Міністерство оборони України

Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

Сучасні технології у безпекових викликах сьогодення

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ міжнародної наукової курсантської конференції

16-17 квітня 2026 року

УДК 004:623.746–519:316.46
С-89

Сучасні технології в безпекових викликах сьогодення : Міжнар. наук. С-89 курсант. конф., 16–17 квітня 2026 р. : тези доп. / М-во оборони України, Житомир. військ. ін-т імені С. П. Корольова ; відп. за випуск Д. Л. Федорчук. – Житомир : ЖВІ, 2026. – 640 с.

УДК 004:623.746–519:316.46

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Голова організаційного комітету – кандидат технічних наук, старший дослідник ФЕДОРЧУК Дмитро Леонідович

Заступник голови організаційного комітету – старший науковий співробітник НОСОВА Ганна Дмитрівна

Члени організаційного комітету:
доктор філософії ГОРБАЧ В. Я.;
доктор філософії САМПІР О. М.;
кандидат технічних наук БОНДАРЕНКО Ю. Л.;
кандидат технічних наук, доцент КАНЕВСЬКИЙ Л. Б.;
кандидат технічних наук ПЕРЕГУДА О. М.;
кандидат педагогічних наук СТУПАК Д. Є.;
кандидат педагогічних наук ФЕДОРЕНКО В. В.;
АМІРОВ А. Р.;
БОЙКО С. В.;
ГАЄВСЬКИЙ С. О.;
КАМІНСЬКА О. В.;
КРАВЧЕНКО М. М.;
ШЕЛЬВЕСТЕР В. Я.;
ГОРБАЧ Т. П.

За правильність і достовірність наданого матеріалу, фактів, цитат та інших відомостей відповідальність несуть автори.

Адреса:
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова,
просп. Миру, 22, м. Житомир, 10004

Тел. (0412) 48-30-19

© Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова, 2026

Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова
16–17 квітня 2026 року

Вітальне слово начальника Житомирського військового інституту імені С. П. Корольова доктора історичних наук, професора полковника Андрія Віталійовича Слюсаренка

Шановні учасники конференції, курсанти та курсантки!

Вітаю вас у Житомирському військовому інституті імені С. П. Корольова – навчальному закладі, який системно поєднує підготовку офіцерів із розвитком прикладної військової науки та впровадженням сучасних технологій в освітній процес.

Сьогоднішня війна є війною технологій, рішень і швидкості. Вона вимагає не лише мужності й витримки, а й глибоких знань, інноваційного мислення та здатності ефективно застосовувати новітні досягнення науки в бойових умовах. Саме тому тематика конференції "Сучасні технології в безпекових викликах сьогодення" є надзвичайно актуальною та своєчасною.

Робота конференції охоплює ключові напрями, які визначають характер сучасного поля бою: застосування інформаційних технологій, розвиток та використання безпілотних систем, боротьбу в електромагнітному спектрі, а також питання тактики і лідерства в умовах нових викликів. Кожен із цих напрямів формує специфіку збройної боротьби та потребує глибокого наукового осмислення.

Метою конференції є створення дієвого майданчика для професійного зростання майбутніх офіцерів та розвитку міжнародної військової співпраці, а також формування простору, де розвивається професійна впевненість, здатність аргументувати власну позицію та вдосконалюються навички ведення наукової дискусії.

Ми розглядаємо цю конференцію як спільний крок до взаєморозуміння, сумісності та обміну досвідом між майбутніми офіцерами України та країн-партнерів. Ваша участь – це внесок у формування сучасної військової культури, заснованої на знаннях, довірі та відповідальності. Ваша ініціативність, дослідницький інтерес і прагнення до розвитку є запорукою підвищення обороноздатності наших держав.

Для нашого інституту принциповим є поєднання підготовки майбутніх офіцерів зі здійсненням наукової діяльності, орієнтованої на вирішення актуальних завдань розвитку озброєння та військової техніки, а також застосування підрозділів у сучасних умовах. Проведення цієї конференції є логічним продовженням такої роботи.

Переконаний, що участь у конференції стане для вас корисним професійним досвідом, сприятиме розвитку критичного мислення, зміцненню міжнародних зв'язків і взаєморозуміння між майбутніми офіцерами.

Бажаю вам змістовної роботи, впевнених виступів, конструктивних дискусій та нових наукових здобутків.

Слава Україні!

ПАНЕЛЬ 1
Інформаційні технології на полі бою

Мартинюк О. С., курсант, Гарбузюк С. О., курсант
Науковий керівник – Бібік А. В.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА ПОЛІ БОЮ: ПРИСКОРЕННЯ ЦИКЛУ «ВИЯВЛЕННЯ – РІШЕННЯ – ДІЯ» ТА БОРОТЬБА ЗА ПЕРЕВАГУ В ДАНИХ

Інформаційні технології на сучасному полі бою визначають не лише спосіб ведення бойових дій, а й саму логіку досягнення переваги: вирішальним стає те, хто швидше збирає дані, перевіряє їхню достовірність, передає у стійких каналах і перетворює на узгоджене рішення. Війна росії проти України показала, що цифрові інструменти створюють реальний «множник сили» тоді, коли вони з'єднані в єдину систему ситуаційної обізнаності та управління: від тактичного рівня до оперативного. Показовим прикладом є впровадження бойової цифрової екосистеми DELTA, яку на офіційному рівні позиціонують як систему, розгорнуту на всіх рівнях Сил оборони України для формування спільної картини обстановки, планування та обміну даними між підрозділами. У такій архітектурі «дані» перестають бути розрізненими повідомленнями й перетворюються на керований ресурс, що скорочує час між фіксацією події та організацією дії у відповідь.

Однією з найпомітніших технологічних трансформацій став масовий перехід до використання безпілотних систем як сенсорного шару поля бою та як засобу ураження. Аналітика KSE Institute описує еволюцію українських рішень у напрямі автономності, стійкої навігації в умовах придушення GPS та інтеграції різних типів дронів у синхронізовані сценарії застосування, що зменшує залежність від оператора й підвищує результативність у зашумленому середовищі. Паралельно зростає роль алгоритмічної обробки відео та телеметрії, зокрема комп'ютерного зору, який допомагає дронам працювати у складних умовах радіопридушення; про фактичне розгортання десятків таких AI-рішень для підвищення ефективності БПЛА повідомляли й міжнародні

агентства. Водночас технологічна перевага не є «односторонньою»: противник адаптується, і це породжує симетричну ескалацію контрдронових засобів та інженерних рішень захисту маршрутів. Ілюстративним є публічно оголошений урядовий намір масштабувати «антидронові сітки» для прикриття тисяч кілометрів прифронтових доріг як відповідь на інтенсивність атак БПЛА по логістиці та цивільних цілях.

Ще одним критичним виміром інформаційних технологій на полі бою є стійкий зв'язок і контроль доступу до нього, адже без каналу передавання даних цифрове управління деградує до фрагментарних рішень на місцях. Супутниковий зв'язок став важливим резервним компонентом, але одночасно виникає проблема несанкціонованого використання терміналів противником, що потребує організаційно-технічних механізмів верифікації та «білих списків» дозволених пристроїв. Про запровадження підходів до авторизації/верифікації терміналів Starlink в Україні та взаємодію з партнерами з цього питання повідомляли офіційні ресурси уряду й Міністерства оборони. Це демонструє принципову тезу: технологія зв'язку сама по собі не створює переваги, якщо не побудовано контур довіри — облік, політики доступу, контроль ключових параметрів і швидке реагування на компрометацію.

Інформаційні технології змінюють і контур застосування вогневих засобів, оскільки дозволяють радикально скоротити цикл «ціль – рішення – дія» за рахунок цифрових інструментів узгодження даних і координації. У відкритих описах GIS Arta (яку часто називають «Uber для артилерії») наголошується, що подібні системи оптимізують призначення вогневих завдань і підтримують динамічне застосування артилерії з підвищенням темпу та зменшенням вразливості до контрбатарейної боротьби. У поєднанні з БПЛА як джерелом координат і підтвердження результатів такі рішення підсилюють точність і швидкість, але водночас підвищують вимоги до захищеності каналів, дисципліни введення даних і протидії підмінам.

Нарешті, сучасне поле бою — це постійна боротьба за спектр і за канали керування, де радіоелектронна боротьба впливає на здатність «бачити», «передавати» і «керувати». Саме тому технологічна перевага дедалі частіше визначається не окремим зразком техніки, а здатністю швидко інтегрувати сенсори, платформи управління, зв'язок і аналітику в єдиний, стійкий до РЕБ контур, який може працювати навіть у режимах деградації. Підсумовуючи,

інформаційні технології на полі бою є системою систем: цифрова ситуаційна обізнаність (на кшталт DELTA), масові БПЛА як сенсорний і ударний шар, алгоритмічна аналітика, стійкі канали зв'язку з контрольованою довірою та безперервна адаптація до РЕБ і контрдронових заходів. Саме зв'язність цих компонентів — технологічна й організаційна — визначає, хто швидше проходить цикл від виявлення події до результативної дії.

Стойко О. Ю., курсант
Науковий керівник – Калита О. І.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА ПОЛІ БОЮ

Сучасна війна - це не просто змагання у кількості танків чи одиниць стрілецького озброєння, сьогодні це мереже центричне протистояння, де ключовим ресурсом є не лише боєкомплект, а швидкість та якість обробки інформації. Україна, з настанням повномасштабного вторгнення, перетворилася на головний світовий полігон, де теорії MilTech (військових технологій) проходять перевірку кров'ю та реальним боєм.

Головна зміна, яку принесли ІТ - це подолання ведення бойових дій наосліп. Раніше координація підрозділів залежала виключно від якості радіозв'язку, суб'єктивного сприйняття командира та людського фактору. Сьогодні фундаментом нашої оборони є системи на кшталт «Дельти» або «Кропиви». Ми вже давно пройшли етап, коли планшет чи смартфон слугував для бійця просто мапою, зараз це потужний цифровий інструмент, який дозволяє бачити трансляцію польоту дронів, отримувати дані з натівських супутників, здійснювати радіоперехоплення. Це дає розуміння ситуації: командир бачить не просто пікселі, а живу картину бою в реальному часі. І яскравим прикладом цього стала битва Мощун та розгром російської колони під час наступу на Київ у березні 2022 року. Саме тоді вперше українські ІТ системи стали ключовим фактором знищення ворога, а саме: «Дельта» назбирала дані з супутників Maxar, розвідувальних дронів і перехоплень у єдину цифрову карту. Командири побачили пересування російської колони в реальному часі, що дозволило артилерійським підрозділам за допомогою «Кропиви» нанести точний удар по окупантах.

У сучасній війні виживає не той, у кого краща броня, а той, хто швидше натискає на «гашетку» після виявлення цілі. Раніше це був довгий процес: дрон побачив - передав по рації - офіцер записав - передав артилерії - розрахували координати... На це йшли дорогоцінні хвилини, за які ворог встигав поїхати. Зараз програмне забезпечення робить це за секунди. По суті, ми нищимо ворожу «орду» інтелектом: поки вони розгортають свої гармати за радянськими підручниками, наш снаряд уже летить у ціль. Це і є та сама цифрова перевага, яка вирівнює шанси.

Наступним етапом цієї цифрової еволюції став штучний інтелект. Сьогодні ШІ -це реальний інструмент, що допомагає обробляти гігабайти відео з дронів. Алгоритми здатні самостійно ідентифікувати замасковану техніку серед дерев або розпізнавати тип ворожої ППО за лічені секунди. Більше того, з'являються дрони з «машинним зором», які здатні донаводитися на ціль навіть тоді, коли ворожий РЕБ повністю «засліпив» пілота. Це перетворює звичайний дрон на такого, якого майже неможливо зупинити радіоперешкодами.

Проте інформаційні технології - це не лише зручні планшети, а й жорстока боротьба в радіоефірі. Сучасне поле бою буквально «прошите» невидимими хвилями. Радіоелектронна боротьба (РЕБ) сьогодні полює не на метал, а на дані. Хто швидше змінить частоту керування дроном, хто краще зашифрує сигнал зв'язку, хто зможе підмінити координати GPS для ворожої ракети - той і тримає ініціативу. Це бій, де програмісти та інженери воюють нарівні з піхотою.

Підсумовуючи, можна впевнено сказати: роль інформаційних систем на полі бою сьогодні є визначальною. Це не просто «додаток» до зброї, а її головний помножувач сили. Без ІТ-рішень ми б воювали числом проти числа, що в нашому випадку було б фатально.

Цифровізація дозволяє нам бути адаптивними та децентралізованими. Вона дає змогу маленькому підрозділу з планшетом і дроном зупинити цілу колону бронетехніки. Сьогодні перемагає не той, хто має більше ресурсів, а той, хто краще бачить ворога і миттєво передає ці дані. Україна вже довела: майбутнє воєн - за інтелектом, інтегрованим у кожне розрахункове рішення, від окопу до штабу.

Гарбузюк О. С., курсант
Науковий керівник – Бібік А. В.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА ПОЛІ БОЮ: ВПЛИВ НА СИТУАЦІЙНУ ОБІЗНАНІСТЬ ТА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

Сьогодні на фронті залізо саме по собі вже мало що вирішує. Можна викотити на позиції хоч сотню танків, але якщо противник бачить їхній рух на звичайному планшеті в реальному часі, вся ця техніка перетворюється на купу металобрухту за лічені хвилини. Зараз ІТ — це не просто «зв'язок» чи якась допоміжна функція, це реальний вид озброєння. Ми реально воюємо в мережево-центричному форматі: виживає не той, у кого більше снарядів, а той, хто швидше крутить біти інформації та випереджає ворога в прийнятті рішень.

Найголовніше, що дає цифровізація — це адекватна ситуаційна обізнаність. Це коли командир не ворожить на кавовій гущі за уривками доповідей по рації, які наполовину «з'їв» шум, а бачить живу картину бою на екрані. Сучасні BMS-системи, як-от «Кропива» чи «Дельта», збирають докупи все: стріми з мавіків, дані технічної розвідки та точки, які пацани ставлять прямо з окопів. У підсумку час від моменту, коли дрон засік ціль, до моменту, коли по ній реально прилетіло, скоротився з годин до лічених хвилин. Оце і є той самий цикл Бойда на практиці: хто швидше прокрутив ланцюжок «побачив — зорієнтувався — вгатив», той і забрав ініціативу. Якщо ти застряг на паперових картах, ти програв ще до початку бою.

Але тут вилазить інша біда — даних стає стільки, що мозок просто «закипає». Коли в штабі на монітори виведено десяток стрімів одночасно, а в чатах летять сотні повідомлень, дуже легко проґавити реальний рух противника. Людина фізично не може тримати фокус на такій кількості картинок більше години — замилюється око. Тут якраз і виручає штучний інтелект. Але важливо розуміти: це не заміна офіцеру, а такий собі «розумний фільтр». ШІ може сам «підсвітити» рух у посадці чи впізнати замасковану техніку серед візуального шуму. Це розвантажує командира, щоб він міг реально аналізувати тактику, а не просто витріщатися в монітори до втрати концентрації. ШІ бере на себе рутину, а людина залишає за собою право натиснути «вогонь».

Окреме питання — як уся ця мережа виживає під радіоелектронною боротьбою. Наївно думати, що Старлінк чи звичайний інтернет буде літати завжди. Ворог постійно намагається «покласти» зв'язок або підмінити координати. Тому майбутнє тільки за децентралізацією і mesh-технологіями. Це коли кожен планшет чи термінал — це не просто «споживач», а вузол, який передає сигнал далі сусідам. Якщо ворог «задавив» один сегмент, мережа має автоматично перебудуватися через інші точки й працювати далі. Без цього вся наша «цифровізація» розсиплеться в перші хвилини серйозного РЕБ-удару.

Ну і головне, про що розробники в тилу часто забувають — це ергономіка. Боєць на «нулі», у багнюці та під обстрілами, не буде розбиратися у складних меню. Військовий софт має бути примітивним у самому хорошому сенсі: дві-три кнопки, і все. Якщо треба більше п'яти секунд, щоб скинути точку чи викликати евакуацію — такий софт у реальному бою не життєздатний. Дизайн має бути таким, щоб навіть тремтячими руками на морозі, через брудний екран, можна було передати критичні дані. Софт повинен адаптуватися під бійця, а не навпаки.

Важливо розуміти, що ІТ прибирає зайву бюрократію. Раніше інформація йшла суворо через штаби, що вбивало швидкість. Сьогодні софт дозволяє сержанту на позиції напряму взаємодіяти з артою через спільну цифрову мапу. Це робить управління гнучким. Підбиваючи підсумок: ІТ сьогодні — це спосіб воювати розумом проти грубої сили. Це наша інтелектуальна перевага, яка вимагає постійної «живої» взаємодії між тими, хто пише код, і тими, хто з цим кодом іде в бій. Тільки через такий зворотний зв'язок можна бути на крок попереду. Кожна затримка чи складна функція в меню — це втрачені секунди, які на війні конвертуються в людські втрати.

Гриців М. С., курсант
Науковий керівник – Калита О. І.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ НА ВІЙНІ: ЧОМУ УКРАЇНСЬКИЙ ДОСВІД ВИХОДИТЬ ЗА МЕЖІ ОБОРОНИ І ЗМІНЮЄ МОДЕЛЬ ЦИФРОВОЇ ДЕРЖАВИ

Повномасштабна війна росії проти України стала не лише серйозним викликом для безпеки держави, а й потужним стимулом для розвитку сучасних технологій. Однією з найважливіших інновацій, що активно застосовуються під

час цієї війни, є використання штучного інтелекту. Україна стала однією з перших країн у світі, де технології штучного інтелекту використовуються не лише в експериментальному режимі, а системно — безпосередньо в умовах реальних бойових дій.

Особливістю українського досвіду є те, що цифрові технології перестали бути лише допоміжним інструментом для військових. Вони поступово перетворилися на важливу частину державної інфраструктури, подібно до енергетики, транспорту чи системи зв'язку. Саме тому використання ШІ під час війни стало не лише військовим явищем, а й фактором, який впливає на формування нової моделі цифрової держави.

У мирний час розробка нових оборонних технологій зазвичай займає багато років. Перед впровадженням будь-якого рішення проводяться довгі дослідження, численні випробування та складні процедури погодження. Проте під час війни цей процес значно прискорюється.

Український досвід показує, що необхідність швидко реагувати на загрози змушує розробників і військових діяти значно оперативніше. Нові технологічні рішення часто створюються і тестуються у дуже короткі терміни. Наприклад, програмне забезпечення для дронів, системи комп'ютерного зору або алгоритми розпізнавання цілей можуть оновлюватися буквально протягом кількох тижнів або навіть днів.

Такий підхід дозволяє швидко перевіряти ефективність нових технологій у реальних умовах. Якщо певне рішення не дає очікуваного результату, його відразу замінюють іншим. Натомість ті розробки, які показують хороші результати, швидко масштабуються та починають використовуватися ширше.

У результаті формується своєрідний цикл інновацій: інформація з поля бою аналізується, на її основі вдосконалюються алгоритми штучного інтелекту, після чого нові технології знову застосовуються у бойових умовах. Така швидкість змін є безпрецедентною для сучасної військової практики.

Штучний інтелект сьогодні використовується у різних сферах військової діяльності. Одним із найбільш відомих прикладів є застосування безпілотних літальних апаратів. Сучасні дрони здатні не лише передавати відео з поля бою, але й допомагати у пошуку цілей, аналізувати отриману інформацію та підтримувати прийняття рішень.

