повітряним загрозам (дрони, високоточні ракети, БпЛА-

камікадзе). У світі вже розроблені прототипи лазерної зброї:

– DragonFire (Велика Британія) - система ППО потужністю 50 кВт.;

– HELLCAP, HELIOS, LWSD (США) - корабельні лазери, зброя малого радіусу дії потужністю 60-300кВт.;

– DE M-SHORAD (США) - мобільна лазерна установка ППО на базі бронетехніки;

– MINOTAUR (Греція) - безпілотна мобільна лазерна система ППО потужністю 50 кВт;

– IRON BEAM (Ізраїль) – лазерна система перехоплення БпЛА та мінометних снарядів потужністю 100кВт.

Перевагами лазерних систем є

– низька вартість одного "пострілу" у порівнянні з ракетами ППО;

– відсутність боєприпасів;

– висока точність ураження малорозмірних повітряних цілей (особливо дронів).

Серед обмежень варто виділити залежність від погодних умов (туман, дощ), значні енергетичні потреби та обмежену дальність дії (до кількох кілометрів).

Квантові далекоміри є новим поколінням вимірювальних пристроїв, які використовують принципи квантової оптики та фотоніки для надточного визначення відстані до об'єктів.

Вони здатні:

– працювати в умовах активних завад (дим, туман, оптичні перешкоди);

– забезпечувати міліметрову точність вимірювань на десятках кілометрів;

– виявляти об'єкти зі зниженою відбивною здатністю (stealth-технології);

– використовувати квантову заплутаність фотонів, що ускладнює перехоплення сигналу.

У військовій сфері квантові далекоміри можуть застосовуватись для:

– наведення високоточної зброї та корекції вогню артилерії;

– вимірювання відстані до БпЛА та крилатих ракет у комплексах ППо;

– інтеграції в оптико-електронні системи розвідки та спостереження;

– моніторингу стану інженерних споруд та мостів при динамічних навантаженнях.

Агенство передових оборонних дослідницьких проєктів (DARPA)

активно розвиває кілька програм:

– Quantum Apertures (QA) – для створення портативних RF-приймачів на основі атомів Рідберга, що забезпечують виняткову чутливість та широкий частотний діапазон;

– Robust Quantum Sensors (RoQS) – спрямована на створення сенсорів, стійких до польових умов, вібрацій та завад.

Поєднання лазерних віброметрів і тензометричних датчиків із системами моніторингу КІ та військової техніки дозволяє створити єдине інформаційне середовище.

Такі системи можуть забезпечити:

– діагностику стану об’єктів у реальному часі (мости, укриття, техніка);

– зменшити час випробувань нових зразків озброєння;

– автоматичне виявлення пошкоджень під час обстрілів та авіаударів;

– інтеграцію з лазерними засобами ППО, що підвищить ефективність захисту критичної інфраструктури від дронових атак;

– зменшення людського фактору завдяки автоматизації збору та аналізу даних.

Застосування вібро-, тензометричних, лазерних та квантових технологій у Збройних Силах України та для захисту критичної інфраструктури створює умови для якісного підвищення рівня національної безпеки. Використання віброметричних і тензометричних засобів дозволяє здійснювати оперативний моніторинг технічного стану озброєння та військової техніки, своєчасно виявляти передумови відмов та аварій, що мінімізує ризик бойових втрат. Лазерні системи ППО забезпечують ефективне й економічне ураження малорозмірних та високоманеврених цілей, які становлять найбільшу загрозу для сучасних армій, особливо в умовах масованих атак дронів-камікадзе та високоточної зброї. Водночас квантові далекоміри та сенсори відкривають новий рівень точності та стійкості вимірювань. Їх впровадження дає можливість створити сенсорні системи, здатні працювати в умовах активних завад, при поганій видимості та протидії засобам РЕБ, що особливо важливо у сучасних бойових діях. Інтеграція цих технологій у єдине інформаційне середовище дозволить створити комплексні системи моніторингу і захисту, які поєднують функції діагностики, спостереження та протидії. Це забезпечить багаторівневу безпеку, підвищить стійкість критичної інфраструктури до атак і дозволить ефективніше використовувати ресурси Збройних Сил України.

Таким чином, розвиток і впровадження зазначених технологій має стати стратегічним пріоритетом для оборонно-промислового комплексу України, що сприятиме підвищенню боєздатності військ, збереженню життя особового складу та посиленню обороноздатності держави в довгостроковій перспективі.

АНАЛІЗ ПРОДУКТИВНОСТІ ЛОКАЛЬНО РОЗГОРНУТИХ ВЕЛИКИХ МОВНИХ МОДЕЛЕЙ

В.І. Слюсар, д.т.н., проф.; І.П. Гусаковський
Центральний науково-дослідний інститут
озброєння та військової техніки Збройних Сил України

Зростання ролі штучного інтелекту ставить на порядок денний питання розгортання та ефективного використання великих мовних моделей в ізольованих локальних мережах. Це є критично важливим для забезпечення конфіденційності даних та автономності роботи. Метою даного дослідження є оцінка продуктивності та практичної придатності популярних та кастомізованих LLM для виконання різних завдань на українській мові.

Для проведення експериментів було розгорнуто цифровий полігон на базі двох серверів інференсу:

1. Сервер на основі Ollama, де тестувалися моделі: llama3.1 (8b), llama3.2 (3b), Mistral (7b), llama3 (8b), Llava (7b), Llava-llama3 (8b), Deepseek-R1 (7b).

2. Сервер на основі KoboldCpp, де тестувалися кастомізовані моделі: Mistral (7b), MamayLM-Gemma-2-9B-IT-v0.1.Q4_K_M, MamayLM-Gemma-2-9B-IT-v0.1.Q4_K_S та MamayLM-Gemma-2-9B-IT-v0.1.Q5_K_S.

Оцінка моделей проводилася за такими критеріями:

1. Рівень володіння українською мовою (здатність генерувати граматично та стилістично коректний текст).

2. Точність перекладу (якість перекладу з англійської мови на українську у порівнянні з еталонними перекладами від Google Translate, Google Gemini та OpenAI ChatGPT).

3. Швидкість інференсу (продуктивність моделі, виміряна у символах (токенах) за секунду).

4. Розуміння контексту (здатність підтримувати логічний та зв’язний діалог).

5. Підтримка мультимодальності (здатність обробляти зображення).

У ході випробувань було встановлено, що більшість протестованих моделей демонструють задовільний рівень володіння українською мовою та розуміння контексту. Однак, за сукупністю показників, найкращі результати продемонструвала кастомізована модель MamayLM-Gemma-2-9B-IT-v0.1.Q5_K_S, запущена на сервері KoboldCpp. Її продуктивність та якість генерації тексту, зокрема у завданнях перекладу, виявилися релевантними та співставними з результатами, отриманими від провідних хмарних сервісів, таких як Google Gemini та ChatGPT.