Алгоритми комп'ютерного зору можуть автоматично розпізнавати техніку противника, визначати її тип і передавати координати військовим підрозділам. Це значно скорочує час між виявленням цілі та реагуванням на неї.

Крім того, штучний інтелект допомагає обробляти великі обсяги інформації. Під час війни військові отримують дані з різних джерел: супутників, розвідувальних дронів, камер спостереження, радарів та інших систем. Людині складно швидко проаналізувати таку кількість інформації, тому автоматизовані алгоритми стають важливим інструментом для її обробки.

Важливою особливістю українського досвіду є співпраця між різними учасниками інноваційного процесу. У створенні нових технологій беруть участь не лише державні установи, а й приватні компанії, стартапи, волонтери та інженери.

Багато технічних рішень виникали завдяки ініціативі самих військових або невеликих команд розробників. Вони створювали прототипи, тестували їх у польових умовах і поступово вдосконалювали. З часом деякі з цих проєктів перетворилися на повноцінні технологічні продукти, які почали використовуватися у масштабах усієї країни.

Така співпраця дозволила створити цілу технологічну екосистему, у якій нові ідеї можуть швидко переходити від концепції до практичного використання. Саме ця гнучкість стала однією з причин успішного впровадження інновацій.

Важливу роль у розвитку технологій відіграє держава. Проте українська модель відрізняється від традиційного підходу, коли всі процеси жорстко контролюються державними структурами.

Замість цього держава намагається створювати умови для розвитку інновацій. Вона забезпечує необхідну інфраструктуру, допомагає координувати співпрацю між різними організаціями та сприяє впровадженню ефективних рішень.

Такий підхід дозволяє зберігати баланс між гнучкістю та організованістю. Розробники мають можливість швидко експериментувати та пропонувати нові ідеї, а держава допомагає масштабувати найуспішніші з них.

Сьогодні український досвід використання цифрових технологій під час війни привертає увагу багатьох країн. Аналітики, уряди та міжнародні експерти уважно вивчають цю модель, оскільки вона демонструє новий підхід до ведення війни та управління державою.

Україна фактично стала прикладом того, як цифрова держава може функціонувати навіть у надзвичайно складних умовах. Незважаючи на постійні загрози, багато державних сервісів продовжують працювати, а технологічні рішення постійно вдосконалюються.

Це свідчить про те, що цифрові технології можуть бути не лише інструментом розвитку, але й важливим елементом національної стійкості.

Використання штучного інтелекту у війні Росії проти України стало одним із найважливіших технологічних явищ сучасності. Україна продемонструвала, що інновації можуть розвиватися дуже швидко, якщо між державою, бізнесом та суспільством існує ефективна співпраця.

Досвід України показує, що цифрові технології здатні змінювати не лише військову сферу, а й саму модель функціонування держави. У майбутньому ці підходи можуть вплинути на розвиток оборонних стратегій та систем управління в багатьох країнах світу.

Таким чином, український досвід використання штучного інтелекту під час війни є важливим прикладом того, як технології можуть допомагати державі адаптуватися до нових викликів і формувати сучасну цифрову систему управління.

Maksymets B. S., cadet, Shaparenko K. M., cadet
Scientific supervisor – Ochkurenko O. V., Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

CREATION OF A NETWORK OF UNMANNED RADAR STATIONS OF SMALL AND EXTREMELY SMALL HEIGHTS

Modern trends in the development of air objects are marked by a steady interest in unmanned technologies. The modern Russian-Ukrainian war has become a testing ground for unmanned technologies. The unprecedented widespread use of unmanned aerial vehicles (UAVs) of various classes has revealed systemic vulnerabilities in the order of airspace use. These circumstances require a rapid response in the air defense system of Ukraine. The most effective approach seems to be a rethinking of the structure of the airspace monitoring system. It is already necessary for the radio engineering troops to make a transition in the organizational structure to a four-tier radar field. At the same time, it is necessary to redistribute the areas of responsibility

for obtaining radar information about the air situation of all radars. Such a profound change in the organization of the radio engineering troops requires the development of the latest radars of various classes and purposes, which are capable of detecting both existing air objects and promising ones with a given quality.

The issue of ensuring reliable detection and tracking of a large number of UAVs of various types is important. The complexity of this task is significant, since UAVs are characterized by a low effective scattering area, low speed and flight altitude. Reliable detection of air objects of all types, especially at low altitudes, must be solved by deep modernization of existing radars and development of new models of radar weapons.

Currently, it is considered necessary to create a developed network of unattended radars for the purpose of monitoring airspace at low altitudes. The structure and features of such radars should be aimed at fundamentally reducing their cost and improving weight and dimensions, as it allows improving mobility and stealth, as well as creating this type of radar for mass production. Unattended radars should use network-centric technologies that will allow for a significant simplification of the signal processing system. Such an idea can be based on the creation of specialized centers for processing radar information from unattended radars. With such an organization, each radar in the network must provide high-quality reception of signals reflected from air targets, provide high spatial resolution by coordinates, have a high dynamic range of the receiving path, perform analog-to-digital conversion with high bit rate, and transmit radar information qualitatively via a high-speed communication channel.

In turn, these specialized radar information processing centers must effectively suppress active and passive interference, select useful signals, detect air objects with specified quality indicators, ensure secondary processing of radar signals, classify air objects in the presence of simultaneous irradiation of the target with signals of different types, etc. Organizational issues of general management of such a system can be delegated to control systems based on artificial intelligence.

Horbachevskyi S. I., cadet
Scientific supervisor – Serdiuk O. V.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

APPLICATION OF DIGITAL LEARNING TOOLS FOR TRAINING PERSONNEL OF RADIO ENGINEERING UNITS IN THE CONDITIONS OF RUSSIA`S WAR AGAINST UKRAINE

During the russian-Ukrainian war, the issue of training personnel called up through mobilization has become particularly relevant.Military personnel differ in their level of professional preparedness, experience, and understanding of assigned tasks, as basic combined arms training does not fully take into account the specific features of radio engineering units. The organization of direct position protection and ground defense requires clearly developed action algorithms, coordination, and rapid decision-making. In this regard, there is a need to improve the personnel training system with an emphasis on developing stable practical skills and continuously updating knowledge in accordance with changes in the nature of combat operations within radio engineering units.

The paper examines the feasibility of using modern digital learning tools, in particular an interactive electronic reference guide, which can be applied as an instrument for rapid training and self-study. The necessity of its use lies in ensuring the acquisition of all basic and practical skills required for performing training and combat tasks, even if personnel have not received appropriate prior preparation. The use of the proposed training tool makes it possible to improve the quality of personnel training and, accordingly, increase the effectiveness of performing combat missions during measures aimed at repelling ground enemy forces and air attack assets within radio engineering units.

The interactive electronic reference guide provides quick access to structured information on the organization of direct cover and ground defense of radio engineering units. The use of diagrams, illustrative materials, hyperlinks, and interactive elements significantly improves the perception of the material, reduces the time required for its study, and enhances the level of knowledge assimilation by personnel.

Taking into account the constant changes in enemy tactics and the updating of regulatory documents, the electronic format of the guide allows for timely

modifications and additions. This minimizes the risk of using outdated information during both training and the execution of combat missions.

Thus, under modern combat conditions and limited time available for personnel training, the interactive reference guide is a modern and effective learning tool intended for use in the training and improvement of practical skills of personnel of radio engineering units of the Radio Engineering Troops of the Armed Forces of Ukraine.

Isau M. P., cadet
Scientific supervisor – Serdiuk O. V.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

PROPOSALS FOR THE USE OF MODERN TRAINING TOOLS IN THE TRAINING OF PERSONNEL OF RADIO ENGINEERING UNITS IN THE CONDITIONS OF RUSSIA'S WAR AGAINST UKRAINE

Experience in the use of enemy forces and means during the russian-Ukrainian war shows that the radio-technical units of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine are a priority target for self-guided radio-emission weapons. Given the enemy's intensive use of high-precision weapons, anti-radar missiles (Kh-25MPU, Kh-31P, Kh-58U), which are capable of targeting the electromagnetic radiation of radar stations, pose a decisive threat to radar stations.

A number of organisational and technical measures to improve the survivability of RTV radars have been considered. Countering the destruction of radars by anti-radar missiles is based on the implementation of a set of solutions, including the deployment of portable means of simulating radar emissions and distracting anti-radar missiles from real objects and radar mock-ups in order to mislead the enemy. The effectiveness of these actions is enhanced by the creation of complex false positions using radar simulators, corner reflectors and elements of unusable equipment.

Improving the survivability of radar stations of electronic warfare units is only possible through the integrated application of technical solutions, organisational measures and tactical techniques. The practical implementation of the proposed set of measures ensures a significant increase in the level of protection of radar units in the modern combat environment and creates the conditions for them to successfully perform their assigned tasks.

Рага О. О., курсант
Науковий керівник – Андрущенко І. С.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ РАДІОМОНІТОРИНГУ ТА ПЕРЕХОПЛЕННЯ GSM-КАНАЛІВ КОМПЛЕКСОМ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ «ЛЕЄР-3» НА БАЗІ БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТА «ОРЛАН-10» рф

У сучасних умовах ведення мережецентричної війни рф приділяє особливу увагу дезорганізації систем управління та збору розвідувальної інформації через мережі стільникового зв'язку. Ключовим інструментом у цьому напрямку є комплекс РЕБ РБ-341В «Леєр-3», який використовує БпЛА «Орлан-10» як динамічний носій засобів радіоелектронного ураження та моніторингу. На відміну від наземних систем, «Леєр-3» забезпечує високу мобільність та здатність діяти безпосередньо над об'єктами розвідки, що робить його одним із найефективніших засобів рф для перехоплення GSM-каналів та ідентифікації абонентів у зоні бойових дій.

Специфіка радіомоніторингу засобами комплексу «Леєр-3». Функціональні можливості комплексу дозволяють противнику здійснювати моніторинг GSM-мереж у діапазонах 900 та 1800 МГц. За допомогою БпЛА «Орлан-10» рф виявляє активні випромінювання мобільних пристроїв, зчитує ідентифікатори IMSI та IMEI, а також аналізує стан абонентської бази на конкретній ділянці фронту. Це дає змогу ворогу проводити технічну розвідку, виявляти місця зосередження особового складу та визначати кордони розгортання підрозділів за щільністю активних стільникових терміналів.

Методологія перехоплення на основі «віртуальної базової станції». Технологічний підхід комплексу «Леєр-3» полягає в імітації роботи базової станції стільникової мережі. Спеціалізоване корисне навантаження БпЛА «Орлан-10» генерує сигнал, який підміняє реальні вежі операторів зв'язку, змушуючи мобільні телефони в радіусі дії (до 6 км для одного апарата) автоматично переключатися на «фейкову» станцію. У такий спосіб рф отримує контроль над трафіком: перехоплює SMS-повідомлення, блокує голосові виклики або здійснює примусову розсилку дезінформації, що є потужним інструментом психологічного впливу.

Апаратне та програмне забезпечення БпЛА «Орлан-10». Бортове обладнання «Орлан-10» у складі комплексу «Леєр-3» включає багатоканальні широкосмугові передавачі та програмно-визначені радіосистеми (SDR). Антено-фідерні системи БпЛА адаптовані для роботи в широкому діапазоні частот, що дозволяє одночасно обслуговувати до трьох операторів мобільного зв’язку. Програмне забезпечення пункту управління комплексом забезпечує автоматизоване оброблення перехоплених метаданих, візуалізацію місцезнаходження абонентів на електронній мапі та координацію дій із засобами вогневого ураження рф.

Об'єктивні виклики та обмеження ворожого комплексу. Ефективність застосування «Леєр-3» обмежена специфікою сучасних протоколів безпеки 3G та 4G (LTE), які мають вищий ступінь шифрування порівняно з 2G. Це змушує противника використовувати алгоритми примусового «відкату» (downgrade) мережі до вразливого стандарту GSM. Також критичними факторами є залежність «Орлана-10» від погодних умов та вразливість самого БпЛА до засобів протиповітряної оборони та радіоелектронної протидії, що обмежує час перебування комплексу в заданому районі.

Перспективи розвитку технологій радіомоніторингу рф. Противник постійно модернізує комплекс «Леєр-3», інтегруючи в нього алгоритми штучного інтелекту для селекції пріоритетних цілей (наприклад, виявлення командного складу за специфічними патернами використання зв’язку). Перспективним є використання груп БпЛА «Орлан-10», що працюють у єдиному мережевому контурі для створення суцільних зон моніторингу та точнішої пеленгації джерел випромінювання методом тріангуляції. Поєднання РЕБ із аналітикою Big Data дозволяє рф моделювати структуру управління військами в реальному часі.

Застосування рф комплексу РЕБ «Леєр-3» на базі БпЛА «Орлан-10» створює суттєві загрози для безпеки зв'язку та скритності розташування військ. Розуміння принципів роботи «віртуальних базових станцій» та методів радіомоніторингу GSM-каналів є фундаментальним для розробки протоколів безпеки. Ефективна протидія таким системам вимагає суворого дотримання режиму радіомовчання, використання захищених месенджерів та засобів радіоелектронної протидії для придушення каналів управління та передачі даних ворожих БпЛА.

Zolotaryova V. O., cadet
Scientific supervisor – Krasnoshapka I. V., Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

IMPROVING THE CHARACTERISTICS OF THE AUTOMATIC FREQUENCY CONTROL SYSTEM IN THE RECEIVER PATH OF A DECIMETER-BAND RADAR

The current state of development of air attack means requires radar stations (radars) to have high accuracy in determining coordinates and resistance to interference. For decimeter-band height finders such as PRV-13, it is critically important to maintain the intermediate frequency within the passband of the intermediate frequency amplifier. Instability of the signal frequency of the transmitting device and drift of the local oscillator parameters under the influence of external factors cause the necessity of using highly efficient automatic frequency control (AFC) systems.

The PRV-13 radar height finder operates in the decimeter band and uses the superheterodyne principle of signal reception. The AFC system within the station is designed for automatic maintenance of a stable value of the difference frequency at the output of the frequency converter unit. Analysis of the technical parameters of PRV-13 showed that the standard AFC system has certain limitations: insufficient steepness of the detector characteristic of the frequency detector, sensitivity to temperature fluctuations that leads to a shift of the detector “zero”, and limited response speed during rapid changes in the transmitter frequency.

The work investigates modern approaches to improving AFC systems and analyzes three main directions:

– transition to digital processing using high-speed ADCs and digital discriminators, which will make it possible to implement complex error filtering algorithms;

– frequency synthesizers with phase-locked loops (PLL), which provide high stability of the local oscillator frequency, but require a complete redesign of the circuit;

– modernization of the frequency detector by optimizing the existing frequency discriminator based on the use of a modern element base and circuit solutions, which will make it possible to expand the capture band and increase the linearity of the characteristic without radical changes in the radar design.

For the modernization of PRV-13, the method of improving the frequency detector using a modern broadband element base was chosen. This is justified by the need to preserve the reliability of the station with minimal costs for re-equipment. In the work, the calculation of the schematic circuit of the frequency detector with improved thermal stability was carried out. The use of a balanced circuit made it possible to minimize the influence of signal amplitude fluctuations on the output tuning voltage. Computer simulation was carried out in the Multisim software environment, and it was shown that the proposed circuit provides greater linearity and steepness of the operating section of the detector characteristic. This directly affects the accuracy of tuning the local oscillator frequency and reduces the dynamic error when the transmitter frequency changes.

The proposed modernization of the AFC system of the receiver path of the PRV-13 height finder makes it possible to significantly improve the stability of the intermediate frequency. The results of calculations and simulation confirm the possibility of increasing the sensitivity of the receiver and the overall interference resistance of the station, which is relevant for extending the service life of the existing radar fleet.

Яровий Я. О., курсант
Науковий керівник – Калита О. І.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

ВПЛИВ МАЛИХ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ НА ТАКТИКУ ВЕДЕННЯ БОЮ В УМОВАХ УРБАНІЗОВАНОЇ МІСЦЕВОСТІ

В умовах сучасного конфлікту роль безпілотних літальних апаратів (БПЛА) набула вирішального значення. Особливо це помітно в міських умовах, де класична тактика піхоти зазнає змін через постійне спостереження з повітря. Малі БПЛА, такі як «Mavic» або FPV-дрони, стали не просто засобом розвідки, а повноцінною бойовою одиницею.

Застосування безпілотників дозволяє командиру підрозділу бачити «картинку» в реальному часі, що значно підвищує ефективність управління. В місті дрони допомагають виявляти засідки, коригувати вогонь артилерії та проводити розмінування. Проте, виникають і проблеми. Часто зв'язок втрачається через забудову, а ворожі засоби РЕБ (радіоелектронної боротьби) «садять» наші пташки.

Також, треба зазначити, що використання дешевих цивільних дронів дозволяє навіть невеликим групам наносити серйозні втрати бронетехніці противника. Це зміщує акцент з важкої техніки на маневрені групи, які мають на озброєнні ударні дрони.

Однак, є і недоліки. Наприклад, багато бійців покладаються тільки на камеру дрона, забуваючи про візуальне спостереження навколо себе, що іноді призводить до «дружнього вогню» або виходу ворожої ДРГ в тил. Також, критично не вистачає захищених каналів зв'язку, бо сигнали звичайних дронів легко відслідковуються засобами розвідки ворога, які відразу накривають позицію артилерією.

Як висновок: безпілотні технології — це основа виживання підрозділу сьогодні. Потрібно більше тренувати особовий склад роботі з РЕБ та маскуванню від БПЛА. Майбутнє за інтеграцією автономних систем, які не залежать від оператора.

Загалом, розвиток дронів йде дуже швидко, і нам треба встигати адаптувати нашу тактику під ці нові виклики, щоб мінімізувати втрати особового складу та ефективно виконувати бойові задачі.

Samarets O. O., cadet
Scientific supervisor – Serdiuk O. V.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

ENHANCING THE SURVIVABILITY OF RADIO TECHNICAL TROOPS UNITS AGAINST OPTICAL-ELECTRONIC AND RADAR RECONNAISSANCE BASED ON THE EXPERIENCE OF THE RUSSIAN-UKRAINIAN WAR

During the Russian-Ukrainian war, ensuring the survivability of radio engineering troops units under constant exposure to modern optical-electronic, radar,

and electronic reconnaissance systems has become particularly important. The widespread use of unmanned aerial vehicles, space-based surveillance systems, and precision weapons significantly complicates the execution of combat missions. As the primary source of information about the air situation, radio engineering troops units are priority targets for enemy detection and engagement.

A distinctive feature of modern combat operations is the minimal time between target detection and strike delivery. After detecting radar emissions or identifying a radar position using optical-electronic means, the enemy can quickly transmit target coordinates to strike assets and carry out a precision attack. Under such conditions, implementing a comprehensive counter-reconnaissance system, increasing unit mobility, and timely relocation of positions become especially critical.

The study identifies the main demasking features of radio engineering troops units, including radar emissions, thermal radiation of equipment, characteristic outlines of antenna systems, and engineering indicators of deployed positions. To reduce the probability of detection, a set of organizational, engineering, and technical measures is proposed.

Key directions for enhancing survivability include implementing camouflage measures with consideration of the thermal spectrum, as well as integrating electronic warfare systems to counter enemy UAVs.

Thus, increasing the survivability of radio engineering troops units is possible only through a systematic and comprehensive approach that combines organizational, engineering, and technical solutions, ensuring a reduced probability of detection of radar assets of the radio engineering troops of the Armed Forces of Ukraine by optical-electronic reconnaissance systems.

Tkalych A. S., cadet
Scientific supervisor – Raikov R. Yu.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

MEASURES TO ENHANCE THE SURVIVABILITY OF RADIO-ELECTRONIC EQUIPMENT IN COMBAT ENVIRONMENTS

One of the priority pathways for enhancing the survivability of radar assets under combat conditions is the reduction or intentional distortion of information regarding target objects acquired and processed by enemy reconnaissance systems.

To achieve this, electronic warfare (EW) methods, aerosol countermeasures, and engineering fortification of positions are primarily employed. Electronic and electro-optical countermeasures against enemy reconnaissance assets, aimed at unit preservation, are executed using organic unit capabilities. Concurrently, for the practical implementation of other measures in this domain, modern camouflage and imitation tools for military equipment may be utilized (including camouflage kits, military equipment decoys, radar corner reflectors, thermal signatures, and radar simulators of mobile equipment), alongside disruptive painting, standard-issue camouflage equipment, and available improvised materials.

Based on the experience of modern high-intensity combat operations, the deployment of industrial-grade decoys at dummy positions, combined with the skillful replication of battle damage (simulation of craters, creation of fire hotspots, and demonstration of "damaged" equipment), has enabled the diversion of up to 90% of enemy airstrikes toward false targets. Units that incorporated radar emitter simulators, corner reflectors, decoys, and a comprehensive suite of measures to reduce infrared signatures into their tactics experienced significantly lower exposure to direct engagement by enemy strike assets.

Кривонос П. О., курсант
Науковий керівник – Андрущенко І. С.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ТЕХНІЧНІ АСПЕКТИ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ РОЗВІДКИ З ВИКОРИСТАННЯМ МОБІЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ «ПЛАСТУН-РП3000»

У сучасних умовах збройної боротьби електромагнітний спектр став одним із ключових середовищ ведення розвідувальної діяльності. Значна частина управління військами, передача інформації та координація підрозділів здійснюються за допомогою радіозасобів, що робить радіоелектронну розвідку (РЕР) критично важливим інструментом отримання даних про противника. У Збройних Силах України для контролю радіоефіру, виявлення джерел випромінювання та перехоплення сигналів успішно застосовується комплекс «Пластун-РП3000». Він призначений для пасивного радіомоніторингу,

радіоперехоплення та визначення координат об’єктів у широкому діапазоні частот, що забезпечує високу ситуаційну обізнаність підрозділів.

Технічні особливості та склад комплексу. «Пластун-РП3000» належить до мобільних систем РЕР нового покоління, побудованих на принципах програмно-визначеного радіо (SDR). Комплекс відрізняється високою мобільністю: час його розгортання не перевищує 20 хвилин, що дозволяє оперативно змінювати позиції та уникати вогневого ураження. До складу системи входять широкосмугові приймальні модулі, що забезпечують робочий діапазон частот від 25 до 3000 МГц, та спеціалізовані антенно-фідерні пристрої. Швидкість панорамного сканування комплексу сягає 50 ГГц/с, що дає змогу фіксувати навіть короткочасні сигнали з псевдовипадковою перебудовою робочої частоти (ППРЧ).

Технології радіомоніторингу та перехоплення сигналів. Функціонування комплексу базується на використанні сучасних цифрових методів обробки сигналів (DSP), що забезпечує миттєвий огляд смуги до 20 МГц. Програмне забезпечення дозволяє здійснювати автоматичне сканування заданих діапазонів, виявлення нових джерел випромінювання та детальну фіксацію технічних параметрів сигналів. Комплекс здатний класифікувати сигнали за типом модуляції (AM, FM, SSB) та розпізнавати стандарти цифрового зв’язку, такі як DMR, APCO-25 та TETRA. Отримані дані дозволяють розкрити структуру радіомереж противника, інтенсивність їх використання та ієрархію систем управління.

Методи визначення координат джерел випромінювання. Важливою складовою роботи «Пластун-РП3000» є прецизійна радіопеленгація. Використання амплітудно-фазових методів дозволяє визначати напрямок на джерело сигналу з середньоквадратичною похибкою не більше 2°. У разі мережевого застосування декількох комплексів координати об’єктів встановлюються шляхом перетину пеленгів (тріангуляції). Такий підхід дозволяє з високою точністю локалізувати радіостанції, командно-штабні машини та пункти управління. Інформація про виявлені цілі автоматично відображається на електронних картах місцевості та інтегрується в автоматизовані системи управління військами для подальшої передачі засобі вогневого ураження.

Інформаційні системи обробки та аналізу даних. Комплекс оснащений інтелектуальними програмними засобами для автоматизованої обробки великих обсягів радіоданих. Система дозволяє формувати бази даних сигнатур сигналів, здійснювати їх порівняльний аналіз та відстежувати динаміку радіоелектронної обстановки у часі. Використання сучасних алгоритмів аналізу дозволяє виявляти аномалії в ефірі та прогнозувати активність підрозділів противника. Можливість інтеграції даних РЕР із результатами роботи безпілотних авіаційних комплексів та супутникової розвідки створює цілісну інформаційну модель поля бою.

Комплекс радіоелектронної розвідки «Пластун-РП3000» є ефективним високотехнологічним засобом контролю радіоелектронної обстановки. Його застосування дозволяє здійснювати безперервний моніторинг частотного спектра, перехоплювати канали зв'язку противника та оперативно визначати координати його об’єктів. Використання цифрової обробки сигналів, мережевих методів пеленгації та автоматизованих систем аналізу даних значно підвищує бойові можливості розвідувальних підрозділів, сприяючи ефективному інформаційному забезпеченню бойових дій та мінімізації ризиків для особового складу.

Kolodka I. S., cadet
Scientific supervisor – Raikov R. Yu.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

DEVELOPMENT OF PROPOSALS TO INCREASE THE RELIABILITY OF THE CONTROL SYSTEM FOR UNITS OF RADIO ENGINEERING TROOPS (SEPARATE RADAR PLATOON, CONSOLIDATED UNIT)

In the conditison of the Russian-Ukrainian war, the importance of the reliability of the air defense control system, in particular the units of the radio engineering troops, as the main source of information about the air situation has sharply increased.

The control of a radio engineering unit is a process of purposeful influence of the commander on subordinate personnel in order to maintain combat readiness, organize training and ensure the effective performance of tasks during combat use.

The following basic requirements are imposed on the process of controlling a separate radar platoon (combined unit): efficiency, stability, continuity, stealth and quality.

Stability and continuity of control are interrelated indicators and are ensured by rational deployment of the control point, camouflage, protection from enemy weapons, and equipping with modern technical control equipment.

Thus, increasing the reliability of control of a separate radar platoon can be achieved by creating a protected control point, automating the processes of capturing information from the radar and transmitting it to the operator's workplace, as well as using a multi-channel communication system (modern radio equipment, satellite communication, LTE modems). The implementation of these measures allows reducing the vulnerability of the control system and ensuring its functional stability in difficult combat conditions.

Pukhliak M. V., cadet
Scientific supervisor – Hurin O. O., Ph.D. (Tech.)
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

DEVELOPMENT OF PROPOSALS FOR INCREASING THE ACCURACY OF ALTITUDE DETERMINATION OF "SHAHED-136/131" UAVS BY SUPPRESSING PASSIVE INTERFERENCE IN CENTIMETER-RANGE RADAR STATIONS

The modern landscape of armed conflicts, particularly the ongoing Russian-Ukrainian war, has demonstrated a significant shift towards the massive use of loitering munitions and kamikaze drones such as the "Shahed-136/131". These unmanned aerial vehicles operate at low altitudes and possess a small radar cross-section, which makes their timely detection and accurate coordinate determination a challenging task for existing radar systems. The accuracy of altitude measurement is of particular importance for the effective engagement of these targets by air defense systems and aviation. However, the performance of centimeter-range radar stations, including mobile altimeters like the PRV-13, is often degraded by intense passive interference or clutter originating from the ground surface, vegetation, and hydrometeors.

The primary issue lies in the fact that the reflected signal from a small UAV is often comparable to or even weaker than the intensity of the clutter. Traditional analog moving target indication systems used in older radar models frequently fail to provide

the necessary suppression levels, especially when the spectral characteristics of the interference are broadened by wind or other environmental factors. This leads to substantial errors in determining the elevation angle of the target, which directly results in inaccurate altitude data. Consequently, there is an urgent need to modernize the signal processing units of these radars by implementing advanced digital methods for suppressing passive interference to ensure reliable tracking of low-signature targets.

To address these challenges, this work proposes the transition from analog phase-based selection to digital moving target indication systems utilizing adaptive digital notch filters. The core of the proposal involves the integration of high-speed analog-to-digital converters at the intermediate frequency stage, which allows for the preservation of precise phase and amplitude information of the received signals. By employing digital rejection filters, it becomes possible to achieve much steeper suppression notches and higher attenuation factors compared to analog delay-line cancelers. Furthermore, the digital approach enables the implementation of adaptive algorithms that can adjust the filter parameters in real-time based on the estimated Doppler shift and spectral width of the clutter.

The implementation of the proposed digital signal processing architecture significantly enhances the signal-to-clutter ratio at the output of the receiver. Through the suppression of passive interference, the radar system can more accurately extract the target's true position against a noisy background. This improvement directly affects the precision of the altimeter's height-finding capabilities, reducing the standard deviation of altitude measurement errors. Such modernization is particularly effective for centimeter-range radars, as it compensates for the inherent vulnerabilities of the frequency band to weather-related interference while leveraging its high resolution.

In conclusion, the development and integration of digital suppression techniques for passive interference represent a critical step in adapting legacy radar equipment to counter modern aerial threats. The proposed solutions provide a robust technical basis for increasing the survivability and combat effectiveness of air defense units. By improving the accuracy of altitude determination for "Shahed-136/131" type UAVs, these enhancements ensure more reliable target designation and increase the probability of successful interception, which is vital for the protection of critical infrastructure and military assets in the current security environment.

Baizan V. I., cadet, Matiukh B. Y., cadet
Scientific supervisor – Hladyshev M. G.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

PROPOSALS FOR AUTOMATING THE COLLECTION AND ANALYSIS OF NETWORK EQUIPMENT PERFORMANCE METRICS USING SNMP AND NETFLOW PROTOCOLS UNDER CONDITIONS OF DESTRUCTIVE IMPACTS

In the current conditions of intensive digitalization of military command and control and critical infrastructure objects, information and communication networks become priority targets for the adversary's complex influence – from the use of EW assets to targeted cyberattacks. Effective counteraction to such threats requires the implementation of automated means of metric collection and analysis, capable of differentiating technical failures from intentional degradation of communication channels or anomalies in the traffic structure in real time.

The combination of agentless SNMP and NetFlow methods enables comprehensive monitoring of network infrastructure. This approach allows for simultaneous control of the technical condition of network equipment and analysis of the characteristics and structure of network traffic within a single management system. It provides a more complete view of network operations and enhances the efficiency of its administration. Such an approach ensures the necessary survivability of the management system and significantly reduces the mean time to detect (MTTD) incidents with minimal load on node resources, which is critical in conditions of dynamic changes in the operational situation.

A monitoring automation architecture is proposed, based on a two-level data collection. The first echelon is implemented through the SNMPv2 protocol, which performs the role of the main source of "hardware" status metrics in the Zabbix system. The use of standard MIB objects (Management Information Base) allows for the automatic polling of processor load, module temperature, and the state of physical interfaces (speed, duplex, number of In/Out errors). In conditions of active enemy opposition, it is the SNMP data that becomes the first indicator of physical damage to communication lines or attempts to remotely disable equipment by overloading the computing power of routers.

The second aspect of automation is oriented toward a deep analysis of the logical structure of the network through the NetFlow v9 protocol. Since Zabbix is oriented toward working with numerical metrics, the use of a Logstash and Elasticsearch combination is proposed for processing detailed NetFlow records. The router is configured to export flows directly to Logstash, where the automatic parsing of v9 packets occurs: identification of source and destination IP addresses, port numbers, protocols, and TCP flags. Further, the aggregated data is indexed in Elasticsearch, which allows for the detection of hidden anomalies that cannot be noticed through ordinary SNMP interface monitoring within a matter of milliseconds.

The automation of analysis consists in the correlation of these two sources within a single platform. For example, if an SNMP trigger in Zabbix records an abnormal increase in traffic on a backbone channel, the system accesses Elasticsearch via API to obtain a detailed report on the structure of this flow. This allows for the instant differentiation of legitimate activity from the operation of enemy EW assets that simulate traffic to clog bandwidth, or the detection of hidden data exfiltration during cyberattacks. The use of PostgreSQL as a database for Zabbix guarantees the integrity of historical data, which allows for the automatic comparison of the current network state with the "baseline" performance profile of peacetime.

The automation of ICN monitoring by integrating Zabbix and the ELK stack based on agentless SNMPv2 and NetFlow v9 protocols allows for the formation of a multi-level model of hardware component and logical traffic structure control within a single analytical loop. The proposed approach ensures effective differentiation of technical failures and intentional degradation of communication channels due to the operation of EW assets or cyberattacks, which significantly reduces the incident detection time (MTTD) and guarantees the survivability of the management system in conditions of combat employment.

The prospects for further research in this area are related to the use of machine learning algorithms for the adaptive adjustment of threshold values for trigger activation and predictive anomaly detection based on the analysis of large datasets stored in Elasticsearch. Implementing this approach will allow for a transition from reactive to proactive management of network infrastructure in the context of dynamic changes in the adversary’s counteraction tactics.

Vovnenko N. Ya., cadet
Scientific supervisor – Malyshev O. A., Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

USE OF THE «VIRAZH-RD» SYSTEM FOR CREATING A SIMULATED AIR SITUATION IN ANALOG SURVEILLANCE RADAR

During the Russian-Ukrainian war, the enemy carried out many massive missile and air strikes using various means of air attack. For their timely detection and support, combat crews of radar must have high-quality training. This issue is especially relevant for radars of the "old" park, in which radar information is displayed on the screens of all-round visibility indicators (ARVI) after processing in analog equipment. To train combat crews of such radars, air situation simulation devices are provided, which are already outdated and practically inoperable today. Therefore, the issue of creating new air situation simulators for analog radars is relevant.

The modern source of creating a simulated air situation is a personal computer (PC), on the basis of which it is possible to simulate many air raids that can potentially be carried out by the latest models of enemy weapons. Among the existing software options today, a special place is occupied by the system of operational-tactical calculations and simulation modeling of combat operations "Virazh-RD", with which it is possible to simulate enemy combat operations, including massive missile and aviation strikes, using enemy air attack means of various types. At the same time, to simulate the air situation on the screens of the ARVI radar, it is additionally necessary to use the program "Virazh-RD-RTV", which will allow generating radar information in the current radial direction relative to the radar location.

The use of the "Virazh-RD" system to simulate the air situation on the screens of the ARVI screens of the "old" radar fleet has certain features, which consist in the need to couple the PC and analog locators. This can be done using a special device based on a microcontroller, for example, a board of the Arduino family, in particular the Arduino Due. Such a board has both digital and analog outputs. In such a coupling device, commands are formed to issue radar information in a certain radial direction, which are fed to the PC. From the PC, the corresponding information in digital form enters the coupling device, where it is converted into analog form and then enters the radar, in particular the indicator equipment.

Thus, the creation of a simulated air situation in analog surveillance radar stations can be carried out using the “Virazh-RD” system. This will allow to improve the quality of training of combat operators of the “old” fleet radar for work in various air conditions.

Шевлякова Є. С., курсант
Науковий керівник – Атаманський Д. В., д-р. техн. наук, проф.
Харківський національний університет Повітряних Сил
імені Івана Кожедуба

КОМБІНОВАНІ СИСТЕМИ ВИЯВЛЕННЯ ЦІЛЕЙ ТА ПЕЛЕНГАЦІЇ ДЖЕРЕЛ ЗАВАД У РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СТАНЦІЯХ ІЗ ФАЗОВАНОЮ АНТЕННОЮ РЕШІТКОЮ

Військові РЛС зазвичай поєднують функції виявлення повітряних об'єктів у складній завадовій обстановці та пеленгування джерел шумового випромінювання. Ці операції традиційно виконуються автономними підсистемами, однак їхні алгоритми містять значну кількість спільних обчислювальних процедур. Це дозволяє реалізувати інтегровану систему виявлення та пеленгації, де спільні операції виконуються одноразово.

У роботі проаналізовано два типи комбінованих систем просторової обробки для РЛС із фазованими антенними решітками. В обох випадках фіксація малопомітних цілей у завадовій обстановці відбувається паралельно з визначенням координат джерел випромінювання. Як приклад розглянуто модель такої системи на базі універсального адаптивного решітчастого фільтра (АРФ).

Доведено, що ефект спільного виявлення об'єктів разом із пеленгацією джерел забезпечується завдяки одноразовому виконанню базової операції налаштування АРФ. Оскільки ця процедура є спільною для обох процесів, така структура системи є значно простішою в реалізації порівняно з використанням незалежних систем.

Lyamtseva A. O., cadet, Tkachuk O. P., cadet
Scientific supervisor – Kovalchuk A. O., Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.
Ivan Kozhedub Kharkiv National University of the Air Force

MODELING THE DYNAMICS OF MODERN AIR OBJECTS IN THE PROBLEMS OF SYNTHESIS OF ALGORITHMS FOR THE OPERATION OF RADIO TRACKING SYSTEMS

The construction of adequate models of the motion of aerial objects is based on the fundamental laws of physics and kinematic equations. However, due to the complexity of accurately calculating and predicting the resulting forces acting on an object, a combined approach is usually used: combining kinematic descriptions with statistical acceleration models.

The combination of traditional and new types of maneuver allows aircraft to attack ground and air targets with much greater efficiency. As a result, for the high-quality operation of the algorithms for tracking the range, angular coordinates, and radial velocity of the radar radio tracking systems with minimal root-mean-square error, a necessary condition is the correspondence of the adopted model of the maneuvering air target's motion to its real flight characteristics. Another condition for the high-quality operation of the multifunctional radar tracking algorithm is the universality of the adopted model of air object movement, from straight sections of flight paths to flight intervals with maximum pilot overload.

The modern stage of development of aircraft industry is characterized by the emergence of a wide range of unmanned aerial vehicles (UAVs) and cruise missiles, which have high maneuverability and low radar visibility. The absence of a pilot on board heavy UAVs allows them to perform maneuvers that, in terms of overloads, can significantly exceed the capabilities of traditional fighters. This creates critical challenges for legacy radars, whose simplified tracking algorithms were limited by the computing power of last century technology. Today's level of computer development allows for the implementation of complex optimal filtering methods for multifunctional radars.

One of the variants of the motion model is the assumption that the components of the acceleration vector of an air object are assigned by mutually independent exponentially correlated random processes with a multi-peak probability distribution

density. The synthesis of an algorithm for assessing the state of air objects with such a probability distribution density of the acceleration vector components cannot be carried out within the framework of the theory of optimal linear filtering, and therefore the multi-peak probability distribution, which fairly well reflects the nature of the change in acceleration of many maneuvering objects, is replaced by an equivalent normal distribution. The most promising approach is the use of multi-alternative motion models. Such models are based on the assumption that the components of the acceleration vector are independent exponentially correlated random processes. The use of adaptive tracking algorithms synthesized on the basis of many alternative motion models significantly increases the accuracy and stability of tracking aerial objects.