Проведене дослідження доводить, що локально розгорнуті, зокрема кастомізовані, великі мовні моделі здатні досягати високого рівня продуктивності для специфічних мовних завдань. Модель MamayLM-Gemma-2-9B-IT-v0.1.Q5_K_S у поєднанні з оптимізованим сервером генерації KoboldCpp є ефективним рішенням, що може слугувати конкурентоспроможною альтернативою популярним онлайн-сервісам з обробки текстів, забезпечуючи при цьому повний контроль над даними.

РЕЗУЛЬТАТИ ТЕСТУВАННЯ ЛОКАЛЬНОЇ МОВНОЇ МОДЕЛІ GPT-OSS-20B

В.І. Слюсар, д.т.н., проф.
Центральний науково-дослідний інститут
озброєння та військової техніки Збройних Сил України

За кілька днів до офіційного представлення GPT-5 компанія OpenAI поширила у вільний доступ свої відкриті великі мовні моделі (LLM) gpt-oss-20b та gpt-oss-120b. Їх поява в черговий раз актуалізувала проблему вибору LLM для локального застосування, без доступу до Інтернет. Метою доповіді є узагальнення кращої практики застосування LLM gpt-oss-20b для обробки україномовних текстових документів в конфіденційному режимі.

На відміну від LLM MamayLM-Gemma-2-9B-IT-v0.1, яку фахівці спеціально донавчали на україномовних датасетах, модель gpt-oss-20b була використана за принципом “як є”. Для її тестування було задіяно типовий ноутбук з відеокартою NVIDIA RTX 3060, що мала 16 ГБ відеопам’яті. Для локального запуску gpt-oss-20b використовувався фреймворк Ollama, за допомогою якого досліджувана LLM була завантажена з сайту фреймворку https://ollama.com/library/gpt-oss:20b та змонтована на вінчестер/SSD ноутбука. При цьому загальний розмір моделі, що мала квантизацію вагових коефіцієнтів MXFP4 (4,25 біт),

становив 12,83 ГБ.

В ході дослідження в черговий раз було підтверджено, що продуктивність і потреби в ресурсах однієї й тієї ж локальної LLM залежать від встановленого розміру контекстного вікна. У рамках фреймворку Ollama для gpt-oss-20b це вікно могло дискретно обмежуватися рівнем 4K, 8K, 16K, 32K, 64K та 128K. При цьому автором вивчалася можливість застосування різних за розміром контекстних вікон в залежності від наявного після встановлення LLM вільного простору на вінчестері. Крім того, важливим питанням було з'ясування максимального контекстного вікна, при якому gpt-oss-20b могла повністю розміститись і здійснювати інференс у пам'яті відеокарти.

В результаті експериментів вдалося з'ясувати, що контекстні вікна 4K, 8K та 16K дозволяють повністю змонтувати gpt-oss-20b на зазначену відеокарту RTX 3060. При цьому запуск LLM не вимагав залучення додаткового простору на SSD. Такий результат дозволяє висунути гіпотезу, що для обробки контекстного запиту обсягом 1K необхідно приблизно 0,25 ГБ відеопам'яті.

В якості тестового завдання при експериментах використовувався переклад на українську мову тексту англомовного стандарту НАТО обсягом 2600 слів. При цьому було виявлено, що такий обсяг слів перевищував контекстне вікно 8K. Недоліком фреймворку Ollama є неможливість попередньо визначити, чи виходить кількість токенів у текстовому запиті за межі встановленого ліміту контексту. Тому при запуску зазначеного тестового завдання мовна модель його виконувала, але при досягненні верхньої межі контекстного обсягу починались галюцинації з зацикленням у часі генерації тексту.

У разі збільшення розмірів контекстного вікна до 32K та 64K модель gpt-oss-20b залучала для роботи додатково відповідно приблизно 6 та 7 ГБ наявного на вінчестері вільного простору. Це дозволяє зробити припущення, що для таких налаштувань розмірів контексту запуск gpt-oss-20b можливий на відеокарті з 24 ГБ відеопам'яті. При граничній межі контекстного обсягу 128K запуск LLM залучав додатково до наявних 16 ГБ відеопам'яті ще приблизно 29 ГБ на вінчестері. У разі їх відсутності в процесі інференсу фреймворк Ollama видавав помилку: "500 Internal Server Error: llama runner process has terminated: exit status 2 ". Таким чином, для запуску gpt-oss-20b з максимальним контекстним вікном цілковито на відеокарті необхідно мати відеопам'ять обсягом 48 ГБ.

Стосовно якості перекладу слід зазначити, що вона цілком очікувано поступалася результатам GPT-4o. Разом з тим, у переважній більшості

випадків отримані україномовні тексти були краще структуровані за змістом у порівнянні з LLM MamayLM-Gemma-2-9B-IT-v0.1. При цьому запуск gpt-oss-20b за замовчуванням завжди розпочинався режимом ланцюга роздумів. Тривалість його фази під час інференсу досить сильно залежала від розмірів текстового запиту. Наприклад, при обробці зазначеного тестового завдання обсягом 2600 слів до появи першого слова перекладеного тексту могло пройти від 92 до 112 сек, залежно від обсягів контекстного вікна та інших випадкових впливів. В той же час, відповідь на звернення “Привіт” могла зайняти від 0,9 сек при контекстному вікні 4K до 6,8 – 9,7 сек - при вікні 128K.

Таким чином, слід зробити висновок, що мовна модель gpt-oss-20b без будь яких донавчань українській мові може бути використана для вирішення завдань обробки конфіденційних документів. При цьому за якістю перекладів стандартів НАТО вона не тільки не поступається LLM MamayLM-Gemma-2-9B-IT-v0.1, яку навмисно донавчали на україномовних датасетах, а й у багатьох випадках дає дещо кращі результати. Подальші дослідження будуть зосереджені на використанні інших фреймворків, призначених для локального розгортання LLM, а також тестуванні більш потужної моделі gpt-oss-120b та розширенні кола тестових завдань.

НАПРЯМКИ ДОСЛІДНИЦЬКИХ ВИПРОБУВАНЬ ОСНОВНИХ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ МЕХАНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ЗУПИНКИ КРОВОТЕЧІ НА МЕХАНІЧНУ МІЦНІСТЬ

А.М. Сотченко; І.М. Колосов;
М.В. Кривенко
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Медичні засоби потребують ретельного дослідження та підтвердження їх безпеки і ефективності. Сучасні виклики зумовлюють надзвичайну актуальність для представників критичної дії, як механічні засоби для зупинки кровотечі. На сьогоднішній день спостерігається недостатність наукових результатів щодо таких засобів. Недосконаліть нормативної бази та потреба у вивченні характеристик механічної міцності турнікетів, формування еталонних значень технічних характеристик для їх подальшої валідації потребує проведення дослідницьких випробувань турнікетів.

Одним з найбільш важливих напрямків дослідницьких випробувань є нефункціональні дослідження міцності складових елементів, з яких виготовлено медичний турнікет. Недоліки однієї зі складових впливають на міцність загальної конструкції, тому важливо перевіряти наступні складові елементи: основну компресійну стрічку, пряжку двощілинну або рамку однощілинну для утворення основною компресійною стрічкою компресійної петлі, вороток, скобу для фіксації воротка, стабілізаційну плату, внутрішню рухому стрічку. За наявності важливо також перевіряти текстильну застібку.

Найбільше поширені механічні причини виходу з ладу конструкції турнікетів полягають в наступному: розрив основної компресійної стрічки або внутрішньої рухомої стрічки, виведення з ладу фіксуючих механізмів як вороток, скоба, текстильна застібка чи пряжка двощілинна / рамка однощілинна. Така ситуація може бути спричинено низькою міцністю матеріалу.

Отримання кількісних значень експлуатаційних (технічних) характеристик передбачає дослідження складових елементів медичних турнікетів.

Напрямки дослідницьких випробувань основних функціональних елементів механічних засобів для зупинки кровотечі на механічну міцність доцільно розподілити на окремі класи: за умовами застосування (звичайні умови, після зовнішніх впливів), за складовими елементами (основна компресійна стрічка, вороток тощо), за типом навантаження (розрив, зсув скручування тощо).

Кожен конструктивний елемент важливо перевіряти окремо з метою визначення його технічних характеристик до чи після впливу на нього зовнішніх кліматичних чи механічних факторів.

Напрямки дослідницьких випробувань можуть бути застосовані за умови необхідного розширення класифікаційних складових до будь яких механічних засобів зупинки кровотечі. В рамках даного дослідження за основу було взято механічний засіб для зупинки кровотечі вороткового типу.

Отримані значення дають підстави обґрунтувати вимоги до механічних засобів зупинки кровотечі.

Подальше використання отриманих значень можливе для формування методик дослідницьких випробувань, методологічного базису проведення функційних випробувань та надають змогу підвищити ефективність методів функціональних досліджень турнікетів.

ПЕРСПЕКТИВИ ПРИСКОРЕНОГО ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО НЕРУЙНІВНОГО ВІЗУАЛЬНО-ОПТИЧНОГО КОНТРОЛЮ ДРУКОВАНИХ ПЛАТ ПРИ ЛАБОРАТОРНИХ ВИПРОБУВАННЯХ

Я.В. Тарасенко, д.т.н., доц.; І.І. Заєць; О.Л. Кіпріянов
Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Новітні зразки високотехнологічного сучасного і модернізованого озброєння та військової техніки включають до свого складу радіоелектронні елементи на основі друкованих плат. Процедури випробувань таких зразків потребують індивідуального підходу через вимоги до експлуатації та характеристики стійкості радіоелектронних компонентів до впливу зовнішніх кліматичних та механічних факторів. Одним з етапів випробувань друкованих плат є візуально-оптичний контроль з метою візуального визначення рівня процесів їх деградації під впливом зовнішніх факторів, що може бути спричинено механічними, хімічними, термічними процесами.

Наявні на сьогоднішній день традиційні методи та засоби неруйнівного візуально оптичного контролю, зокрема ручного контролю не забезпечують достатню продуктивність та все частіше замінюються автоматизованими засобами дефектоскопії друкованих плат з використанням технологій комп’ютерного зору та штучного інтелекту.

Проблема використання мінімальної кількості досліджуваних зразків при вимогах збільшення точності та якості отриманих під час лабораторних випробувань результатів вимагає адаптації автоматизованих засобів дефектоскопії друкованих плат.

Можливість здійснення прискореного автоматизованого візуально-оптичного контролю передбачає використання інформаційних технологій та штучного інтелекту під час і після проведення випробувань друкованих плат, завдяки чому досягається інтелектуалізація процедур дефектоскопії.

Перспективою розвитку таких процедур є комбіноване використання методів обробки зображень, які формуються цифровим мікроскопом в процесі проведення лабораторних випробувань з можливістю адаптації до ситуативних факторів в режимі реального часу за рахунок інтелектуальної складової.

За рахунок прискорення візуально-оптичного контролю друкованих плат можливо як оптимізувати процеси обробки результатів лабораторних випробувань, так і забезпечити підвищення ефективності класифікації

дефектів з можливістю прогнозування пошкодження елементів друкованих плат в процесі подальшої експлуатації.

Важливим перспективним напрямком використання прискореного процесу інтелектуальної обробки зображень є підвищення ефективності процесів лабораторних випробувань за рахунок можливості формування цифрового двійника друкованої плати на основі попередніх результатів випробувань та інтелектуальної побудови моделі об'єкту випробувань в реальному часі з можливістю автоматичного внесення змін в залежності від впливу зовнішніх кліматичних чи механічних факторів.

Таким чином, технологія комп'ютерного зору з інтелектуальною складовою надає можливості для підвищення ефективності та точності процесів проведення лабораторних випробувань друкованих плат і обробки отриманих даних з можливістю інтеграції цих процесів для забезпечення об'єктивності результатів лабораторних випробувань.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ ПАРАМЕТРИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБУВАНЬ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

Є.М. Тертишнік
Національний університет оборони України

Існуючі підходи до обробки параметричної інформації, отриманої під час випробувань озброєння та військової техніки, стикаються з серйозними проблемами: зростаючим обсягом та складністю даних від сучасних зразків ОВТ, недосконалістю програмного забезпечення, відсутністю систематизованих баз даних та застарілим вимірювальним обладнанням. Наслідком є значні часові та трудові витрати, зменшення достовірності результатів випробувань та уповільнення процесу прийняття рішень. В умовах сучасної війни, де швидкість та точність отримання інформації є критично важливими, необхідна автоматизація систем обробки параметричної інформації.

Мета дослідження полягає в розробленні математичної моделі процесу обробки параметричної інформації під час проведення випробувань озброєння та військової техніки для формалізації взаємозв'язків між програмними модулями, даними, користувачами та інфраструктурою.

Під час дослідження застосовано методи системного аналізу, математичного моделювання, теорії множин та імітаційного

моделювання. Розроблена математична модель інформаційних взаємозв’язків між елементами системи обробки параметричної інформації задана кортежем з одинадцятьма компонентами, що включають множину завдань випробувань, множину сховищ даних, множину вузлів мережі, множину користувачів системи, множину системних застосунків, кортеж параметрів завдань, інтенсивність потоку запитів, розміщення системних застосунків на вузлах мережі, розподіл користувачів між вузлами та розподіл сховищ даних по вузлах.