Pomazan A. Y., cadet
Scientific supervisor – Zots F. F., Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

DEVELOPMENT OF PROPOSALS FOR IMPROVING BROADBAND SIGNAL PROCESSING ALGORITHMS FOR DETECTING SMALL-SIZED AIR TARGETS

The current state of development of air attack weapons is characterized by the massive deployment of small-sized unmanned aerial vehicles (UAVs). Experience from recent local conflicts and full-scale combat operations demonstrates that such targets have become some of the most challenging objects for detection by radar stations of the Radio-Technical Forces. The primary issue lies in the extremely small radar cross-section (RCS) of these objects and their ability to fly at low speeds. Consequently, the target’s useful signal is masked by intense clutter from ground objects, vegetation, and meteorological formations known as "angel echoes." Traditional signal processing methods often prove insufficient in such environments, necessitating an urgent need to improve algorithms specifically for broadband signals, which possess the potential for enhanced target selection.

Analysis of the combat employment of Air Defense units in modern conditions indicates a shift in priorities regarding radar performance characteristics. While previously the key task was the detection of high-speed, high-altitude targets, today a critical performance indicator is the station's ability to "see" objects with an RCS of

less than 0.1 sq. m against a background of interference. Key requirements for modern and future radar systems in the context of UAV detection include: high range resolution provided by expanding the signal bandwidth; stable operation of moving target indication (MTI) systems when detecting low-speed objects; and high immunity to passive clutter of natural origin. Operational experience with the existing radar fleet confirms that current algorithms require modernization in terms of hardware and software processing of reflected signals to reduce the probability of target miss.

Currently, the primary methods for increasing radar resolution involve the use of complex signals with a large time-bandwidth product, specifically signals with linear frequency modulation (LFM). Their processing is typically based on matched filtering (pulse compression) methods, which allow for a high signal-to-noise ratio. However, an analysis of existing approaches has revealed several limitations. Firstly, the use of broadband signals introduces sensitivity to Doppler frequency shift, which, if improperly compensated, leads to the degradation of the compressed pulse. Secondly, traditional methods often fail to reliably distinguish a small-sized target from meteorological formations ("angel echoes"), as the amplitude characteristics of such clutter can be comparable to reflections from actual UAVs. Existing Automatic Gain Control and Constant False Alarm Rate (CFAR) systems often overestimate the detection threshold in zones of meteorological interference, leading to the "blinding" of the radar in these sectors.

Based on the conducted analysis, an improved processing algorithm is proposed that integrates time-frequency analysis and statistical selection methods. Proposals for improvement include the implementation of multi-channel Doppler filtering with narrow filters, which allows for the extraction of spectral components even from very slow-moving targets against a background of vegetation clutter. A vital element of the algorithm is the introduction of an additional stage for analyzing the signal structure after compression. Unlike meteorological formations, which have spatial extent, a small-sized target is a point object. The proposed algorithm utilizes statistical criteria to evaluate the signal response shape to identify the nature of the reflector. Furthermore, the use of an adaptive detection threshold is envisioned, which considers not only the average power of the interference but also its spectral characteristics in each specific range cell. This allows for maintaining high receiver sensitivity precisely in the frequency bands where the target signal is expected.

Improving broadband signal processing algorithms is a key pathway to increasing the detection efficiency of modern air attack weapons. The proposed approaches to adaptive filtering and statistical analysis of reflected signals

significantly improve the selection of small-sized targets against intense clutter. The implementation of such algorithms in future developments and during the modernization of existing radar systems will provide Radio-Technical units with the capability for reliable UAV detection, which is critical for the successful execution of air defense missions.

Стрілець А. О., курсант
Науковий керівник – Хоптинський Р. П., канд. техн. наук, доц.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ 5G: ВІД ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОРИВУ ДО СТРАТЕГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

Технологія мобільного зв'язку п'ятого покоління (5G) сьогодні сприймається не просто як черговий етап еволюції телекомунікацій, а як фундаментальний інфраструктурний стрибок, що здатний трансформувати як цивільне життя, так і сектор національної безпеки. На відміну від своїх попередників, 5G забезпечує революційні показники: пікову пропускну здатність до 20 Гбіт/с та мінімальну затримку сигналу до однієї мілісекунди.

Виняткова продуктивність 5G базується на складній багаторівневій архітектурі, що поєднує мережі радіодоступу (RAN) із віртуалізованим ядром та транспортними магістралями. Інноваційність стандарту полягає у використанні нових частотних діапазонів, таких як Sub-6 GHz для широкого покриття та міліметрових хвиль (mmWave) для надшвидкої передачі даних у місцях великого скупчення людей. Впровадження технологій Massive MIMO та Beamforming дозволяє фокусувати сигнал безпосередньо на пристрої користувача, мінімізуючи перешкоди, тоді як концепція Network Slicing дозволяє створювати ізольовані віртуальні канали для різних потреб — від розважального контенту до критично важливих систем автономного транспорту.

Для підтримки стабільно високої якості обслуговування (QoS) мережі 5G активно інтегрують інструменти штучного інтелекту та граничних обчислень (Edge Computing). ШІ забезпечує автоматизований розподіл ресурсів та

прогнозування трафіку, а технологія Multi-access Edge Computing (MEC) переносить обробку даних ближче до кінцевого споживача, що є життєво необхідним для телемедицини та систем «розумного міста». Особливу увагу в архітектурі 5G приділено питанням кібербезпеки: нові протоколи шифрування та механізми автентифікації роблять мережу значно стійкішою до зовнішніх втручань та спроб перехоплення даних. Це створює надійний фундамент для побудови державних систем електронного урядування, які мають працювати безперебійно навіть у моменти пікових навантажень або цілеспрямованих цифрових атак.

Впровадження 5G в Україні має свої унікальні особливості та виклики, зумовлені воєнним станом. Попри те, що під час тестів швидкість завантаження вже досягала вражаючих 2,4 Гбіт/с, масштабування мережі потребує вивільнення частот у діапазонах 700 МГц та 3500 МГц, які наразі мають обмежений доступ через потреби оборони. Окрім частотного ресурсу, критичним питанням залишається енергонезалежність інфраструктури. Оператори змушені оснащувати базові станції сучасними літієвими акумуляторами та потужними генераторами, щоб забезпечити роботу зв’язку навіть під час тривалих знеструмлень, при цьому надаючи пріоритет об’єктам критичної інфраструктури, лікарням та територіальним громадам.

Завдяки інтеграції мережі з датчиками військового інтернету речей (IoMT), стає можливим суцільний моніторинг логістичних шляхів, автоматизований контроль за переміщенням техніки та високоточне наведення засобів ураження. Такий підхід дозволяє реалізувати концепцію "цифрового поля бою", де кожен боєць та одиниця техніки є частиною єдиної інформаційної мережі, що критично підвищує швидкість прийняття рішень та мінімізує втрати особового складу під час виконання складних бойових завдань. Наднизька затримка та висока швидкість передачі стають основою для систем Command and Control (C2), забезпечуючи штаби актуальною відеоінформацією в 4K-якості в режимі реального часу. Це відкриває шлях для ефективного використання розвідувальних дронів та автономних апаратів, які можуть працювати як єдиний «рій». Крім того, 5G дозволяє впроваджувати інноваційні методи підготовки особового складу через AR/VR симуляції та розвивати військову телемедицину, включаючи складні дистанційні маніпуляції безпосередньо в польових шпиталях. Завдяки сегментації мережі, військовий

трафік залишається надійно ізольованим від цивільного, що підвищує захищеність від ворожих засобів РЕБ та робить 5G не просто засобом комунікації, а ключовим елементом сучасної мережецентричної війни.

Отже, еволюція 5G демонструє перехід від простого збільшення швидкості інтернету до створення універсальної та стійкої цифрової системи. Ця технологія гнучко адаптується під потреби суспільства, бізнесу та армії, стаючи запорукою сталого розвитку та оборони держави в умовах сучасних глобальних викликів. Україна, попри всі об'єктивні труднощі, впевнено інтегрується в цей глобальний процес, закладаючи фундамент для майбутнього технологічного лідерства та зміцнення національної безпеки на десятиліття вперед.

Дзюбак В. Ю., курсант
Науковий керівник – Хоптинський Р. П., канд. техн. наук, доц.
Національна академія Державної прикордонної служби
імені Богдана Хмельницького

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ВІДЕОПОТОКІВ У СИСТЕМАХ ОХОРОНИ ДЕРЖАВНОГО КОРДОНУ

Питання спрямовані на підвищення ефективності відеомоніторингу, інтелектуального аналізу відео, оптимізації передачі відеопакетів в складних умовах та автоматизація спостереження потребують глибшого вивчення та вдосконалення. Підвищення обороноздатності країни є абсолютним державним пріоритетом. Сьогодні спостерігається стійка тенденція до цілеспрямованого фінансування та залучення ресурсів у модернізацію технічного оснащення підрозділів охорони Державного кордону України. Масштабне впровадження інноваційних технологій важливе для обороноздатності.

Зокрема, системи відеоспостереження зазнали суттєвого розвитку і перетворились з допоміжного засобу на невід'ємну складову комплексної системи захисту державного кордону, що забезпечують безперервний контроль як за лінією Державного кордону та пунктами пропуску через Державний кордон України.

Розширення мережі відеомоніторингу призводить до стрімкого зростання обсягів інформації. Проста візуальна фіксація подій вже не задовольняє оперативні потреби, разом з цим, навантаження на операторів відеоспостереження та на канали зв’язку збільшується. Перехід від пасивного спостереження до проактивних інтелектуальних систем є об’єктивною необхідністю.

Впровадження технологій штучного інтелекту для обробки та аналізу відеоданих стає своєчасною та науково обґрунтованою відповіддю на ці виклики. Використання нейромережевих алгоритмів дозволяє не лише автоматизувати процес виявлення та класифікації загроз у режимі реального часу, але й суттєво знизити навантаження на комунікаційні мережі завдяки інтелектуальному стисненню та пріоритезації передачі критично важливих відеофрагментів.

Реалізація таких систем на апаратному рівні безпосередньо пов'язана з вирішенням проблеми обчислювальної складності. Оскільки в основі роботи сучасних нейронних мереж лежать мільйони математичних операцій множення матриць, обробка відео високої роздільної здатності вимагає значних ресурсів. Для впровадження цих технологій на кінцевих пристроях спостереження застосовуються спеціальні методи спрощення моделей ШІ. Зокрема, використання алгоритмів квантування та видалення малозначущих нейронних зв'язків дозволяє кратно прискорити матричні обчислення та зменшити енергоспоживання обладнання без критичної втрати точності розпізнавання об'єктів.

Також, на етапі передачі даних традиційні алгоритми відеокомпресії поступаються місцем семантичному кодуванню. Замість рівномірного піксельного стиснення кадру, ШІ виділяє в ньому області інтересу — наприклад, рухому техніку або людей. Система кодує ці критичні фрагменти з максимальною деталізацією, тоді як статичний ландшафт або фоновий шум піддається агресивному стисненню. У перспективі такий підхід дозволяє інтегрувати камери спостереження в єдину екосистему "розумного кордону", де кожен пристрій не просто передає "картинку", а виконує функцію інтелектуального сенсора, здатного приймати рішення про пріоритетність переданих даних. Такий вибірковий підхід гарантує, що навіть за умов нестабільного зв’язку чи низької пропускної здатності каналу оператор отримає найважливішу оперативну інформацію без затримок.

З огляду на вищезазначене, дослідження методів оптимізації відеопотоків за допомогою штучного інтелекту в інтересах підрозділів охорони Державного кордону України є надзвичайно актуальним завданням, що має високе практичне та оборонне значення. Реалізація підходів семантичного кодування та периферійних обчислень дозволяє трансформувати розрізнені камери спостереження в єдину інтелектуальну мережу, здатну самостійно виявляти загрози та пріоритезувати передачу даних у реальному масштабі часу.

Tereshchuk P. K., cadet
Scientific supervisor – Prokopenko Ye. V., Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.
Bohdan Khmelnytskyi National Academy
of the State Border Guard Service of Ukraine

COGNITIVE MESH NETWORKS AND AI-DRIVEN ROUTING: SECURING TACTICAL COMMUNICATIONS IN THE ERA OF ELECTRONIC WARFARE

In the modern geopolitical landscape, national security is heavily dependent on technological superiority and information resilience. The realities of modern warfare, particularly the war in Ukraine, have exposed the vulnerabilities of traditional communication infrastructures against advanced Electronic Warfare (EW). This article explores the intersection of modern security challenges and intelligent routing algorithms in dynamic radio networks, highlighting how Mobile Ad-Hoc Networks (MANET), Mesh architectures, and Artificial Intelligence (AI) create an adaptive, self-healing information fabric essential for modern defense.

National security is a key priority for any state, but contemporary threats to sovereignty and stability are increasingly driven by complex geopolitical, economic, and technological factors. The processes of globalization and the ongoing war in Ukraine have demonstrated that national security is a comprehensive category spanning military, informational, and cyber domains. To effectively respond to these modern challenges, states must implement strategic imperatives that include strengthening defense capabilities, modernizing armies, and investing in high-tech developments such as artificial intelligence, quantum technologies, and cyber defense. In the military sphere specifically, the extreme density of Electronic Warfare and

electronic reconnaissance means has created unprecedented challenges for traditional communication systems.

Classical communication networks are typically built on hierarchical star or point-to-multipoint principles. In high-intensity conflict zones, these centralized systems possess a critical vulnerability in the form of a single point of failure. When an adversary utilizes automated direction-finding complexes and powerful jamming stations, any centralized communication node—such as a base station or a satellite terminal—becomes a priority target for physical destruction or complete radio-electronic suppression. The destruction or jamming of these central nodes leads to a total paralysis of the command and control system. Consequently, ensuring national security in today's high-threat environments requires a fundamental shift away from static, hierarchical communications toward dynamic, decentralized solutions.

Furthermore, Artificial Neural Networks are employed to manage these cognitive radio environments. Hybrid transmission models and Particle Swarm Optimization algorithms controlled by Convolutional Neural Networks are used to efficiently detect available spectrum channels and manage the dynamic access of multiple mobile users. Neural networks process massive amounts of environmental data to balance resource allocation, predict bandwidth loads, and optimize system performance autonomously. In the face of intelligent reactive jammers, simply re-routing traffic is not enough, so cognitive Mesh nodes integrate Machine Learning classifiers directly into their signal processing loops. These neural network classifiers perform deep spectral analysis of the radio environment, allowing the system to distinguish intentional enemy jamming from natural interference or network collisions.

When a targeted attack is detected, the cognitive controller can predict the operating cycles of enemy EW stations and preemptively switch the network to clean backup frequencies before data packets are lost. Additionally, these smart nodes dynamically adjust modulation schemes and increase Forward Error Correction to guarantee the delivery of critical command data through highly noisy environments. To evade enemy direction finders, these intelligent networks employ Low Probability of Intercept and Low Probability of Detection signals.

Today's security challenges demand an immediate technological evolution. The integration of intelligent routing algorithms, neural networks, and Mesh architectures into dynamic radio networks represents a strategic imperative for modern national

defense. By replacing vulnerable centralized hubs with self-organizing, cognitive networks, modern defense forces can maintain the critical OODA loop even under the most severe electronic and physical attacks. Investing in these AI-driven telecommunication technologies ensures that a state can effectively respond to the challenges of the modern world, protecting its sovereignty and the lives of its defenders.

Dudko O. O., cadet
Scientific supervisor – Obrezkov S. V.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

PROPOSALS ON THE APPLICATION OF SOFTWARE FOR ANTI-AIR COMBAT WARGAME AND EVALUATION OF ITS RESULTS IN ANTI-AIR MISSILE COMPLEX WITH OPEN ARCHITECTURE IRIS-T SLM

For effective combat planning, a standardized procedure provides for conducting a battle simulation and evaluating the results.

Existing approaches to wargaming are based on the use of specialized software. An example of such specialized software is VR-Forces, which is designed to create virtual combat environments, practice combat skills, and analyze combat scenarios.

The report considers the possibility of using the VR-Forces software to obtain wargaming results and further analyze the actions of the air enemy and its units, which are armed with the IRIS-T SLM anti-aircraft missile system, according to various variants of the combat plan.

The main advantage of using software as a means of simulating an anti-air battle and evaluating the results is the use of algorithms similar to the IBMS software algorithms used in the IRIS-T SLM GBAD system during combat operations.

The use of specialized VR-Forces software when planning an anti-air battle allows the commander to more accurately analyze options for the plan of combat operations using the “fire control” evaluation criterion.

Slusarenko M. V., cadet
Scientific supervisor – Kolesnik O. M., Cand. Sc. (Tech.), Senior Research.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

METHODOLOGY FOR EVALUATING THE PERFORMANCE OF RADIO-TECHNICAL UNITS USING THE INFORMATION AND COMMUNICATION SYSTEM «VIRAZH-TABLET»

Existing methodology for training and evaluating the effectiveness of combat operations of command post crews of radio-technical troops units is based on the use of non-automated (manual) methods of radar information processing, which does not correspond to the real state of combat experience. The experience of the Russian-Ukrainian war shows that improving the quality of radar information processing at command posts within the information and communication system “Virazh-Tablet” is possible through the implementation of automated processing of primary radar information from the radars of radio-technical units, obtained in the categories of the Asterix data exchange protocol.

The report presents proposals for improving the methodology of training combat crews of command posts using simulated primary radar information from RTV radars. To generate simulated primary information from radars, it is proposed to use the “Virazh-RD” training simulation system, which allows the creation of simulated flight tracks of air attack assets of any complexity and the introduction of simulated tracks into the workstations of the “Virazh-Tablet” information and communication system.

To evaluate the results of combat operations of command post crews, it is proposed to automatically assess a set of known indicators of RTV unit combat capabilities, including the air target tracking coefficient and the RTV coefficient, which can be calculated using the results of objective monitoring within the “Virazh-Tablet” information and communication system. The report demonstrates that the use of automated processing of simulated primary radar information from RTV unit radars significantly reduces time and improves the results of combat training of command post crews. Thus, improving the methodology for evaluating the results of combat operations of radio-technical units will enhance the completeness and reliability of obtained values of combat capability indicators based on air target tracking results and combat crew training outcomes.

Струкевич Д. І., курсант
Науковий керівник – Городиський Р. О.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

ЗАСТОСУВАННЯ СУПУТНИКОВИХ СИСТЕМ ТИПУ STARLINK У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ЗВ'ЯЗКУ ПІД ЧАС КРИЗОВИХ СИТУАЦІЙ

Сучасні кризові ситуації, зокрема збройні конфлікти, техногенні аварії та природні катастрофи, досить часто супроводжуються порушенням або повним знищенням наземної інфраструктури зв'язку. У таких умовах забезпечення стабільної комунікації між підрозділами, органами управління та службами реагування є одним із ключових факторів ефективного виконання завдань. Саме тому все більшого значення набуває використання супутникових систем зв'язку, які здатні забезпечити безперервний обмін інформацією незалежно від стану наземних мереж.

Одним із сучасних прикладів таких технологій є супутникова система Starlink, розроблена компанією SpaceX. Її особливістю є використання великої кількості супутників на низькій навколоземній орбіті, що забезпечує високу швидкість передачі даних та мінімальні затримки сигналу. На відміну від традиційних геостаціонарних супутникових систем, низькоорбітальні супутники дозволяють створити більш стабільну та швидку мережу зв'язку.

Використання супутникових систем типу Starlink має низку важливих переваг під час кризових ситуацій. По-перше, такі системи не залежать від стану наземної телекомунікаційної інфраструктури, що особливо важливо у випадках її пошкодження або знищення. По-друге, мобільні термінали дозволяють оперативно розгорнути зв'язок у будь-якому районі, включаючи віддалені або важкодоступні території. По-третє, висока швидкість передачі даних забезпечує можливість передавання великого обсягу інформації, включаючи відео, картографічні дані та іншу важливу інформацію в режимі реального часу.