Кожне завдання випробувань характеризується набором параметрів, що включає булевий вектор системних застосунків, булевий вектор сховищ даних, булевий вектор користувачів та булеву матрицю послідовності реалізації системних застосунків.

Модель формалізується через систему булевих матриць, що задають зв’язки між завданнями випробувань та відповідними компонентами системи, а також матриці для розподілу ресурсів по вузлах мережі.

Практичне застосування моделі продемонстровано на прикладі випробувань безпілотного авіаційного комплексу “Яструб-5” з деталізацією завдань оцінки точності ураження статичної цілі та перевірки максимальної дальності каналу зв’язку. Для завдання k1 визначено послідовність: збір телеметрії → паралельна обробка відео та аналіз траєкторії → генерація звіту.

Порівняльний аналіз показує переваги запропонованої моделі над традиційними підходами та системами на основі хмарних баз даних за критеріями повноти опису, гнучкості, можливості кількісної оцінки та підтримки оптимізації.

Елементи наукової новизни полягають у вперше розробленій математичній моделі інформаційних взаємозв’язків, що формалізує динаміку взаємодії програмних модулів, даних, користувачів та інфраструктури в єдиній структурі; розширенні відомих методів автоматизації обробки даних через адаптацію до специфіки української випробувальної бази; уточненні математичного апарату опису інформаційних потоків через систему булевих матриць.

Теоретичне значення полягає у створенні фундаментальної основи для кількісного аналізу та оптимізації інформаційних процесів у сфері випробувань ОВТ. Практичне значення результатів полягає у можливості безпосереднього застосування для підвищення ефективності та достовірності випробувань в умовах сучасної війни, оптимізації розподілу обчислювальних ресурсів, мінімізації часу обробки даних та обґрунтованого прийняття рішень щодо модернізації випробувальної

бази.

Розроблена математична модель комплексно формалізує процес обробки параметричної інформації під час випробувань ОВТ, що дозволяє підвищити ефективність та достовірність випробувань в умовах сучасної війни. Модель забезпечує оптимізацію розподілу обчислювальних ресурсів та скорочення часу обробки даних на 30-50 відсотків порівняно з традиційними підходами.

Перспективи подальшого розвитку включають: розробку алгоритмів функціонування окремих модулів системи з використанням методів штучного інтелекту; створення системи автоматичного виявлення аномалій та прогнозування поведінки зразків ОВТ; впровадження багатокритеріальної системи підтримки прийняття рішень у реальному часі; адаптацію моделі для інтеграції з існуючими інформаційними системами Збройних Сил України. Реалізація цих напрямів сприятиме створенню повністю автоматизованої системи випробувань, що критично важливо для прискорення процесів прийняття на озброєння нових зразків техніки.

ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ПОКАЗНИКІВ ТОЧНОСТІ НАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМ НАЗЕМНИХ ТА МОРСЬКИХ РУХОМИХ ОБ'ЄКТІВ ПРИ ВИПРОБУВАННЯХ

Е.І. Цуря; С.І. Швець; В.М. Ракша, к.фіз.-мат.н.
Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Оцінювання ефективності глобальних навігаційних супутникових систем (GNSS) і комплексів позиціювання у випробуваннях наземних та морських рухомих об'єктів вимагає формування системи показників, яка дозволяє всебічно охарактеризувати точність, надійність та придатність цих систем у реальних умовах експлуатації. Така система метрик повинна відображати не лише класичні параметри точності, але й глибші властивості – цілісність, безперервність, доступність, а також ризик ненадійного функціонування. В даній публікації наведені основні показники точності навігаційних систем рухомих об'єктів при проведенні випробувань.

Точність навігаційних вимірювань визначається як ступінь відповідності визначеного положення або швидкості істинному значенню.

Виділяють абсолютну геодезичну точність (у глобальних системах координат, наприклад WGS-84) та відносну точність, що визначається стосовно локальної системи чи референсної траєкторії. Для випробувань особливо важливою є відносна точність, оскільки вона прямо відображає відхилення від еталонної траєкторії, отриманої за допомогою високоточних RTK-GNSS чи INS. Статистичний опис (середнє відхилення, перцентилі, CEP, R95) забезпечує глибшу інтерпретацію похибок, ніж середні значення.

Цілісність визначається як здатність системи вчасно інформувати користувача про непридатність навігаційних даних. Вона відображає рівень довіри до навігаційного рішення. У випробуваннях використовують такі ключові параметри: *межа тривоги (AL)* – допустима похибка, перевищення якої робить дані непридатними; *час до тривоги (TTA)* – інтервал між появою небезпечної помилки та сигналом тривоги; *ризик цілісності (IR)* – імовірність того, що похибка перевищує AL без попередження.

RAIM та CAIM реалізуються як практичні інструменти моніторингу цілісності: перший – на рівні приймача, другий – у рамках всієї платформи (судна чи транспортного засобу) з використанням різнорідних сенсорів. У науковій літературі дедалі частіше підкреслюється необхідність оцінки саме ризику ненадійного сервісу як більш релевантного для безпеки показника, ніж проста точність.

Показники точності, які необхідно враховувати при проведені випробувань:

Безперервність (continuity) описує здатність системи підтримувати функціонування без переривань протягом критично важливих коротких інтервалів (наприклад, під час заходу судна в порт або виконання маневру).

Доступність (availability) визначає відсоток часу, коли система відповідає необхідним експлуатаційним вимогам. Цей параметр залежить від орбітальної конфігурації сузір’я, якості приймача та умов середовища. У випробуваннях доступність слід оцінювати з урахуванням географічної специфіки маршруту (узбережжя, міські каньйони, високоширотні райони).

Крім того, у навігації вводяться допоміжні поняття для повної оцінки системи. Зокрема, *повне системне відхилення (TSE, Total System Error)* поєднує похибки GNSS (навігаційна похибка) та інші джерела похибок, такі як помилки карти (неточності картографічної основи) та технічні

похибки керування курсом судна. TSE відображає різницю між фактичним місцезнаходженням судна та його заданим (командним) положенням, включаючи всі складові навігаційної помилки. Для відхилення TSE враховується *похибка навігаційної системи (NSE, Navigation System Error)*, що об'єднує похибку GNSS-позиції і похибку карти, та *технічна похибка судна (VTE, Vessel Technical Error)*, що характеризує відхилення руху судна від заданого курсу або траєкторії (містить, наприклад, кренові або повздовжні зміщення (cross-track error) тощо).

Висновок. Система показників точності навігаційних систем повинна включати як класичні метрики (HPE, VPE, CEP, R95), так і розширені параметри (AL, TTA, IR), що безпосередньо відображають експлуатаційні ризики. Випробування мають оцінювати не лише точність позиціювання, а й поведінку системи при виникненні критичних ситуацій: відмови, втрати сигналу, завади. Комплексні показники (TSE, NSE, VTE) забезпечують інтегральну оцінку якості, що важливо для платформ, де кінцевий результат залежить не лише від GNSS, а й від технічних характеристик самого об'єкта. Наукометричні тенденції демонструють перехід від оцінки середніх похибок до ризик-орієнтованих метрик, які краще відповідають вимогам безпеки й автономності рухомих об'єктів. Сформована система показників дозволяє ранжувати та порівнювати різні навігаційні рішення під час випробувань, створюючи основу для стандартизованої й науково обґрунтованої методології.

СУПРОВОДЖЕННЯ ДОСЛІДНИХ ЗРАЗКІВ КЕРОВАНИХ АВІАЦІЙНИХ БОМБ НА ТРАЄКТОРІЇ ПОЛЬОТУ З ВИКОРИСТАННЯМ БПЛА

О.М. Чебаков; Ю.О. Карпенко; О.Б. Чебакова; С.В. Чеботар
Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

У роботі розглянуто методику супроводження керованих авіаційних бомб (КАБ) під час проведення полігонних випробувань із використанням безпілотних літальних апаратів (БпЛА). Проаналізовано особливості побудови схеми супроводження, вимоги до висоти польоту БпЛА та ефективність обробки відеоданих безпосередньо на місці випробувань. Результати показують, що така методика забезпечує майже 100% точність виявлення місця падіння виробу та дозволяє суттєво підвищити

оперативність випробувального процесу.

Процес випробувань КАБ вимагає високоточного супроводження виробу на всіх етапах польоту з метою визначення ефективності бойового застосування та точності ураження. Застосування БпЛА дозволяє реалізувати гнучку та масштабовану систему візуального контролю за траєкторією виробу.

У межах одного з етапів випробувань скид бомби здійснювався на відстані 7 км від мішені. Для супроводження застосовано два БпЛА DJI Mavic 3, розміщені на відстані 6 км та 4 км від мішені відповідно. Це забезпечило повне перекриття основної траєкторії виробу. Зйомка велася на висоті 200 м відео запис в 4к з частотою 60 кадрів секунду, що забезпечувало належну роздільну здатність.

Обробка відеоданих проводилась безпосередньо на полігоні з використанням планшета з операційною системою Android 15. Відео переглядалося покадрово, проводилась фіксація появи виробу у кадрі та його супроводження до моменту падіння. Координати падіння уточнювалися за картою місцевості та підтверджувалися візуально.

Запропонований підхід дозволив значно скоротити час на пошук місця падіння, підвищити точність визначення траєкторії та забезпечити якісний відеоматеріал для подальшого аналізу.

Методика супроводження КАБ із використанням БпЛА є ефективною та придатною до використання в умовах польових випробувань. Подальше вдосконалення можливе шляхом автоматизації аналізу відео та впровадження елементів штучного інтелекту для підвищення точності та швидкості виявлення виробу.

ПІДХІД ДО ЗАСТОСУВАННЯ РАДАРНОГО КОМПЛЕКСУ ВИМІРЮВАННЯ ПОЧАТКОВОЇ ШВИДКОСТІ СНАРЯДІВ ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБУВАНЬ

В.О. Щигло
Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії

В результаті широкомасштабного вторгнення російської федерації на територію України країни-партнери надали значну кількість озброєння і військової техніки (далі – ОВТ) іноземного виробництва до Збройних Сил України, зокрема артилерійські системи та постріли різних калібрів.

Одними із проблемних питань, що виникли у результаті передачі

ОВТ, є визначення сумісності артилерійських (мінометних) пострілів іноземного виробництва з різними системами та оцінювання їх балістичних характеристик. Для вирішення вищезазначених проблемних питань необхідне проведення полігонних випробувань з виконанням практичних стрільб на місцевості, в тому числі з використанням радарного комплексу вимірювання початкової швидкості снарядів MFTR-2100/40 (далі – РКВПШ).

Застосовування вищезазначеного РКВПШ забезпечує отримання точних вимірювань параметрів початкової швидкості боєприпасів та траєкторії їх польоту.

Принцип роботи РКВПШ щодо визначення показників полягає в безперервному вимірюванні швидкості на траєкторії в межах дії променю з подальшим розрахунком результатів вимірювань програмним забезпеченням WinDopp за алгоритмом приведення (апроксимації) швидкості на траєкторії до зрізу ствола.

Однією із особливостей налаштування програмного забезпечення WinDopp є встановлення прогнозованих значень максимальної швидкості боєприпаса, яку потрібно збільшити на 10-20 %. Збільшення значень максимальної швидкості забезпечує отримання усіх даних траєкторії, навіть якщо початкова швидкість і траєкторія будуть відрізнятися від прогнозованих.

Таким чином, застосування РКВПШ під час проведення випробувань з виконанням практичних стрільб на місцевості забезпечує точне визначення балістичних характеристик боєприпасів, наданих країнами-партнерами.

АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК

А

Акімова О.В. 169
Александров В.Є. 219
Александров О.В. .....
.....314
Алексєєв С.В. 241
Андрієнко М.О. 416
Андрушко М.В. 486
Аргунов С.В. 188
Аркушенко П.Л. 216
.....486
.....488
.....499
.....502
.....526
.....531

Б

Бабарик А.А. 77
Баган А.В. 20
Багатюк О.М. 58
Балковий А.В. 22
Баранік О.М. 136
Барвінок Р.Д. 190
.....500
Батюк А.О. 403
Бачурін С.М. 228
.....447
Башинський В.Г. 118
Башкиров О.М. 23
Бедрій Н.А. 363
Безменов С.О. 230
Безшапошніков О.П. ....
.....231
Березанський В.Г. ...136
Беспалько О.В. 291
Бик М.В. 513
Биков В.М. 293
Бичков В.В. 330
Білецька А.В. 234
Білоус О.В. 120
.....507
Блискун О.Є. 176
Бова Ю.В. 371
Бовсуновський В.Ю. ....
.....236
Богдан С.І. 202
.....237
Боднар С.І. 204
Бойченко О.І. 206
Боканча Є.Д. 239
Бондар В.В. 127
.....503
Бондар Ю.А. 418
Бондаренко Ю.Ю. .....
.....240
.....241
Борисюк К.Г. 208
.....210
Борцова М.В. 290
.....291
Борщ В.В. 489
.....490
Бояров В.Т. 206
Братко В.В. 507
Брянкін О.С. 25
Брянкін С.С. 25
..... 67
..... 84
Бугайов М.В. 71
Буданов О.В. 399
Будз В.П. 443
.....480
Будзінська В.Л. 476
Будзінська О.О. 60
Булах П.О. 27
Булгаков А.А. 122
.....243
Бурсала О.Л. 123
.....182
Бурсала О.О. 123
.....182
.....283
Бурсала О.О.....284
Бурцев В.В. 130
Бурчак Н.О. 243
Буряковський С.Г. .....
.....244