Практичне застосування низькоорбітальних супутникових систем демонструє їхню ефективність для забезпечення зв'язку між підрозділами, координації дій під час проведення рятувальних операцій та управління силами реагування. Крім того, використання таких технологій сприяє підвищенню оперативності прийняття рішень і покращує взаємодію між різними структурами безпеки.

Важливим аспектом використання супутникових систем є їхня висока мобільність та швидкість розгортання. Термінали супутникового зв’язку можуть бути встановлені в короткий термін без необхідності створення складної інфраструктури. Це дозволяє оперативно забезпечити зв’язок у районах проведення рятувальних операцій, у польових умовах або в місцях, де традиційні засоби зв’язку відсутні чи зруйновані.

Крім того, низькоорбітальні супутникові системи відіграють важливу роль у забезпеченні координації між різними структурами, які беруть участь у ліквідації наслідків кризових ситуацій. Завдяки стабільному доступу до мережі можлива швидка передача оперативної інформації, координація дій підрозділів, а також обмін даними між органами управління, рятувальними службами та іншими організаціями.

Ще однією перевагою застосування супутникових систем є можливість використання сучасних цифрових сервісів. Зокрема, через супутниковий зв’язок може здійснюватися передача картографічної інформації, використання систем позиціонування, дистанційний моніторинг ситуації та обробка великих обсягів даних. Це значно підвищує ефективність управління під час кризових ситуацій та сприяє більш швидкому реагуванню на зміни обстановки.

Водночас використання супутникових систем зв’язку потребує подальшого розвитку та вдосконалення. Важливими напрямами є підвищення захищеності каналів зв’язку, розвиток технологій кібербезпеки та інтеграція супутникових систем із іншими засобами комунікації. Комплексне застосування таких технологій дозволить створити більш надійну та стійку систему зв’язку в умовах кризових ситуацій.

Таким чином, застосування супутникових систем типу Starlink є перспективним напрямом розвитку сучасних засобів зв’язку в умовах кризових ситуацій. Використання низькоорбітальних супутникових технологій дозволяє забезпечити стабільний і безперервний зв’язок, що є важливою умовою ефективного управління та успішного виконання завдань у складних умовах.

Derevianko O. V., cadet
Scientific supervisor – Shapovalov O. V., Cand. Sc. (Tech.)
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University

MULTISENSOR INTEGRATION OF BATTLEFIELD AIR TRAFFIC DATA USING THE ASTERIX PROTOCOL TO PROVIDE INTEROPERABILITY OF GROUND-BASED AIR DEFENSE COMMAND AND CONTROL CENTERS

Last combat operations involve dense air threats and multiple reconnaissance assets, generating large volumes of air data. Rapid integration of this information into a unified space is essential for decisions at ground-based air defense command and control centers.

The main challenge is ensuring interoperability between radar systems, command posts and automated control systems. Without a single information exchange standard, transmitting radar messages is complicated and can result in the loss of important tactical information.

Using the ASTERIX (All Purpose Structured Eurocontrol Surveillance Information Exchange) protocol provides an effective approach to this problem. This protocol establishes a unified format for the transmission of surveillance data, covering target position, movement parameters, and auxiliary service fields. Doto to ASTERIX, data can be exchanged between various sensors and control systems in a consistent manner, independent of their specific hardware design.

In a multi-sensor setup, integration and data‑fusion algorithms merge inputs from multiple stations and other surveillance assets. Such processing enhances the accuracy and reliability of the recognized air picture, decreases the number of false tracks, and strengthens the continuity of target tracking.

As a result, operators at command and control centers receive a more complete and cohesive representation of the air situation across the battlefield. The ASTERIX protocol enhances radar data integration and ensures interoperability across air defense command and control centers. By unifying information, it enables faster, more effective decision-making, strengthening air defense response in modern combat.

Бабенко А. А., курсант
Науковий керівник – Бондаренко А. П.
Військова академія (м. Одеса)

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ 3D-МОДЕЛЮВАННЯ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ

В сучасній війні для досягнення запланованого результату командири організовують та проводять великий обсяг дій, але все починається з планування та доведення інформації. Саме під час цих дій військовослужбовці отримують інформацію що їм робити та як їм це робити. Але ця інформація зазвичай надається в текстовому формати, доводиться усно, в більш рідких випадках шляхом презентацій. На ці дії командири витрачають багато службового часу та сил, а результат не завжди такий, що можливо досягти результату де всі розуміють наміри командира.

На теперішній час штучний інтелект (далі ШІ) дуже швидко розвивається, та використовується в багатьох сферах. Є можливість налаштувати його для автоматизації, аналітики та підрахунків, але також можливо навчити його моделювати ситуацію на полі бою та навіть автоматично створювати 3-D об’єкти різних типів, починаючи від моделі ворожого бліндажа, закінчуючи будівлею з повним вільним видом ззовні та зсередини. Це може допомогти в плануванні дій на тактичному та оперативному рівнях в процедурах управління військами (TLP,MDMP, ОРР та інші). Також, моделювання 3- D об’єктів є актуальним та зрозумілим способом доведення інформації до особового складу задля збільшення зрозумілості дій кожного військовослужбовця.

Для завдання по збору та аналізі інформації оптимальними можуть бути ШІ які можуть взаємодіяти з інформацією ззовні, тобто автоматично збирати її з джерел моніторингу, типу записів відео та фото, і аналізувати її по критеріям (кластерам) які раніше встановлені оператором, та в решті видавати цю інформацію в зручній формі для подальшої обробки іншими ШІ. На цю роль підійдуть ШІ, які спеціально будуть написані і встановлені в вигляді застосунку на засіб прийому та обробки інформації. Цей вид ШІ в нашій системі не є головним, так як його функції може виконувати людина, що буде навіть більш швидше та чіткіше, бо саме людина здатна краще проаналізувати інформацію яка подається в вище сказаних видах прийому.

Автоматичне написання описів та взаємодія з іншими видами штучного інтелекту буде вирішуватися ШІ які націлені на створення 3-D моделей працюють від правильної подачі в них інформації. Тому цей вид ШІ має на меті після обробки інформації, подати її у вигляді готових промтів для покращення кінцевого результату та автоматично починати взаємодіяти з іншими ШІ. На цю роль підійдуть майже всі інтелекти, які працюють з текстом, адже вони мають на меті подати інформацію у тому вигляді, як то забажає автор. Chat GPT - один із найрозвиненіших на даний момент інструментів, який взмозі працювати з подібними запитами. Для його роботи вам потрібно дати йому початкові дані, які ви маєте в результаті роботи першого етапу, та описати йому завдання, як саме, та для якої мети вам потрібен наступний промт з урахуванням всіх деталей. В результаті він видасть готовий промт для подальшої роботи з наступними ШІ, які по ньому зможуть чітко визначити першопочаткову мету та створити вже кінцевий результат. Також, є можливість використати спеціальні створене програмне забезпечення, яке автоматично буде мати можливість вносити корективи (правки) і взаємодіяти одночасно з різними ШІ, що в результаті надасть ще більш якісніший результат.

Безпосереднє створення 3-D об’єктів як етап включає в себе дії для досягнення кінцевого результату. На сьогоднішній день тисячі видів ШІ можуть створювати картинки та відео в 2-D та 3-D. Одним з таких таких інструментів є Luma AI, який створює 3-D об’єкти з відео та фото. Тобто, з правильним промтом і зображенням, отриманий результат можна використовувати як кінцевий. Також існує Meshy AI, який генерує моделі об’єктів з тексту. Цей варіант є найлегшим і більш точним. Також, можна об’єднувати ці інструменти задля повного досягнення якісного результату.

Отже для того щоб змоделювати 3- D об’єкт, необхідно користуватися багатьма видами штучного інтелекту. А для автоматизації цих дій, потрібна спеціально написаний код, або застосунок, який буде об’єднувати роботу цих інструментів та вносити правки без участі людини. Такий метод виведення початкової інформації на рівень готового матеріалу для проведення більш точного планування або доведення інформації про майбутні дії у більш зрозумілій формі, в теперішній час не є утопією та в майбутньому буде тільки розвиватися, в першу чергу у військовій сфері.

Mukha V. V., cadet
Scientific supervisor – Maslov O. A.
Korolov Zhytomyr Military Institute

THE ROLE OF CYBERSPACE IN ORGANIZING DEFENSE AND RESISTANCE

In the history of warfare over the centuries, the side that had a larger army or more modern weapons became the victor. With the development of technology, the priority became the development of technologies for the successful conduct of hostilities, attrition of enemy forces, and ensuring reliable defense of the state against possible threats. If in 2020 total military expenditures amounted to $1.83 trillion, by 2024 this figure had already reached $2.46 trillion, indicating a significant increase of 34.4% over the past five years. It can be concluded that spending on new technologies in the military is rapidly increasing.

One of the priority areas of development in technology and weaponry has become the field of cyberspace. The sphere of cybersecurity has become especially important, as today cyberattacks are increasingly becoming a key component of military strategy. Hacker attacks are regularly carried out on servers not only of military but also civilian facilities with the aim of obtaining a large amount of data on specifically identified individuals or paralyzing the operation of these servers, which can instigate mass panic among the population and render the state system helpless for a certain period.

In 2022, 2,194 cyber incidents were recorded, in 2023 – up to 2,543 (15.9% more than the previous year), in 2024 – 4,315 cyber incidents (70% more than in 2023), in 2025 – 5,927 cyber incidents (37.4% more than the previous year). The main targets of attacks were financial systems, government agencies, and security and defense bodies.

These data indicate the systemic and large-scale nature of Russia's cyber operations against Ukraine, which are a component of hybrid warfare and are aimed at disrupting the functioning of state institutions, critical infrastructure, and the information space.

Several main directions of cyberwarfare can be distinguished:

Cyber espionage – the use of malicious software, social engineering, phishing attacks to gain access to confidential data of citizens of various categories (military personnel, diplomats, politicians, etc.).

Attacks on critical infrastructure – stopping the operation of critically important facilities, such as power plants, communications, financial systems. For example, such large-scale operations were carried out by the Russian Federation against Ukraine in 2015 and 2022.

Hacking and disclosure of information – gaining access to the enemy's information of different levels of secrecy (confidential information, correspondence, military operation plans) and publishing it in open access. In particular, Ukrainian cyber groups, including Anonymous, have repeatedly carried out attacks on enemy servers and gained access to secret Russian materials, subsequently publishing them.

The cognitive warfare– the massive use of fake accounts and bots on Telegram and other social networks to spread disinformation and destabilize the situation in society during wartime. Ukraine is carrying out a large number of measures aimed at countering hostile propaganda.

The war in Ukraine has become a catalyst for the development of new technologies that change not only the course but also the type of combat operations and form the basis for future technological breakthroughs. Today, Ukraine has achieved a significant level of cybersecurity, which our partners not only study but also implement solutions from domestic experts in the field of cybersecurity. Technologies for informational influence on people's consciousness occupy a special place. Due to the rapid development of technologies and the relatively slow formation of cyber hygiene skills among users, Ukrainian forces can significantly influence the actions of the enemy by spreading disinformation and stirring panic among the population of the hostile country. The hybrid war unleashed by Russia against Ukraine shows that it is now conducted primarily for the mind and perception of people, their view, and reaction to certain events in the country.

Константінова О. В., курсант
Науковий керівник – Гармаш Н. В.
Харківський національний університет Повітряних Сил
імені Івана Кожедуба

ЗАСТОСУВАННЯ КІБЕРБЕЗПЕКИ В СУЧАСНИХ ВІЙСЬКОВИХ ОПЕРАЦІЯХ

Сучасні військові конфлікти дедалі частіше супроводжуються кіберзагрозами, які здатні істотно впливати на перебіг бойових дій. У зв’язку з цим кібербезпека стала важливою складовою стратегічного управління військовими операціями. У сучасних умовах інформаційна перевага може визначати результат протистояння, тому захист інформаційних ресурсів набуває особливого значення. Актуальність цієї проблеми зростає з огляду на

сучасні конфлікти, у яких кібератаки активно використовуються як один із інструментів ведення війни. Метою даної роботи є аналіз ролі кібербезпеки у військових операціях та визначення основних підходів до забезпечення захисту інформації на полі бою.

У сучасних умовах інформація стає стратегічним ресурсом, значення якого можна порівняти із військовою технікою або озброєнням. Широке застосування сучасних технологій, зокрема безпілотних літальних апаратів, супутникових систем, цифрових мереж зв'язку та автоматизованих систем управління, значно розширює можливості ведення бойових дій. Водночас розвиток таких технологій створює нові виклики, пов'язані з кіберзагрозами. Кібератаки можуть призвести до витоку конфіденційної інформації, порушення роботи систем управління військами або навіть до втрати контролю над важливими ресурсами. Подібні інциденти вже фіксувалися у різних збройних конфліктах, що підтверджує реальність та небезпеку таких загроз. Ефективність військових операцій значною мірою залежить від здатності командування оперативно отримувати, аналізувати та використовувати інформацію. Будь-яке втручання у роботу інформаційних систем може суттєво знизити ефективність управління військами. Наприклад, порушення роботи систем зв'язку або передачі даних може ускладнити координацію підрозділів та виконання бойових завдань. Саме тому забезпечення інформаційної безпеки є важливою умовою підтримання бойової готовності та ефективного стратегічного планування. Для забезпечення надійного захисту інформаційних ресурсів військові структури повинні впроваджувати комплексні стратегії кібербезпеки.

Значну роль відіграє співпраця з міжнародними партнерами та союзниками. Обмін інформацією про кіберзагрози, досвід протидії кібератакам та використання найкращих практик дозволяє значно підвищити ефективність захисту інформаційних систем. Не менш важливим є розроблення чітких планів реагування на кіберінциденти. Наявність таких планів дозволяє оперативно реагувати на можливі атаки та мінімізувати їх негативні наслідки для військових операцій. Окрему увагу доцільно приділити використанню сучасних аналітичних методів для оцінки кіберзагроз. Одним із таких інструментів є мережі Байєса, які застосовуються для моделювання ймовірнісних зв'язків між різними факторами. Цей метод дозволяє аналізувати складні системи та прогнозувати розвиток подій на основі наявних даних.

Застосування мереж Байєса у сфері кібербезпеки дає можливість оцінювати ризики, пов'язані з потенційними кібератаками, а також визначати ймовірність виникнення певних типів загроз. Наприклад, за допомогою таких моделей можна аналізувати ймовірність здійснення фішингових атак, атак типу DDoS або інших кіберінцидентів. Крім того, мережі Байєса можуть використовуватися для прогнозування можливих наслідків кібератак для військових операцій. За допомогою відповідних моделей можна оцінити, як певна кіберзагроза може вплинути на ефективність виконання бойових завдань, функціонування систем управління або рівень бойових втрат. Це дозволяє військовим фахівцям більш обґрунтовано оцінювати ризики та обирати оптимальні стратегії реагування.

Отже, кібербезпека відіграє важливу роль у забезпеченні ефективності сучасних військових операцій. Захист інформаційних систем, розвиток сучасних технологій кіберзахисту та використання аналітичних методів, таких як мережі Байєса, дозволяють підвищити рівень безпеки інформаційного середовища та забезпечити інформаційну перевагу на полі бою.

Vovnenko D. V., cadet, Yakimechko I. P., cadet
Scientific supervisor – Kovalevskyi S. M.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

DEVELOPMENT OF PROPOSALS FOR IMPROVING THE COMMAND AND CONTROL SYSTEM OF A RADAR COMPANY, TAKING INTO ACCOUNT THE EXPERIENCE OF THE RUSSIAN-UKRAINIAN WAR

The loss of command posts for units and subunits of the Radio Technical Forces since the very beginning of the russian federation's full-scale invasion of Ukraine has negatively impacted the command and control of units and the provision of air situation awareness to troops. Command and control of radio-technical units refers to the activities of commanders and other officers at command posts who maintain the combat readiness and combat capability of units during the preparation and execution of combat missions.

The command post is the central element of the combat formation of an independent radar company, from which the unit commander directs his combat crews

via communication systems. The command and control system must meet the following requirements: concealment, continuity, resilience, and responsiveness. To ensure continuous command and control of subordinate combat units (combined units and separate radar platoons), and taking into account the experience of the Russian-Ukrainian war, it is proposed that each separate radar company have a backup and mobile command post. In addition, to establish covert and reliable communication with a separate radar platoon, it is proposed to create a radio relay communication link using a low-power radio relay station and to use it as a backup channel for command and control and the transmission of radar information.

To ensure more covert and efficient command and control of a radar company's communications with a radar platoon and combined units, it is proposed to use time-diverse covert communications equipment.

Consequently, this enables the commander of a separate radar company to effectively and fully utilize the combat capabilities of his radar unit to accomplish the assigned tasks.

Дорошенко М. О., курсант
Науковий крівник – Калита О. В.
Харківський національний університет Повітряних Сил
імені Івана Кожедуба

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РАДІОЛОКАЦІЙНОГО РОЗПІЗНАВАННЯ ЦІЛЕЙ ШЛЯХОМ АНАЛІЗУ ІНВАРІАНТНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ФОРМИ ДАЛЬНІСНИХ ПОРТРЕТІВ

Радіолокаційне розпізнавання повітряних цілей є критично важливим завданням. Використання широкосмугових сигналів дозволяє отримувати дальнісні портрети (Range Profiles, RP), які відображають просторову структуру цілі та значно підвищують імовірність правильного розпізнавання до $P_{pr} \approx 0{,}9$. Проте традиційні методи класифікації цілей за RP потребують порівняння поточного портрета з великою базою еталонів, що охоплює всі можливі ракурси, і такий підхід є ресурсоємним, надлишковим та нестійким до варіацій.

Запропоновано підхід, що починається з попередньої обробки – стандартизації дальнісного портрета, яка включає нормалізацію амплітуди (для

інваріантності до ефективної площі розсіювання – ЕПР) та компенсацію зміщення (Alignment), що центрує портрет відносно основного відбивача або центру мас.

Замість використання повного вектора RP доцільно виділяти дискримінантні інваріантні ознаки форми. Для прийняття рішення формується комплексний вектор, який поєднує ознаки форми RP з додатковими, менш залежними від ракурсу характеристиками, такими як траєкторні ознаки та оцінка ЕПР цілі.

Для класифікації використовується високопродуктивний класифікатор, наприклад метод опорних векторів (SVM) або штучні нейронні мережі (ANN/CNN).

Розробка такого алгоритму дозволить значно зменшити розмір бази еталонів, підвищити стійкість системи розпізнавання до змін ракурсу, зміщення та шумів і при цьому зберегти високу ймовірність правильного розпізнавання $P_{pr} \geq 0{,}9$. Запропонований метод забезпечує ефективне та надійне радіолокаційне розпізнавання цілей за формою.

Гусельникова О. В., курсант
Науковий керівник – Калита О. В.
Харківський національний університет Повітряних Сил
імені Івана Кожедуба

РОЗРАХУНОК ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАКТУ ПЕРЕДАЧІ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ СТАНЦІЇ ТА ОЦІНКА ВТРАТ ПОТУЖНОСТІ ЗОНДУВАЛЬНОГО СИГНАЛУ ПІД ЧАС ВИКОРИСТАННЯ ФАР З ОПТИЧНИМ ЗБУДЖЕННЯМ

Завдання, покладені на розвідку та наведення радіолокаційних станцій (РЛС) зенітно-ракетних комплексів (ЗРК), передбачають високу потужність зондувального сигналу та високу роздільну здатність за кутами та дальністю. Крім того, вирішення завдань керування вогнем і наведення ракет на ціль потребує можливості миттєвого коригування параметрів діаграми спрямованості антени в часі та просторі.