В

Варакута В.П. 245
Варакута М.В. 245
Василенко О.Г. 460
Василенко Р.В. 175
Василець Д.О. 247
Василюк О.М. 460
Ведмідь О.І. 28
.....126
.....159
Веретенник В.М. .....
.....305
Веровок М.В. 127
.....524
Виговський М.В. 492
Вишневський О.Ф. .....
.....74
Вишнівський Я.О. .....
.....398
Власов А.В. 30
.....31
.....110
.....249
Вовчанівська Н.М. .....
.....341
.....369
.....405
Вовченко М.В. 129
Вода Ю.Л. 32
Возний О.О. 312
Войтенко С.Д. 161
Волков В.П. 217
Володін М.І. 312
Волошина М.О. 494
Воронін В.В. 130
Вотяков О.О. 337

Г
Гаврилюк А.О. 495
..... 513
Гаєвський С.О. 251
Гайдак В.П. 497
Гайдак І.Г. 40
Галайчак С.А. 34
Галан О.Є. 462
Галінський Д.О. 263
Галкин С.О. 36
..... 38
Гармаш А.Ю. 131
Гарячий М.В. 130
Гейко В.В. 204
Гера В.Я. 20
Герасименко В.В. ... 132
Геращенко М.М. 240
..... 367
..... 369
Геращенко М.О. 516
Германенко Л.М. 36
Гладіщук О.В. 134
Глущенко П.А. 192
Гмиря В.П. 40
Гнойовий Д.Ю. 135
Головко Б.Б. 136
Головняк Д.В. 389
Голуб С.П. 185
Гончар О.М. 222
Гончаренко О.О. 151
Горбенко В.М. 143
Гордієнко Ю.О. 379
Гоцуляк С.В. 420
Гречаний М.П. 253
Грицишин В.П. 422
Грищенко О.Л. 230
..... 283
Грищенко Р.В. 416
Грідіна В.В. 330
Грічанюк О.М. 288
Грошелєв Д.Г. 42
Губарєва О.П. 28
..... 126
Гузій Є.О. 216
.....499
.....502
.....526
.....531
Гуляєв А.В. 255
Гусак М.Ю. 524
Гусаковський І.П. ...534
Гущин О.С. 257
.....260
.....303
.....396
.....403
Д
Давидов Д.О. 44
Даниленко Б.М. 138
Данильчук М.В. 34
Данилюк В.Є. 27
Дачковський В.О. ...259
Дегтярьов А.В. 369
.....396
Деркач О.А. 260
Дзюбенко В.В. 236
Дзюбчук Р.В. 350
Дирман Ю.В. 505
.....512
Діденко Є.Ю. 46
Дмитрук В.В. 387
Дмітрієв О.М. 262
.....263
.....265
.....414
Добрянський О.О. ...429
Довгенко Я.О. 423
Доманов І.О. 267
Домашевський В.М. .....
.....173
Древенчук Р.В. 398
Дрозд К.А. 383
Дубовой І.Ю. 139
Дуболазов Ю.О. 425
Дудник М.М. 305
Дудник Т.Г. 186
Дупелич С.О. 236
Дяченко В.О..... 140
..... 141
..... 156
Є
Єрилкін А.Г. 269
Єрофеєв Ю.В. 371
Ж
Жежерун Ю.В. 142
Живець Ю.М. 52
Жирна О.В. 405
Жук І.С. 47
Жуков Д.І. 255
Жуков І.О. 270
Жуков М.М. 143
Журахов О.В..... 272
..... 276
..... 320
З
Заєць І.І. 539
Заїка В.М. 274
Залевський Г.С. 153
Запорожець С.В. 177
Заріцький І.В. 145
Заруба О.Г. 49
Засядько А.А. 120
..... 500
..... 503
Захарченко Д.С. 272
..... 276
Заяць М.Й. 241
..... 310
Згода Г.І. 344
Зелений П.В. 278
Зозуля В.М. 147
Зройчиков Д.В..... 284
І
Іваненко В.О. 226
Іванов Б.В. 208
..... 210
Іванов Д.А. 52
Івженко І.В. 464
Ільїн С.О. 399

Ільницький С.В. 365
Ільчишин В.В. 505
.....509
.....510
Ілюхіна І.В. 145
Ісенко В.В. 54
Іщенко В.П. 55
Іщенко Д.А. 279
.....280
.....290
.....291
.....292

К

Казакова О.О. 173
Казначей С.М. 130
.....174
.....405
Каламурза О.Г. 281
Калашніков Р.В. 427
.....429
Калетнік С.А. 151
Калініченко О.С. .....
.....427
Каліфорнія Ф.М. 449
.....452
Калмиков О.С. 288
.....293
Камак Д.О. 283
.....284
.....312
.....314
Камак Ю.О. 118
Каменецький В.В. .....
.....333
Канкін І.О. 212
Каплюк О.М. 148
Капочкіна М.Б. 214
Карнаух Т.І. 171
Карпенко Ю.О. 497
.....544
Катренко М.О. 149
Кацуба Р.М. 270
Квіткін К.П. 159
Керей О.В. 420
Керей С.В. 216
Киба Д.В. 431
.....435
.....468
Кібальник В.М. 30
.....31
.....286
Кіпріянов О.Л. 539
Кірдей Л.М. 151
Клімішен О.О. 290
.....291
.....292
Клочун І.А. 77
Князєв В.В. 244
Князський О.В. 495
.....513
Коба А.Є. 153
Кобець Ю.В. 412
Коваленко А.В. 154
Коваль В.В. 30
.....31
Ковальчук А.І. 433
Ковальчук А.О. 196
Кожушко О.В. 287
Кожушко Я.М. 279
.....288
.....290
.....291
.....292
.....293
.....382
Козир А.Г. 435
.....437
.....439
Козлова О.В. 290
Колесник В.О. 142
.....188
Коліко В.Р. 197
Коломієць Б.І. 294
Коломієць В.В. 175
.....353
Коломієць Л.Ф. 427
Колосов В.М. 303
.....441
Колосов І.М. 537
Колпаков Д.Г. 217
Кольченко В.В. 296
Комар В.В. 74
Комаров М.В. 299
Конвісар М.Г. 56
Кондряков Є.О. 27
Корепанов В.В. 184
Корній С.А. 34
Коробко А.І. 81
Коротій О.О. 425
Коротін С.М. 140
.....141
.....156
Косенко В.С. 58
Костащук М.М. 88
Костерев Д.С. 60
Костиря С.В. 443
.....480
Кострiков О.Л. 61
.....489
Костянець О.В. 139
Кот О.Б. 216
.....497
.....502
Котляренко А.А. 27
Кочуровський Г.М. .....
.....330
Кошка В.О. 361
Кравець О.А. 301
Кравченко В.Л. 88
Краснов Р.В. 399
Краснoруцький А.О. .....
.....292
.....422
Красношапка І.В. 158
Кривенко М.В. 303
.....537
Крівцов Д.В. 361
Крук Б.М. 390
Круковський О.П. ...305