Використання декількох каскадних передавачів вирішує проблему формування потужного зондувального сигналу, а застосування фазованих антенних

решіток (ФАР) дозволяє миттєво змінювати параметри діаграми спрямованості. Для досягнення заданих параметрів РЛС щодо дальності та роздільної здатності, потужність передавача та характеристики антени повинні відповідати вимогам щодо коефіцієнта підсилення та коефіцієнта корисної дії (ККД).

У доповіді проведено:

кількісне оцінювання втрат потужності зондувального сигналу РЛС під час використання пасивної ФАР з оптичним збудженням;

розрахунки ефективності тракту передачі РЛС.

Сформульовано пропозиції щодо підвищення ефективності тракту передачі РЛС.

Шевчук Р. В., курсант
Науковий керівник – Площик А. С.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ЦИФРОВОГО ШИФРУВАННЯ ТА ЗАВАДОСТІЙКОГО КОДУВАННЯ ДЛЯ ЗАХИЩЕНОГО РАДІОЗВ’ЯЗКУ В УМОВАХ БОЙОВИХ ДІЙ

Радіопередача є важливим аспектом систем бойового управління, оскільки вона пропонує зручний інтерфейс, безпечний у сучасних бойових сценаріях. Зв'язок на основі сигналів створює ризики крадіжки сигналу, навмисного блокування шумом і сигналом, а також інші загрози інформаційній безпеці. Використання систем радіозв'язку дозволяє неавторизованим користувачам отримувати доступ до переданих даних, що призводить до втрати конфіденційної інформації та порушує діяльність підрозділів. Сучасні конфлікти та діяльність з радіоелектронної боротьби вимагають систем зв'язку, які дозволять командирам командувати арміями.

Одним із підходів, який можна використовувати для захисту радіозв'язку, є цифрове шифрування. Звичайний текст може бути зашифрований за допомогою ключів, які гарантують, що дані залишаються секретними, незмінними та автентичними. Сучасні радіосистеми застосовують два типи шифрування у вигляді блокових шифрів та алгоритмів шифрування з відкритим ключем, які є симетричною криптографією та асиметричною криптографією.

Сильніші методи шифрування додають до переданого сигналу додаткові дані, що дозволяє приймачу виявляти та виправляти помилки. Цей метод зводить до мінімуму можливість пошкодження інформації та підтримує надійний радіозв'язок у нестабільних радіоелектронних середовищах.

Радіозв'язок є безпечним, коли він реалізований за допомогою цифрового шифрування та надійних методів кодування. Комбінування цих технологій гарантує конфіденційність передачі даних та високу якість сигналу. Переважно вони мають заздалегідь визначений процес передачі даних, який включає шифрування та кодування, а далі модуляцію сигналу.

Сучасні системи зв'язку для захисту конфіденційної інформації використовуються надійні криптографічні алгоритми (AES, RSA). Вони надають потужний захист, використовуючи менше обчислювальних ресурсів. Які є симетричними та асиметричними, зокрема AES, RSA та алгоритми на основі еліптичних кривих. Для підвищення надійності передачі даних застосовуються методи кодування, стійкі до перешкод.

У військовому зв'язку дані технології повинні використовуватися з мінімальною обчислювальною потужністю, високою швидкістю передачі та працювати в режимі реального часу. Це означає, що методи шифрування та кодування слід обирати залежно від радіоканалу, апаратних можливостей та операційного середовища системи зв'язку.

Архітектура захищеної системи радіозв'язку складається з джерела інформації, модуль криптографічного перетворення, блок завадостійкого кодування та модуль модуляції сигналу. Також радіоканали передачі та приймання, які містять модулі демодуляції, декодування та дешифрування. Даний процес дозволяє зберігати конфіденційність інформації, що передається, та забезпечує коректне відтворення станцією, яка приймає інформацію.

Таким чином військовий зв'язок є достатньо безпечним, він шифрується цифровим способом. Завдяки розумному використанню цих технологій, зв'язок здатний протистояти перехопленню та глушінню, а також мінімізує технічні проблеми, що дозволяє підрозділам повністю контролювати свої комунікації.

Білявець Ю. С., курсант
Науковий керівник – Шевчук В. М., канд. пед. наук, доц.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ЧИННИК ПІДВИЩЕННЯ БОЙОВОЇ СТІЙКОСТІ ТА СИТУАЦІЙНОЇ ОБІЗНАНОСТІ ПРИКОРДОННИХ ПІДРОЗДІЛІВ

Сьогодні роль і характер діяльності прикордонника зазнали докорінної трансформації завдяки стрімкому розвитку інформаційних технологій. Використання багатофункціональних безпілотних комплексів, супутникових систем навігації та мережі інтелектуальних сенсорів дозволяє здійснювати безперервний моніторинг територій, які раніше вважалися недоступними для візуального або технічного контролю. Такий підхід не лише розширює операційні можливості, а й критично мінімізує ризики для життя особового складу, виводячи людей із зони безпосереднього ураження. Можливість миттєвої детекції руху, ідентифікації техніки чи виявлення аномальних змін ландшафту на великих дистанціях дозволяє підрозділам переходити від пасивного спостереження до випереджальних дій, нейтралізуючи загрози ще на етапі їх формування. Це формує новий рівень мережецентричної безпеки, де кожна ділянка кордону стає частиною єдиного інформаційного простору, а відчуття стабільності підкріплюється постійним об’єктивним контролем.

Інформація в сучасних системах управління надходить майже миттєво, що дозволяє реалізовувати концепцію швидкого циклу прийняття рішень (OODA loop), діючи впевнено та безпомилково. Командири ланки управління отримують не просто окремі звіти, а комплексну, інтегровану картину тактичної обстановки. Це дає змогу оперативно перерозподіляти резерви та спрямовувати наряди саме на ті напрямки, де фіксується найбільша концентрація ризиків. Висока координація, що базується на синтезі людського досвіду та алгоритмічних рішень, значно посилює бойовий потенціал підрозділу. Додатковим чинником є суттєве зниження психоемоційного навантаження на бійців: усвідомлення того, що підрозділ перебуває під постійним захистом технічних систем підтримки, підвищує моральну стійкість та дозволяє діяти більш раціонально у критичних ситуаціях.

Мобільні цифрові додатки та інтегровані бази даних у реальному часі забезпечують миттєву верифікацію осіб та транспортних засобів безпосередньо в полі. Це не лише економить дефіцитний час, а й створює фундамент для прийняття юридично та тактично вивірених рішень, що виключає можливість помилки через брак відомостей. Інформаційні технології в даному контексті виступають як «множник сили» (force multiplier): вони не замінюють професіоналізм прикордонника, а радикально підсилюють його можливості, забезпечуючи повний контроль над операційною зоною.

Важливо підкреслити, що без системного навчання та постійної адаптації до нових викликів навіть найдосконаліші ІТ-інструменти втрачають свою ефективність. Регулярні тренування, відпрацювання алгоритмів роботи в умовах радіоелектронних завад та освоєння оновленого програмного забезпечення роблять використання технологій природною частиною професійної культури. У таких умовах будь-які непередбачувані сценарії, що раніше спричиняли хаос, проходять керовано та організовано. Це дозволяє синергічно поєднати технологічну перевагу з багаторічним практичним досвідом, що в підсумку гарантує впевненість у власних діях та результативність служби.

Підсумовуючи, сучасна система охорони державного кордону стала невід'ємною частиною цифрового поля бою. Новітні системи обробки даних, захищеного зв'язку та автоматизованого аналізу роблять процес контролю прозорим і максимально прогнозованим. Поєднання інтелектуальних інструментів із накопиченим бойовим досвідом формує якісно новий стандарт безпеки, де швидкість передачі інформації прямо конвертується у збережені життя та територіальну цілісність. Такий розвиток закладає міцну основу для подальшої технологічної еволюції прикордонної служби та її здатності протистояти найбільш складним загрозам сьогодення.

Вишневський І. О., курсант, Плісов М. І., курсант
Науковий керівник – Якименко В. С.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПІДРОЗДІЛАХ ТАКТИЧНОЇ ЛАНКИ УПРАВЛІННЯ

У сучасних арміях провідних країн Світу розвиток інформаційних технологій направлений на впровадження концепції C6ISR (command, control,

communications, computers, cyber-defense, combat systems (C6), intelligence, surveillance, and reconnaissance (ISR)). Збройні Сили України також прямують даним шляхом. Якщо програмна складова розвивається з впровадженням таких інформаційних систем, як наприклад DELTA, DZVIN, КРОПИВА та інші, то основними проблемними питаннями залишаються дві складові, а саме: комунікаційна та безпекова. Безпекова складова становить проблему ступеня секретності та доступності інформації на різних рівнях управління, що вирішується технічними засобами та розподілом контролю доступу. В той же час комунікаційна складова має основний недолік – відсутність вітчизняного державного супутника передачі інформації або альтернативної системи високошвидкісної передачі даних.

Сучасний стан комунікаційної системи.

З приходом в підрозділи тактичної ланки управління зразків сучасного супутникового зв’язку типу Starlink, кардинально змінилася побудова системи передачі даних. По перше, збільшення швидкості передачі інформації призвело до зміни комунікаційної структури, перехід на більш потужні маршрутизатори, комутатори та серверне обладнання. По друге, перехід з окремих виділених каналів, на використання VPN тунелів в мережі Інтернет. С першого погляду це позитивний розвиток системи комунікації в підрозділах Збройних Сил України, поки система супутникового зв’язку Starlink працює, не заблоковано на рівні центрального сервера США. У разі збою, тимчасового блокування, в підрозділах тактичної ланки починається проблеми з обміном великих об’ємів даних типу відео стрім. Технології типу радіорелейний зв'язок, використання радіостанцій Silvus, Trellis, станцій Unique AirGreed або Mikrotik, дозволяють підтримати діючу комунікаційну систему в робочому стані у разі відсутності супутникового зв’язку Starlink. В той же час, засоби РЕБ (радіо електронна боротьба) противника здатні виявити, подавити більшість технологічних рішень даного напрямку.

Перспективи розвитку комунікаційної системи.

Захистити комунікаційну систему від засобів РЕБ та РЕР (радіоелектронна розвідка) противника можливо з використанням наступних технологій:

використання шифрування AES256 – забезпечує захист інформації від підрозділів РЕР противника;

використання ППРЧ (програмне перебудування робочої частоти) – забезпечує захист від дії підрозділів РЕБ противника;

використання технології MA-NET (Mobile Ad Hoc Network) – забезпечує розгортання топології MESH мереж в тактичній ланці управління;

використання технології LTE – дозволяє організувати швидку передачу даних в районі ведення бойових дій;

використання MRR (microwave radio relay) — мікрохвильовий радіорелейний зв'язок що дозволяє будувати радіоміст високошвидкісної передачі даних між двома станціями в зоні прямого бачення або від однієї станції до багатьох користувачів;

використання ВОЛЗ (волоконна оптична лінія зв'язку) – забезпечує швидкісну передачу даних на відстань до 100 км.

Поєднання даних технологій може забезпечити створення дієвої комунікаційної системи тактичного рівня. З використанням ретрансляторів на великих висотах (застосування дронів, повітряних куль, високих веж), з побудовою MESH мереж де кожен вузол є ретранслятором, можливо створити комунікаційну систему здатною замінити станції супутникового зв'язку Starlink в підрозділах тактичної ланки управління. Побудова дієвої комунікаційної системи на використанні сучасних технологій дозволяє впровадити концепцію C6ISR в підрозділах тактичної ланки управління.

Висновок: комплексне впровадження сучасних технологій дозволяє будувати альтернативу станцій супутникового зв'язку типу Starlink, що забезпечує впровадження концепції C6ISR в інформаційній системі Збройних Сил України. Напрямком перспективних досліджень з розвитку інформаційних систем доцільно спрямувати на розвиток дієвої, захищеної комунікаційної системи тактичного рівня топології MESH мережи в поєднанні з можливостями передачі інформації з використанням як радіоканалу так і волоконна оптичних ліній зв'язку.

Зелінська А. В., курсант
Науковий керівник – Хоптинський Р. П., канд. техн. наук, доц.
Національна академія Державної прикордонної служби
імені Богдана Хмельницького

ПІДВИЩЕННЯ ЖИВУЧОСТІ ПОЛЬОВИХ СИСТЕМ ЗВ'ЯЗКУ НА ОСНОВІ MESH-АРХІТЕКТУРИ З ДИНАМІЧНОЮ МАРШРУТИЗАЦІЄЮ

Досвід ведення бойових дій в умовах широкомасштабної агресії засвідчує, що ефективність управління військами безпосередньо залежить від

стійкості систем зв'язку. Противник приділяє першочергову увагу ураженню вузлів комунікації та радіоелектронному придушенню каналів передачі даних. Традиційні ієрархічні мережі з централізованою топологією демонструють недостатню живучість, оскільки вихід з ладу ключового елемента може призвести до втрати зв'язку на значній ділянці фронту. Це зумовлює необхідність пошуку архітектурних рішень, здатних забезпечити безперервність управління в умовах деструктивного впливу.

Одним із найбільш перспективних напрямів є впровадження мереж із Mesh-архітектурою, принципова відмінність яких полягає у децентралізації та самоорганізації. Кожен абонентський термінал, безпілотний літальний апарат або наземна ретрансляційна станція виступає одночасно і кінцевим пристроєм, і активним елементом інфраструктури, здатним передавати дані далі. Замість єдиного центру комутації формується розподілене середовище, де інформаційні потоки можуть досягати адресата різними шляхами, що створює ефект просторового рознесення маршрутів і є основою для забезпечення живучості системи в цілому.

Ключову роль у функціонуванні таких мереж відіграє динамічна маршрутизація. Сучасні протоколи маршрутизації (OLSR, B.A.T.M.A.N., адаптовані військові аналоги) здатні в реальному масштабі часу відстежувати стан каналів зв'язку. Якщо певний вузол перестає відповідати через вогневе ураження або потрапляння під завадовий вплив, протокол автоматично ініціює перерахунок маршрутів, і трафік миттєво перенаправляється через інші доступні вузли, які залишилися працездатними. Таким чином, мережа не припиняє функціонування, а лише змінює свою конфігурацію, пристосовуючись до поточних умов.

Особливої актуальності застосування Mesh-архітектур набуває в умовах ведення маневрених дій, коли підрозділи швидко переміщуються, а лінія фронту постійно змінюється. У щільній міській забудові або на пересіченій місцевості, де пряма радіовидимість між абонентами часто відсутня, Mesh-мережа дозволяє використовувати проміжні вузли як природні ретранслятори. Бойові машини, оснащені відповідними терміналами, можуть утворювати «цифровий коридор», забезпечуючи зв'язок підрозділам, які опинилися в радіотіні. Додатково до цього процесу можуть залучатися безпілотні літальні апарати, що виконують функцію висотних ретрансляторів і значно розширюють зону покриття.

Важливо розуміти, що живучість системи зв'язку — це не лише здатність витримувати фізичні ураження. Це також стійкість до спрямованих кібератак та радіоелектронної боротьби. Децентралізована природа Mesh-мереж ускладнює противнику завдання повного блокування комунікацій. Навіть якщо окремі частоти будуть подавлені, система зможе перейти на резервні канали або змінити схему модуляції сигналу. Крім того, динамічна маршрутизація ускладнює пеленгування командних пунктів, оскільки трафік не стікається до однієї точки, а розподіляється між багатьма вузлами, маскуючи реальне розташування ключових елементів системи управління.

Водночас впровадження таких технологій потребує вирішення низки технічних та організаційних питань. Необхідно забезпечити сумісність Mesh-обладнання з існуючими засобами зв'язку, адаптувати протоколи динамічної маршрутизації до специфіки військових каналів з урахуванням вимог до завадозахищеності, криптостійкості та енергоспоживання. Також потребують опрацювання питання пріоритезації трафіку, щоб у критичні моменти найважливіші повідомлення передавалися з мінімальними затримками.

Таким чином, застосування Mesh-архітектур з динамічною маршрутизацією у польових системах зв'язку є дієвим механізмом підвищення їх живучості. Це дозволяє забезпечити безперервність управління підрозділами в умовах активного вогневого ураження та радіоелектронного придушення. Відсутність єдиної точки відмови, здатність до самоорганізації та автоматичної адаптації до змін обстановки роблять такі мережі оптимальним рішенням для сучасного поля бою. Подальші дослідження доцільно спрямувати на розробку українських зразків такого обладнання, уніфікацію протоколів обміну даними та інтеграцію Mesh-технологій у загальну систему управління військами та зброєю.

Фільченко С. В., курсант
Науковий керівник – Дзяворук А. Д., канд. військ. наук, доц.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

РОЛЬ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СУЧАСНИХ БОЙОВИХ ДІЯХ

Сучасні бойові дії характеризуються стрімкою трансформацією форм і методів збройної боротьби, що зумовлена насамперед масовим впровадженням інформаційних технологій у всі сфери воєнної діяльності. Інформаційне забезпечення перестало бути суто допоміжною функцією і набуло значення самостійного компонента бойової потужності збройних сил. Досвід локальних конфліктів початку XXI століття та повномасштабного вторгнення Російської Федерації в Україну переконливо свідчить: перемога у сучасній війні значною мірою визначається здатністю сторони конфлікту ефективно збирати, обробляти та використовувати інформацію.

Одним із ключових напрямів застосування інформаційних технологій є автоматизація систем управління військами та зброєю. Автоматизовані системи управління (АСУ) забезпечують збір і відображення тактичної обстановки в режимі реального часу, скорочуючи цикл прийняття рішень від годин до хвилин. Системи типу BMS (Battlefield Management System) дозволяють командирам усіх рівнів мати єдину узгоджену картину поля бою, що суттєво підвищує ситуаційну обізнаність і знижує ризик дружнього вогню. Упровадження подібних систем в українських збройних силах показало їх значний позитивний вплив на координацію між підрозділами та ефективність вогневого ураження.

Не менш важливу роль відіграють безпілотні авіаційні комплекси (БАК), функціонування яких нерозривно пов'язане з інформаційними технологіями. Безпілотні літальні апарати (БПЛА) виконують завдання розвідки, цілевказання, коригування артилерійського вогню та безпосереднього ураження. Програмне забезпечення для обробки відеопотоку, алгоритми розпізнавання цілей на основі штучного інтелекту та системи захищеного зв'язку забезпечують ефективне застосування БПЛА в умовах радіоелектронної боротьби. Масове використання дронів в українсько-російській війні стало безпрецедентним за масштабом і підтвердило, що інформаційні технології є фундаментом сучасної безпілотної авіації.

Окремого розгляду заслуговує кіберпростір як нове середовище ведення бойових дій. Кібератаки на критичну інфраструктуру, системи зв'язку та бази даних противника стали невід'ємною складовою сучасних операцій. Руйнування інформаційних систем ворога дозволяє дезорганізувати його управління, знизити бойовий потенціал і завдати значних матеріальних збитків без безпосереднього фізичного зіткнення. Водночас захист власних інформаційних систем є критичним завданням, вирішення якого потребує сучасних засобів криптографії, антивірусного захисту та фахово підготовлених кіберфахівців.

Інформаційно-психологічні операції також зазнали суттєвих змін під впливом цифрових технологій. Соціальні мережі, месенджери та мультимедійні платформи перетворилися на потужний інструмент формування суспільної думки, деморалізації особового складу противника та мобілізації власного населення. Боротьба за інформаційний простір ведеться на глобальному рівні, а її результати безпосередньо впливають на хід і результат збройного протистояння.