Кручковський О.Л. .....
..... 306
..... 337
Кувшинова О.С. 308
Кузнецов В.В. 63
Кузнецов В.О. 503
..... 505
..... 509
..... 510
Кузьміч О.Є. 486
..... 499
Кулагін К.К. 28
..... 126
..... 159
Кулініч Ю.М. 60
Куліш Р.В. 262
Кумпаненко В.М. .....
..... 161
Курочкін В.В. 310
Курочкін О.О. 65
Кухарчук І.В. 387
Кучеренко Ю.Ф. 312
..... 314
Кушніренко О.В. 163

Л

Лаврик С.В. 66
Лазаренко Ю.О. 316
Лазарук Ю.В. 318
Лайське Є.В. 164
Лаппо І.М. 320
Ларін В.В. 360
Левченко А.О. 445
Левченко О.М. 445
Леонтьєв О.Б. 299
Лисенко Є.М. 343
Лисий О.О. 226
..... 322
..... 323
Литовченко В.В. 507
Лільчицький В.І. 219
Лісніченко М.О. 462
Ліщенко В.М. 131
Ломакін Д.А. 384
Лужецький Р.Я. 34
Лук'яненко С.А. 361
Лук'янець О.В. 25
.....67
.....79
Лук'янов Д.А. 247
Лук'янчук В.В. 167
Луцевят О.І. 365
Ляшенко В.А. 509
.....510
.....512

М

Мавренков О.Є. 325
Мавренкова А.О. 325
Магу О.М. 169
Майборода Ю.М. .....
.....327
Майстренко О.В. 69
Макаренко Р.Г. 328
Маковський І.Ю. 71
Малюга В.Г. 330
.....337
Манжара О.В. 310
Маракулін О.Ю. 224
Марищук Л.М. 280
Марковська Л.А. 222
Мартинюк І.М. 331
Мартинюк О.Р. 191
Марченко О.М. 269
Масалітін Д.В. 175
Матвєєв Л.І. 333
Матвійчук С.В. 325
Матющенко В.Г. 394
Мацько А.В. 281
Медведєв Г.А. 171
.....197
Мелешко О.М. 495
Мельник А.П. 335
Мельник О.В. 73
Миронюк М.Ю. 361
Мірзоєв В.С. 217
.....337
.....447
Місайлов В.Л. 278
Місценко Р.В. 142
..... 177
Місюк Г.В. 167
Мішок А.А. 512
Мокринський О.В. .....
..... 274
Мосійчук Р.В. 132
Мошковський М.С. .....
..... 513

Н

Нагорнюк О.А. 279
Наливайко М.І. 74
Науменко М.В. 299
Невзгляденко Ю.О. .....
..... 224
Невмержицький І.М. ....
..... 173
Неминущий С.В. .....
..... 422
Нікітченко А.О. 40
Ніколаєв І.М. 167
Нікорчук А.І. 81
..... 340
Німенко І.В. 482
Новак В.І. 341
Новак Д.А. 76
Новіченко В.В. 174
Новіченко С.В. 174
Нос А.І. 126
..... 195
Нос І.А. 28
..... 195
Носик А.М. 314
Носков О.О. 343

О

Огієнко С.С. 449
..... 450
..... 452
Огородник І.В. 77
Озеран Г.П. 79
..... 84
..... 91

Олійник Н.О. 38
.....52
.....108
Олійник Р.М. 36
.....38
.....52
.....112
Онищук О.Р. 77
Орищук І.О. 212
Орлов С.В. 516
Осієвський С.В. 195
.....343
.....389
Очкуренко О.В. 135

П

Павленко А.Г. 219
Пальчиков В.В. 31
.....344
Панасенко С.В. 230
Пантєлєєва Н.М. 118
.....154
.....164
.....179
Панфілов А.В. 214
Панченко А.В. 38
Панченко В.А. 454
Панченко О.П. 456
Панюков В.М. 328
Параценко Т.В. 175
.....184
.....188
.....192
.....398
Пархоменко Н.Й. 222
Пасічник В.М. 365
Пасько І.В. 346
Пасько О.І. 347
Перегуда О.М. 348
.....458
Петров В.М. 269
Печененко О.М. 176
Письменна Ю.Б. 460
Пінчук А.М. 240
Піонтківський П.М. .....
.....251
.....350
.....360
Пісклов Є.В. 147
Плинокос Д.Д. 441
.....462
.....464
Погасій М.С. 269
Погребняк Т.Д. 331
Подригало М.А. 81
Подчерніна В.О. 67
.....82
.....91
.....243
Попков С.Б. 373
Поринос Є.О. 353
Порохончук О.М. ...392
Потапов О.І. 518
.....520
Походенко О.М. 142
.....177
.....184
Почапінський Д.Г. .....
.....306
Почтаренко О.О. 437
Прядко Н.С. 149
Пятова Ю.О. 322

Р

Рагулін В.В. 355
Ракша В.М. 542
Ратушний С.В. 486
.....518
Рашевський Є.Ю. ...179
Рвач Т.Є. 93
.....219
.....377
Ревко А.С. 182
Редька В.В. 358
Рєзніков Ю.В. 520
.....522
Рєзнікова О.Г. 520
.....522
Риб’як А.С. 184
Рибачок Д.В. 79
.....82
.....84
Рижков О.В. 524
Розквас Т.М. 476
Роллер Д.В. 384
Романовська Л.В. 40
Руденко М.В. 466
Рудницький В.М. 360
Рудницький С.В. 524
Рудніченко С.В. 367
.....369
Руснак В.В. 470
Руснак В.М. 429
.....468
.....470
Рутковський А.В. 27

С

Сабашенко В.М. 257
Савельєв А.М. 174
Савельєв Ю.В. 222
Савельєва О.О. 222
Савчук Д.В. 86
Савчук Я.І. 460
Садаєв А.Ю. 518
.....520
.....526
.....531
Садовий К.В. 158
Салій А.Г. 361
Салій Д.В. 363
Салогор В.В. 88
.....333
Самойлов К.О. 158
Самокіш А.В. 389
Сапон В.І. 286
Саутін О.О. 241
Світенко М.І. 489
.....529
Севостьянов Ю.В. .....
.....185
Седляр А.А. 365

Семироз А.О. 61
..... 529
Сергієв С.В. 90
Сєргєєв В.В. 472
Сиворакша Д.В. 186
Сидоренко Р.Г. 382
Сисоєнко С.В. 499
..... 518
..... 526
..... 531
Сичов О.С. 383
..... 389
Сівак В.А. 367
..... 369
Сініцин І.П. 371
Скиба О.В. 25
..... 82
..... 91
Скроцький С.О. 460
Слабоспицька О.О. .....
..... 371
Слісенко О.В. 476
Слободенюк Ю.В. 30
..... 257
..... 373
Слюсар В.І. 534
..... 535
Слюсаренко М.О. ... 373
Собора А.І. 93
..... 219
..... 377
Соловйов А.А. 344
Соломатін Д.О. 365
Солопій І.А. 379
Соннік О.Є. 380
Сотніков О.М. 382
Сотченко А.М. 537
Співак Т.А. 407
Спірін Д.А. 288
..... 293
Стаднічук М.М. 305
Стаднічук О.М. 331
Старцев В.В. 390
Степаненко О.В. 94
Столяренко М.П. 96
Сторожук С.М. 145
Стрельников Г.О. 149
Стригун В.В. 28
.....120
.....500
Стрінада В.В. 280
Ступка Б.А. 177
.....188
.....190

Т

Табурець І.І. 474
Таран І.А. 360
Тараненко В.В. 161
Тарасенко Я.В. 539
Таршин В.А. 383
Терехов І.Г. 450
Терещенко Р.Р. 384
Тертишнік Є.М. 540
Тимофєєв Б.М. 296
Тишко С.О. 274
.....360
Тітов І.В. 278
Ткач М.В. 443
Ткаченко А.В. 191
Товстохатько Ю.М. 301
Тодоров М.А. 210
Токар А.М. 387
Толкаченко Є.А. 389
Толмачов В.Ю. 98
Толстов О.Л. 476
Торба Р.Р. 158
Третяк В.Ф. 390
Тристан А.В. 392
Трофименко С.І. 328
Турінський Ю.О. 343

У

Українець Є.О. 192

Ф

Феденько В.М. 163
Федоров А.В. 129
Фелді С.Ф. 308
Фесенко К.В. 260
..... 394
Фесюн О.В. 355
Філіппенков О.В. ... 100
..... 111
..... 396
Флорін О.П. 488

Х

Хажанець Ю.А. 500
Харченко О.Л. 477
Хлоп'ячий В.А. 398
Хмель Є.В. 204
Ходаківська О.В. 267
Холодний Р.В. 93
..... 219
Хома В.В. 373
Хоменко Є.В. 323
..... 399
..... 480
Хоменко Л.А. 460
Хорольський П.Г. 42
..... 101
Хуторна М.Е. 154
..... 179
..... 186

Ц

Цуря Е.І. 127
..... 542

Ч

Чебаков О.М. 544
Чебакова О.Б. 390
..... 544
Чеботар С.В. 497
..... 544
Чепела О.В. 439
Червотока О.В. 516
Чередніков О.М. 115
..... 169
..... 190
..... 206
..... 208
..... 276
..... 320

Черкес О.П. 348
.....458
Чечет О.С. 145
Чумак О.О. 265
Чумаченко С.М. 224
Чуприна В.М. 115
.....163

Ш

Шабанов Д.М. 286
Шабанова О.В. 61
.....490
Шалигін А.А. 401
Швець В.П. 27
Швець С.І. 542
Шевага В.В. 105
.....249
Шевченко Д.Т. 194
Шевяков Ю.І. 195
Шеїн В.С. 81
Шелест О.О. 196
Шельвестер В.Я. 60
Шендрик В.І. 294
.....403
Шеремет І.А. 202
.....226
Шеремет М.О. 136
Шитікова Л.В. 482
Шматов Є.М. 331
Штанько В.А. 422
Шуба С.Г. 36
Шулежко А.В. 392
.....405
Шулежко В.В. 392
Шупило Р.М. 407

Щ

Щенякін Д.О. 409
Щигло В.О. 545
Щоголєва І.В. 483

Ю

Юла О.В. 127
.....159
.....195
.....503
Юр’єва О.М. 460
Юрченко М.Е. 208

Я

Якимович О.О. 490
.....529
Янушевич С.М. 410
Ярова Н.В. 476
Яровенко В.В. 103
Яровенко О.Г. 171
.....197
Ярошенко Я.В. 176
Ясенко Л.С. 240
Ячна І.Г. 113
.....412
Ященко Л.М. 476

A

Avramenko O. 199

B

Badyor T. 115
Balabukha O. 109
Bulba S. 108

C

Chemerys V. 109
Chimbanga E.K. 414

D

Dyptan V. 199

H

Heiko H. 110
Hrachov I. 105
Hulevych M. 110

K

Katunin A. 111
Kitov V. 109
Klymchuk V. 199
Kolomiitsev O. 108
.....109
.....110
.....111
.....112
.....113
.....114
Kolomiitsev V. 113
Komarov V. 111
Kudriashov V. 114
Kulieshova T. 114

L

Lernatovych A. 114
Liubchenko O. 112

N

Nikiforov G. 115
Nosko S. 108

O

Openko P. 199

P

Panchenko V. 112
Polishchuk V. 199

R

Rudakov I. 113

Y

Yablonsky P. 199

ДЛЯ НОТАТОК

ДЛЯ НОТАТОК

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

ВИПРОБУВАННЯ І СЕРТИФІКАЦІЯ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

XXV НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ ДЕРЖАВНОГО НАУКОВО-ДОСЛІДНОГО ІНСТИТУТУ ВИПРОБУВАНЬ І СЕРТИФІКАЦІЇ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

Відповідальний за випуск *В.В. Шевага*
Комп'ютерна верстка *О.В. Жирна*

Техн. редактор *О.М. Дмітрієв* Коректор *В.В. Шевага*
Формат 60 × 84/16 Ум.-друк. арк. – 32,2

Підписано до друку 17.09.2025 р.

Ціна договірна Тираж 100 пр. Зам. 225-25

Віддруковано з готових оригінал-макетів у друкарні ФОП О.О. Євенок
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції України серія ДК №3544 від 05.08.2009 р.
м. Житомир, вул. М. Бердичівська, 17А
тел.: 063 101 22 33, e-mail: printinzt@gmail.com

НАУКА НАБЛИЖАЄ ПЕРЕМОГУ!

Тематика секцій

- Секція 1. Актуальні питання випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки Сухопутних військ.
- Секція 2. Актуальні питання випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки Повітряних Сил.
- Секція 3. Актуальні питання випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки Військово-морських Сил, Десантно-штурмових військ, Сил спеціальних операцій, пошуково-рятувальних підрозділів державної авіації.
- Секція 4. Актуальні питання випробувань і сертифікації безпілотних та автоматизованих систем.
- Секція 5. Актуальні питання сертифікації товарів оборонного призначення.
- Секція 6. Актуальні проблеми використання засобів зовнішньо-траєкторних, лабораторних та бортових інформаційно-вимірювальних систем при випробуванні озброєння та військової техніки.



dndivsovt_niv@post.mil.gov.ua