Таким чином, інформаційні технології є системоутворюючим чинником сучасних бойових дій. Вони пронизують усі рівні ведення війни — від стратегічного планування до тактичних дій окремого солдата — і визначають результативність застосування збройних сил у цілому. Підготовка особового складу до роботи з сучасними інформаційними системами, розвиток вітчизняної елементної бази та кіберзахист є пріоритетними напрямами розбудови боєздатних збройних сил України в умовах тривалої збройної агресії.

Монах Н. С., курсант
Науковий керівник – Наздравецький С. В.
Військова академія (м. Одеса)

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА ПОЛІ БОЮ

У сучасному світі інформаційні технології відіграють надзвичайно важливу роль у різних сферах діяльності людини, зокрема й у військовій. Розвиток цифрових технологій суттєво змінив характер ведення бойових дій, зробивши інформацію одним із найважливіших ресурсів під час збройних конфліктів. Сьогодні ефективність військових операцій значною мірою залежить від швидкості отримання, обробки та передачі інформації, а також від

здатності військових структур використовувати сучасні технологічні рішення для прийняття стратегічних і тактичних рішень.

Однією з ключових складових інформаційних технологій на полі бою є системи зв'язку та передачі даних. Завдяки сучасним цифровим мережам військові підрозділи можуть підтримувати постійний зв'язок між собою, швидко передавати важливу інформацію та координувати свої дії. Це дозволяє командирам оперативно реагувати на зміни обстановки, ефективно планувати операції та забезпечувати взаємодію між різними підрозділами. Надійний і захищений зв'язок є основою управління військами, оскільки без нього неможливо забезпечити чітку координацію дій на полі бою.

Важливу роль у сучасних бойових діях відіграють безпілотні літальні апарати. Вони використовуються для проведення розвідки, спостереження за територією, виявлення позицій противника та коригування артилерійського вогню. Завдяки безпілотним технологіям військові отримують можливість збирати точну інформацію про ситуацію на полі бою в режимі реального часу. Це значно підвищує ефективність бойових операцій і зменшує ризики для військовослужбовців, оскільки частина небезпечних завдань може виконуватися дистанційно.

Не менш важливим елементом інформаційних технологій є використання супутникових систем. Супутники забезпечують навігацію, зв'язок і отримання розвідувальних зображень земної поверхні. Завдяки супутниковим технологіям військові можуть точно визначати своє місцезнаходження, координувати переміщення техніки та особового складу, а також отримувати актуальні дані про розташування сил противника. Це сприяє підвищенню точності планування операцій та ефективності застосування різних видів озброєння.

Окремим напрямом використання інформаційних технологій у військовій сфері є кіберпростір. Сучасні конфлікти дедалі частіше супроводжуються кібератаками, спрямованими на порушення роботи інформаційних систем, мереж зв'язку та критичної інфраструктури. Кібероперації можуть використовуватися для отримання секретної інформації, дестабілізації роботи державних структур або пошкодження важливих об'єктів інфраструктури. У зв'язку з цим питання кібербезпеки набуває особливої актуальності, адже захист інформаційних систем є важливою складовою національної безпеки.

Крім того, сучасні інформаційні технології дозволяють ефективно обробляти великі обсяги даних. За допомогою спеціальних програмних систем можна аналізувати інформацію, отриману з різних джерел, прогнозувати можливі дії противника та приймати обґрунтовані рішення. Використання систем автоматизованого управління військами значно підвищує швидкість обміну інформацією між підрозділами та сприяє більш ефективній координації бойових дій.

Також важливу роль відіграє інформаційна боротьба, яка спрямована на вплив на громадську думку та психологічний стан противника. Засоби масової інформації, соціальні мережі та інші цифрові платформи можуть використовуватися для поширення інформації, формування певних наративів і впливу на суспільство. Таким чином, інформаційний простір стає ще одним важливим полем протистояння між державами.

Отже, інформаційні технології стали невід'ємною частиною сучасного поля бою. Вони забезпечують швидкий обмін інформацією, підвищують ефективність управління військами та сприяють прийняттю більш точних і обґрунтованих рішень. Розвиток технологій продовжує змінювати характер війни, роблячи інформацію одним із головних ресурсів у досягненні військової переваги. У майбутньому роль інформаційних технологій у військовій сфері лише зростатиме, що робить їх важливим фактором забезпечення безпеки та обороноздатності держав.

Ширкунов О. Д., курсант
Науковий керівник – Каштелян С. О., канд. військ. наук, доц.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ВІЙСЬКОВИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

Стрімкий розвиток технологій штучного інтелекту (ШІ) суттєво змінює характер сучасного збройного протистояння. Здатність систем ШІ обробляти великі масиви даних, виявляти приховані закономірності та приймати рішення в режимі реального часу відкриває принципово нові можливості для збройних

сил. Провідні держави світу – США, Китай, Ізраїль, Велика Британія – активно інвестують у воєнне застосування штучного інтелекту, вбачаючи в ньому вирішальний чинник переваги на полі бою та стратегічного домінування у найближчі десятиліття.

Найбільш практично значущим напрямом є застосування ШІ в системах розвідки та аналізу даних. Алгоритми машинного навчання здатні в автоматичному режимі аналізувати знімки з супутників і БПЛА, виявляти техніку противника, класифікувати цілі та відстежувати переміщення військ зі швидкістю, недосяжною для людини-аналітика. Системи розпізнавання образів, інтегровані в безпілотні комплекси, дозволяють автономно ідентифікувати та супроводжувати цілі, мінімізуючи участь оператора та скорочуючи час від виявлення до ураження. Це корінним чином змінює динаміку ведення розвідки і вогневого ураження на тактичному рівні.

Перспективним є використання ШІ в системах підтримки прийняття рішень командирами. Інтелектуальні системи здатні інтегрувати дані з множини джерел — сенсорів, засобів зв'язку, геоінформаційних систем – і формувати для командира узагальнену картину обстановки з варіантами можливих дій та прогнозованими наслідками кожного з них. Такий підхід суттєво підвищує якість і швидкість прийняття рішень в умовах невизначеності та інформаційного перевантаження, характерних для сучасного поля бою. Водночас остаточне рішення залишається за людиною, що є принциповою вимогою з огляду на норми міжнародного гуманітарного права.

Автономні бойові системи – наземні роботизовані платформи, надводні та підводні безпілотні апарати – становлять ще один клас озброєнь, в якому ШІ відіграє ключову роль. Вбудовані алгоритми навігації та ситуаційної обізнаності дозволяють таким системам діяти в складних умовах місцевості й активної радіоелектронної боротьби без постійного зв'язку з оператором. Застосування роєвих технологій, за яких десятки і сотні автономних агентів координують дії на основі розподілених алгоритмів ШІ, здатне кардинально змінити тактику ведення загальновійськового бою та створити серйозні виклики для традиційної системи протиповітряної оборони.

Окремої уваги заслуговує застосування ШІ у сфері кібербезпеки та радіоелектронної боротьби. Інтелектуальні системи здатні в режимі реального часу виявляти кібератаки, адаптивно реагувати на спроби зламу і самостійно

усувати вразливості. У радіоелектронній боротьбі алгоритми ШІ аналізують електромагнітне середовище, ідентифікують сигнали противника та формують оптимальні режими радіоелектронного придушення. Ця здатність до адаптації є критично важливою в умовах постійно змінюваного електромагнітного середовища сучасного бою.

Разом з тим широке впровадження ШІ у воєнній сфері породжує серйозні етичні, правові та безпекові виклики. Питання відповідальності за помилкові рішення автономних систем, ризик навмисного або ненавмисного ескалаційного застосування, уразливість алгоритмів до маніпулювання і кібератак потребують системного осмислення на рівні як національного законодавства, так і міжнародного права. Тому паралельно з технічним розвитком необхідне формування відповідної нормативно-правової бази та стандартів людського контролю над системами на основі штучного інтелекту.

Таким чином, штучний інтелект стає стратегічним мультиплікатором бойової потужності сучасних збройних сил. Його застосування охоплює розвідку, управління, вогневе ураження, кібербезпеку та логістику, формуючи принципово новий образ збройної боротьби. Для України, яка перебуває в умовах збройної агресії, прискорений розвиток і впровадження технологій ШІ у воєнній сфері є не лише технологічним пріоритетом, а й нагальною необхідністю для забезпечення обороноздатності держави.

Шеремет О. С., курсант, Опря М. М., курсант
Науковий керівник – Ейдельштейн Г. Б.
Харківський Національний Університет Повітряних Сил
імені Івана Кожедуба

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА ПОЛІ БОЮ

Сучасні збройні конфлікти високої інтенсивності характеризуються суттєвою трансформацією характеру бойових дій під впливом стрімкого розвитку інформаційних технологій. Інформаційна перевага, швидкість обробки даних та ефективність систем підтримки прийняття рішень дедалі більше визначають успіх військових операцій. У цьому контексті ключову роль відіграють інформаційні системи управління військами, засоби розвідки, безпілотні платформи, системи радіоелектронної боротьби та алгоритми штучного інтелекту, які формують єдине інформаційне середовище поля бою.

Інформаційні технології забезпечують інтеграцію різнорідних потоків даних у межах мережево-центричної моделі ведення бойових дій. Використання сучасних алгоритмів штучного інтелекту дозволяє здійснювати автоматизовану обробку значних обсягів інформації, що надходить з різних сенсорних систем, зокрема електрооптичних, інфрачервоних, радіолокаційних та засобів радіоелектронної розвідки. Реалізація механізмів багатосенсорного злиття даних (multi-sensor data fusion) сприяє підвищенню точності виявлення та класифікації об’єктів, формуванню більш достовірної картини бойової обстановки та скороченню часу між виявленням загрози і прийняттям рішення щодо її нейтралізації.

Важливим елементом інформаційної інфраструктури сучасного поля бою є безпілотні системи, які виконують функції мобільних сенсорних платформ. Оснащені сучасними бортовими обчислювальними комплексами, такі системи здатні здійснювати первинну обробку та фільтрацію інформації безпосередньо на етапі її збору. Інтеграція алгоритмів штучного інтелекту у бортові системи дозволяє реалізувати функції автоматичного розпізнавання об’єктів, аналізу динаміки обстановки та підтримки прийняття тактичних рішень. Це суттєво зменшує навантаження на операторів та командирів і сприяє підвищенню оперативності управління підрозділами.

Водночас сучасні бойові дії демонструють значну вразливість інформаційних систем до впливу засобів радіоелектронної боротьби. Противник активно застосовує глушіння каналів зв’язку, підміну сигналів супутникової навігації та інші методи дестабілізації інформаційної інфраструктури. У зв’язку з цим важливим напрямом розвитку інформаційних технологій є підвищення стійкості систем навігації, зв’язку та обробки даних. Використання алгоритмів штучного інтелекту у поєднанні з інерціальними навігаційними системами, навігацією за рельєфом місцевості та методами візуальної одометрії дозволяє забезпечити функціонування бойових систем навіть в умовах обмеженого або повністю відсутнього сигналу глобальних навігаційних супутникових систем.

Крім того, інформаційні технології забезпечують реалізацію концепції мережево-центричних операцій, яка передбачає інтеграцію різних бойових платформ, сенсорних систем та засобів ураження в єдину інформаційно-комунікаційну мережу. Така інтеграція створює передумови для формування єдиного інформаційного простору бойових дій, що дозволяє підвищити рівень

ситуаційної обізнаності командирів, прискорити обмін розвідувальною інформацією та підвищити ефективність координації між підрозділами.

Разом з тим активне впровадження штучного інтелекту у військові інформаційні системи породжує низку етичних та правових викликів, особливо у випадку систем, здатних до автономного застосування озброєння. З огляду на це важливим принципом розвитку таких технологій є збереження контролю з боку людини через реалізацію концепцій «human-in-the-loop» або «human-on-the-loop», що забезпечує відповідальне та контрольоване використання автоматизованих систем у бойових умовах.

Таким чином, інформаційні технології стають одним із ключових факторів формування сучасного поля бою. Їх інтеграція у системи розвідки, управління, навігації та ураження дозволяє суттєво підвищити ефективність бойових операцій, забезпечити інформаційну перевагу над противником та скоротити цикл прийняття рішень. Подальші дослідження у цій сфері повинні бути спрямовані на розвиток стійких до радіоелектронного впливу інформаційних систем, удосконалення алгоритмів штучного інтелекту та розбудову інтегрованих мереж управління бойовими діями.

Подоляко Я. В., курсант
Науковий керівник – Кмін А. О., Ph.D.
Національна академія сухопутних військ
імені гетьмана Петра Сагайдачного

РОЛЬ ТА ВПЛИВ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА СУЧАСНОМУ ПОЛІ БОЮ

Сучасні збройні конфлікти характеризуються переходом до впровадження передових технологій для координації підрозділів, де інформаційна перевага стає такою ж важливою, як і вогнева потужність. Інформаційні технології сьогодні не просто забезпечують зв'язок, об’єднують розвідку, управління та ураження в єдину цифрову екосистему. Це дозволяє зменшити час на прийняття рішень та дозволяє командирам скеровуватися на актуальні данні про обстановку в режимі реального часу.

Одним із ключових аспектів ІТ на полі бою є впровадження систем ситуаційної обізнаності типу "Delta", "Кропива" або їх аналогів. Такі платформи

дозволяють наносити дані про противника та про свої війська на цифрові карти, які одночасно бачить і штаб, і артилерія, і штурмові групи. Завдяки цьому зникає необхідність у тривалих голосових доповідях по рації, що не тільки пришвидшує роботу, але й ускладнює ворогу перехоплення важливої інформації. Впровадження цифрових систем дає можливість піхоті, артилерії та розвідці працювати в одному інформаційному колі. Коли бій іде динамічно, зв'язок між підрозділами дозволяє миттєво передавати координати цілі чи запитувати підтримку, що в рази підвищує ефективність виконання бойових завдань.

Важливою складовою є розвиток захищених каналів зв’язку. Сучасні ІТ-рішення дозволяють використовувати супутниковий зв'язок наприклад, Starlink разом із зашифрованими IP-мережами для передачі великих обсягів даних, включаючи стріми з БпЛА. Це створює умови для дистанційного управління боєм, коли командир може бачити дії кожного бійця через тепловізор або камеру дрона, перебуваючи в безпечному укритті. Такий підхід мінімізує помилки "дружнього вогню" та дозволяє ефективно маневрувати резервами.

Окрім систем управління, велику роль відіграють технології автоматизованої обробки даних. Величезна кількість інформації з камер, сенсорів та радіоперехоплень вимагає використання елементів штучного інтелекту для аналізу та пріоритезації цілей. Це дозволяє визначити найбільш важливі об’єкти станції РЕБ або командні пункти серед загального фону та оперативно завдати по них удару.

Проте цифровізація несе і нові загрози, насамперед у кібербезпеці. Захист власних мереж від зламів, вірусів та спроб противника підмінити координати є пріоритетним завданням для підрозділів зв’язку та кіберзахисту. Тому для безпеки використання дворівневої перевірки та захищених каналів передачі даних, стає стандартом для будь якого програмного забезпечення військового призначення.

Таким чином, інформаційні технології повністю змінюють сучасний бій. Перевагу отримує не той, хто має більше о/с чи техніки а той, хто швидше збирає, аналізує та передає інформацію. Подальший розвиток ІТ у військовій сфері буде спрямований на ще більшу автономність систем та підвищення їхньої стійкості до засобів радіоелектронного придушення противника.

Orlov I. O., cadet
Scientific supervision – Denysenko S. V.
Ivan Kozhedub Kharkiv National University of the Air Force

STUDY OF THE EFFECTIVENESS OF MOVING TARGET TRACKING SYSTEMS TO IDENTIFY WAYS TO IMPROVE THE DETECTION OF LOW-ALTITUDE AIR TARGETS

Given the widespread use by the enemy of unmanned aerial vehicles, which primarily operate at low and extremely low altitudes, research into and improvement of moving target selection systems have become particularly relevant. The effectiveness of such systems directly determines the ability to detect aerial objects in a timely manner against a background of intense reflections from local objects and the ground surface.

This paper investigates the properties of the Legendre filter, which has not found widespread practical application due to the complexity of its implementation. The main reason for this is the need to use high-order polynomials, as well as the application of complex mathematical models in the synthesis and implementation of such a filter.

Using the Simulink software environment, a simulation model of the Legendre filter was developed, which made it possible to investigate its frequency characteristics and perform a comparative analysis with the classical Butterworth and Chebyshev filters. The simulation results showed that the Legendre filter is characterized by balanced parameters of the amplitude-frequency response. In contrast, traditional filters exhibit more pronounced characteristics. In particular, the Butterworth filter provides a smooth amplitude-frequency response in the passband, but is characterized.

Khavrun D. I., cadet
Scientific supervisor – Morhun Ye. V.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University

DEVELOPMENT OF PROPOSALS TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF TECHNICAL MAINTENANCE PROCEDURES FOR THE IRIS-T SLM LAUNCHER

Under conditions of intensive operation and combat employment, particular importance is attached to improving the reliability, survivability and operational readiness of launcher units through the refinement of technical maintenance procedures.

An analysis of current approaches to the technical maintenance of the IRIS-T SLM indicates the need to optimise maintenance and repair procedures by reducing time expenditure and improving the effectiveness of technical condition diagnostics.

A promising direction is the implementation of maintenance procedures incorporating built-in test (BIT) capabilities, automated diagnostic systems and telemetry data acquisition.

This paper substantiates proposals aimed at improving the efficiency of technical maintenance procedures for the IRIS-T SLM air defence system through the optimisation of maintenance procedures and the standardisation of maintenance documentation, taking into account actual operating conditions.

Implementation of the proposed measures will contribute to an increase in the operational availability, a reduction in operating costs, and an improvement in the overall effectiveness of system employment.

Makota M. A., cadet
Scientific supervisor – Morhun Ye. V.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University

ANALYSIS OF THE TECHNICAL MAINTENANCE PROCESS OF THE IRIS-T SLS LAUNCH SYSTEM, TAKING INTO ACCOUNT THE SPECIFICS OF COMBAT OPERATIONS

The technical operation of anti-aircraft missile systems (AAMS) in high-intensity combat conditions presents several challenges. The constant use of weapons,

operations in conditions of radio-electronic countermeasures, and the threat of fire damage require the flawless operation of the maintenance and repair system. In real warfare, the time spent on maintaining weapons systems is a critical factor: downtime due to equipment failure reduces the effectiveness of air defense.

An analysis of the existing air defense system maintenance system indicates the need to transition from rigid linear maintenance schedules to adaptive planning methods. Existing maintenance approaches often do not account for the specifics of operations in combat conditions, where resources and specialists are scarce. That is why the introduction of adaptive network planning methods is extremely relevant.

The report examines the peculiarities of maintaining the IRIS-T SLS launcher, accounting for the specifics of combat operations. Specific factors (design features, use intensity, limited logistics routes, time constraints, etc.) that affect the organization of the maintenance process are listed. Emphasis is placed on existing ways to reduce the negative impact on the maintenance of the IRIS-T SLS launcher.

Yavdoschuk D. Ye., cadet
Scientific supervisor – Morhun Ye. V.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University

DEVELOPMENT OF A NETWORK MODEL FOR TECHNICAL MAINTENANCE IRIS-T SLM LAUNCH SYSTEM

Ukraine's experience with air defense in the face of massive attacks with cruise missiles and unmanned aerial vehicles highlights the problem of maintaining the combat readiness of the IRIS-T SLM anti-aircraft missile system (AAMS). One of the components of the SAM system that determines its combat readiness is the launcher, so timely and high-quality maintenance of the launcher is a priority task assigned to the engineering staff and combat personnel.

At the same time, the high intensity of combat operations and the existing limited resources require a systematic approach to the technical operation of SAM systems.

The report considers a network model for the maintenance of the IRIS-T SLM launcher, which enables the determination of a rational maintenance order under resource constraints, eliminates duplicate operations, and synchronizes maintenance personnel's work.

The implementation of the proposed approach aims to improve the reliability of the IRIS-T SLM air defense missile system launcher, reduce downtime when the system is not combat-ready, and optimize the distribution of maintenance workload among maintenance personnel.

Dodurych O. B., cadet
Scientific supervisor – Kulabukhov O. M.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

APPLICATION OF NEURAL NETWORK TECHNOLOGIES FOR DIAGNOSING THE TECHNICAL CONDITION OF AUTOMATION SYSTEM COMPLEXES

The dependability of automation complexes is now highly necessary due to the fact that it has a direct impact on the efficiency of the automated control systems in the current technological advancements that are taking place. The complexes deal with the fundamental activities of the acquisition, processing, distribution and visualization of information which is a necessary process in making sound decisions by the decision makers. Therefore, an evaluation of their technical status in due time would prevent the disruption of the system in functioning.

Automation system complexes are naturally complex, consisting of complex multiple-layered systems operating with a large number of components that depend on each other. Normally they involve hardware modules and software applications and communication interfaces and monitoring and control subsystems. They are subjected to a variety of internal and external influences such as electromagnetic interference, temperature variation, mechanical stresses, network overloads and software anomalies in their operation. These factors may result in a cumulative effect that may result in component degradation and system failures that will affect stable system performance.

The traditional assessment techniques used in threshold statistics and logical rules are simple to introduce but have reduced effectiveness in the evolving conditions of the operations when dealing with unreliable or incomplete data and when identifying potential failures. The traditional approaches in the increasingly complex systems of the current times are experiencing a growing reduction in their practical applicability.

In such a case, smart approaches with a focus on machine learning and artificial neural networks, can be considered as a promising solution. These approaches allow the combination of different data sources, detection of concealed patterns, and the production of all-inclusive analyses of the health status of the system.

A neural network-based diagnostic system involves a number of steps in its executable process, which includes data acquisition, preliminary processing (filtering, normalization, and missing value handling), feature extraction, historical operational data and known failures training, followed by current system state classification and predicted potential malfunctions. The insights used in the model can be used to decide on maintenance, component replacement, system redundancy, or alternative operational channels.

Neural network technology enhances the precision of system-condition evaluation, automates analytical procedures, and reduces human dependence. The technology allows complete system-parameter evaluation, early-failure prediction, and enhanced automated-system reliability under complex operational circumstances.

Черненко В. В., курсант
Науковий керівник – Висоцький О. В.
Харківський національний університет Повітряних Сил
імені Івана Кожедуба

СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ В ЗАБЕЗПЕЧЕННІ БОЙОВИХ ДІЙ

У сучасних умовах ведення бойових дій інформаційні технології стали одним із ключових факторів, що визначають ефективність застосування військ. Стрімкий розвиток цифрових систем, засобів зв’язку, обробки даних та автоматизації систем управління значно змінив характер сучасної війни. Інформація, її швидкість обробки та точність передачі безпосередньо впливають на результат бойових операцій.

Сучасне поле бою характеризується високим рівнем інтеграції різноманітних інформаційних систем, серед яких важливу роль відіграють системи зв’язку, радіолокаційні станції, навігаційні системи, безпілотні літальні апарати, а також автоматизовані системи управління військами. Взаємодія цих компонентів дозволяє створити єдиний інформаційний простір, у межах якого

здійснюється збір, передача, аналіз та використання даних про противника і навколишню обстановку.

Одним із ключових елементів інформаційної переваги є оперативність отримання та обробки розвідувальної інформації. Завдяки використанню сучасних супутникових технологій та безпілотних платформ командування може отримувати актуальні дані про переміщення противника, його техніку та позиції практично в режимі реального часу.

Особливе значення мають безпілотні літальні апарати, які виконують функції повітряної розвідки, спостереження та коригування вогню. Інформація, отримана за допомогою безпілотних систем, передається через цифрові канали зв’язку до командних пунктів, де проводиться аналіз та виконується планування і проведення бойових операцій.

Водночас широке застосування інформаційних технологій створює нові виклики та загрози. Серед них особливе місце займає радіоелектронна боротьба, спрямована на придушення каналів зв’язку, навігаційних систем та інших інформаційних засобів. Крім того, значну небезпеку становлять кібератаки, спрямовані на порушення функціонування інформаційних мереж, систем управління та баз даних.

У бойових умовах інформаційні системи також піддаються фізичному впливу – пошкодженням унаслідок обстрілів, вибухів або складних умов експлуатації. Екстремальні температури, підвищена вологість, пил та механічні навантаження можуть негативно впливати на роботу електронного обладнання та знижувати його надійність.

З метою забезпечення стабільної роботи інформаційних систем застосовуються різноманітні організаційні та технічні заходи. До них належать резервування каналів зв’язку, використання захищених мереж передачі даних, маскування технічних позицій, застосування мобільних комплексів, а також регулярне технічне обслуговування та оперативне відновлення пошкодженого обладнання.

Не менш важливим фактором є підготовка висококваліфікованих спеціалістів, здатних ефективно працювати з сучасними інформаційними системами. Від рівня їх професійної підготовки залежить швидкість обробки інформації, точність її аналізу та здатність оперативно реагувати на зміну бойової обстановки.

Отже, інформаційні технології є невід'ємною складовою сучасного поля бою та одним із ключових чинників досягнення переваги над противником. Їх ефективне використання дозволяє підвищити швидкість прийняття рішень, покращити координацію дій підрозділів та забезпечити більш результативне виконання бойових завдань.

Ткачук Н. В., курсант
Науковий керівник – Радушинський О. П.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ДО РОЗВІДКИ НА ПОЛІ БОЮ ЧЕРЕЗ ІНТЕГРАЦІЮ OSINT-АНАЛІТИКИ З РАДІОЕЛЕКТРОННИМИ ТА ТЕХНІЧНИМИ ЗАСОБАМИ ВИЯВЛЕННЯ

Сучасні збройні конфлікти демонструють безпрецедентне розмиття меж між традиційними бойовими діями та інформаційно-психологічним протиборством. У цих умовах розвідка на основі відкритих джерел (OSINT) остаточно вийшла за межі кабінетної чи цивільної аналітики, перетворившись на повноцінний інструмент тактичного управління військами.

Цифрові сліди, які неминуче залишає противник — від геотегів на фотографіях до метаданих і специфічних мережевих артефактів — стають критично важливою сировиною для розуміння оперативної обстановки. Проте практичне застосування відкритих даних безпосередньо на полі бою супроводжується серйозними викликами, головним із яких стає колосальне інформаційне перевантаження та необхідність фільтрації так званого «білого шуму».

Ситуація ускладнюється цілеспрямованою протидією ворога, який активно використовує ті ж самі відкриті платформи для проведення психологічних операцій, вкидання дезінформації та створення хибних цифрових цілей. Найбільш вразливим місцем класичного ізольованого OSINT залишається складність швидкої верифікації знахідок, що в умовах динамічного бою є недозволеною розкішшю.

Відповіддю на ці проблеми стає глибока інтеграція відкритих даних з інструментами технічної розвідки, насамперед радіоелектронної (РЕР).

Практичний інструментарій цього напряму сьогодні стрімко еволюціонує: якщо OSINT дозволяє здійснити попередній пошук інфраструктури, наприклад, візуально ідентифікувати вірогідні командні пункти або системи зв'язку за фотографіями у соціальних мережах, то подальша крос-валідація здійснюється апаратними засобами. Саме впровадження технологій програмно-визначеного радіо (SDR) та використання методів фазового пеленгування дають можливість миттєво прив'язати цифрові гіпотези до реального простору. Коли аналітики виявляють непрямі ознаки наявності ворога в Інтернеті, радіотехнічні розрахунки за допомогою аналізу спектрів сигналів та розпізнавання цифрових протоколів передачі даних (наприклад, стандарту DMR) остаточно підтверджують факт активності цілі, її точні координати та належність до певної військової структури.

Подібний комплексний підхід, коли результати автоматизованого мережевого парсингу накладаються на об'єктивні дані пеленгації та аналізу радіоефіру, кардинально змінює саму природу прийняття рішень на полі бою. Це дає змогу швидко розкривати приховані логістичні маршрути, безпомилково класифікувати ворожі комплекси РЕБ та зв'язку, а головне — суттєво скорочувати цикл спостереження, орієнтації, прийняття рішення та дії (OODA).

Майбутнє інформаційних технологій у військовій справі вимагає остаточної відмови від сприйняття розвідки на основі відкритих джерел як автономної дисципліни. Тільки глибока технологічна синергія OSINT із засобами кібертехнологій та сучасною радіоелектронною розвідкою здатна забезпечити реальну перевагу у швидкоплинних умовах гібридної війни.

Taran O. O., cadet
Scientific supervisor – Hordiienko R. O.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University

ANALYSIS OF SIGNAL-TO-NOISE RATIO INFLUENCE ON THE GROUP TARGET SEPARATION EFFECTIVENESS IN RADAR SYSTEMS USING THE MINIMUM DESCRIPTION LENGTH PRINCIPLE

Combat experience shows that the enemy actively uses unmanned aerial vehicles (UAVs), anti-radar missiles, and cruise missiles (CMs), which operate in groups using active and passive jammers. Such air attack weapons are often used simultaneously, which

complicates their timely detection and separation. For effective air defense, it is important to have radars with high resolution in all key parameters — range, speed, and angular coordinates — even when the enemy uses electronic warfare.

In such conditions, one of the factors that can affect the ability of RLS to separate group targets is the signal-to-noise ratio. The presence of enemy active and passive jammers covering group targets can significantly change the signal-to-noise ratio. A decrease in this indicator can potentially complicate the separation of group targets. Therefore, studying the role of the signal-to-noise ratio in the process of separating group targets is important for assessing the real capabilities of the radar in conditions where the enemy uses active and passive jammers.

Of particular interest is the analysis of the effectiveness of applying the principle of minimum description length in such conditions, since this principle is theoretically capable of improving the quality of signal processing. However, the nature and degree of its dependence on the signal-to-noise ratio require separate research, which is the purpose of this work and is therefore relevant in modern conditions.

Homut S. V., cadet
Scientific supervisor – Hordiienko R. O.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University

ANALYSIS OF THE MINIMUM DESCRIPTION LENGTH PRINCIPLE APPLICATION FOR GROUP TARGET SEPARATION IN THE TRML–4D RADAR

For TRML-4D, which has high resolution thanks to its Active Electronically Scanned Array (AESA) and digital signal processing, the problem of separating group targets remains relevant in the context of the active use of unmanned aerial vehicles (UAVs) and cruise missiles (CMs) operating in coordination as part of multi-level strike structures by the enemy.

This indicates a growing aerial threat, as these weapons can cause significant losses. It is extremely important for ground-based air defense units to have a clear understanding of the scale and types of such threats in order to neutralize them effectively.

Classic signal processing methods based on threshold detection are often insufficient for determining correctly the actual number of targets in such complex

scenarios, especially in conditions of signal overlap or low RCS levels. The application of the minimum description length principle is particularly important because it allows mathematically optimal determination of the number of objects that explain the structure of the received radar data the best.

Based on this principle, successful group target separation is demonstrated even when the distance between objects is less than one separation volume. Its implementation in TRML-4D can significantly improve the separation efficiency of closely spaced airborne objects.

Synytskyi R. O., cadet
Scientific supervisor – Bidun A. K.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University

DEVELOPMENT OF A COMMUNICATION CHANNEL MODEL BETWEEN THE FIRE DISTRIBUTION CENTER AND THE LAUNCHER NASAMS SURFACE-TO-AIR MISSILE SYSTEM

Ensuring the defense capability of the state is one of the key conditions for its security, sovereignty, and territorial integrity. In modern combat operations, surface-to-air missile systems play a crucial role in protecting both military units and critical infrastructure from a variety of aerial threats. They are capable of effectively countering aircraft, helicopters, cruise missiles, and unmanned aerial vehicles, thereby providing multi-layered defense and enhancing resilience against current and emerging attacks. Furthermore, the deployment of surface-to-air missile systems allows for the optimization of air defense resources, increases their operational effectiveness, and ensures the safety of the civilian population in areas at risk.

An analysis of the combat experience of anti-aircraft missile units in the Russian-Ukrainian war shows that the effectiveness of air defense systems largely depends on the reliability of the communication channel between the combat units of surface-to-air missile systems. Of particular relevance is the study of the construction and functioning of the communication channel between the Fire Distribution Center and the launcher of the NASAMS surface-to-air missile system, as well as the assessment of its technical characteristics and capabilities under the influence of electronic warfare measures.

To improve the efficiency of information exchange between the Fire Distribution Center and the launcher, a simulation model of the communication channel has been developed. Simulation modeling allows researchers to study the impact of channel parameters on the quality of information transmission, adjust operating modes, and determine optimal solutions for improving communication.

Signal processing algorithms are applied and analyzed to enhance interference resistance and improve information reception under various transmission conditions. Simulation results allow identification of channel vulnerabilities and formulation of recommendations for performance improvement. Implementation of these recommendations contributes to increased operational effectiveness of the NASAMS surface-to-air missile system.

Onipko Y. A., cadet
Scientific supervisor – Bidun A. K.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University

DEVELOPMENT OF A CONTROL SYSTEM MODEL OF THE LAUNCHER FOR A NASAMS SURFACE-TO-AIR MISSILE SYSTEM

With the introduction of the modern NASAMS surface-to-air missile system into the arsenal of the Air Forces of the Armed Forces of Ukraine, there has arisen a need for systematic and comprehensive training of the crews operating the launchers of this system. The high material cost of actual weapon samples, their limited availability, as well as their constant deployment in combat missions that require maximum operational readiness, necessitate the extensive use of specialized simulation tools. The use of such tools allows for intensive training of crews without the risk of damaging expensive equipment while simultaneously ensuring a high level of professional readiness of personnel in conditions that closely replicate real combat situations.

In the course of the study, was carried out an analysis of the structure and operating principles of the Launcher Control Terminal, which provides command reception, operating mode indication, and monitoring of the launcher MK-2 readiness for combat employment. Based on the conducted analysis, a simulation model of the

Launcher Control Terminal was developed, enabling the training of combat crews of the launcher MK-2 of the NASAMS surface-to-air missile system without the use of actual combat equipment. Its implementation makes it possible to reduce material costs and the operational wear of weapons and military equipment, as well as to increase the safety level of the training process and improve the effectiveness of professional skill development for combat crews.

Therefore, the results obtained are timely, characterized by significant scientific novelty and practical value. They can be effectively applied in the activities of both training centers and operational units with minimal economic costs, and they also represent a rational means of enhancing the combat readiness of personnel and the overall preparedness of units to carry out assigned tasks under various operational conditions.

Sylenko S. Ye., cadet
Scientific supervisor – Bidun A. K.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University

DEVELOPMENT OF A WEAPON ALLOCATION MODEL FOR THE FIRE DISTRIBUTION CENTER OF THE NASAMS SURFACE-TO-AIR MISSILE SYSTEM

The effectiveness of the combat use of the NASAMS surface-to-air missile system largely determined by the quality of the target allocation process organized by the Fire Distribution Center. It is at this level that key decisions are made regarding the prioritization of air targets, the selection of appropriate fire assets, and the coordination of their actions within a unified air defense system. The system's ability to effectively counter air threats in a complex and dynamic combat environment depends on the timeliness and soundness of such decisions.

The target allocation process involves the timely and efficient assignment of detected air targets to specific launchers within an anti-aircraft missile system. Typical target allocation algorithms include stages of processing information about the air situation, tracking and identification of targets, assessing threat levels, establishing priorities, and assigning targets to launchers. Threat assessment is typically based on the distance to the protected targets, the target's motion parameters, and the predicted time of entry into the engagement zone. An analysis of existing algorithms shows that

the use of deterministic rules and fixed threshold values limits their effectiveness in dynamic and uncertain air situations. That is why the development of appropriate models and algorithms for target allocation is an important direction for improving the combat effectiveness of surface-to-air missile systems.

To improve the accuracy of target allocation in the Fire Distribution Center of the NASAMS surface-to-air missile system, it is advisable to consider target maneuvering rules, which allow predicting possible changes in its trajectory, speed, and direction of movement, as well as the rule for the number of surface-to-air missiles per launcher, which takes into account the available ammunition and the optimal distribution of missiles among launchers depending on the type and priority of the target. The application of these rules contributes to the refinement of the target allocation model and enhances the effectiveness of the combat use of the NASAMS missile system.

Sych A. O., cadet
Scientific supervisor – Stasev Y. V., Dr. Sc. (Tech.), Prof.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

IMPROVING THE ANALYTICAL CAPABILITIES OF DEFENCE MANAGEMENT SYSTEMS THROUGH THE IMPLEMENTATION OF DATA WAREHOUSES

In modern defence management systems, where vast amounts of information are accumulated daily, traditional databases are not always suitable for in-depth analysis. These systems are designed for operational data processing, such as document preparation, record-keeping, logistics, and other transactional processes. Such systems are constantly changing and only contain the current state of data; executing complex analytical queries significantly reduces their performance.

An effective solution is to implement data warehouses, which integrate information from various sources, cleanse and harmonise it, and preserve historical data over a long period. Unlike operational systems, a data warehouse operates in analytical mode, structuring and transforming the information within it into a convenient form for further analysis. This enables the generation of reliable reports, the identification of hidden patterns, the creation of forecasts and informed management decision-making support. Furthermore, data warehouses support the

latest technologies, expert systems, and knowledge bases without affecting the operation of core information systems.

Alongside the development of analytical capabilities, data security has become a particularly relevant issue. In modern information systems that process significant volumes of information in real time, the cryptographic protection of databases is of critical importance. The effectiveness of such protection largely depends on the quality of the pseudo-random control sequences used in stream cipher algorithms and access control systems. Insufficient statistical properties or linear complexity can significantly reduce the level of information security.

Conventional approaches, particularly the use of linear recursive registers over a binary field, are limited in terms of cryptographic robustness and performance. Transitioning to recursive structures over extended fields enables the generation of multi-bit output sequences, thereby increasing their period and enhancing system performance. The introduction of nonlinear transformations increases the generators' linear complexity, complicates cryptanalysis, and ensures the necessary statistical properties.

However, traditional protection methods are no longer adequate for modern challenges, such as the growth in data volumes and the emergence of new cyber threats. In this regard, integrating cryptographic mechanisms with artificial intelligence technologies is a promising direction. Machine learning and deep learning methods enable the implementation of dynamic, adaptive protection that analyses user behaviour in real time, detects anomalies, predicts potential attacks, and automatically adjusts security parameters.

Combining cryptographically secure keystream generators with intelligent monitoring systems provides a comprehensive approach to data protection. Such systems can adaptively change encryption algorithms, key renewal frequency and access levels depending on the current threat level. This significantly increases the resilience of information systems to attacks, reduces incident response times, and minimises the risk of unauthorised access.

Therefore, integrating data repositories with modern cryptographic and intelligent technologies significantly enhances the analytical capabilities of defence management systems and ensures a new level of protection for information resources, meeting the requirements of modern, high-load information systems.

Жиговець К. О., курсант
Науковий керівник – Бабарика А. О., Ph.D., доц.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

ОРГАНІЗАЦІЯ МОБІЛЬНИХ ПУНКТІВ ЗВ'ЯЗКУ НА БАЗІ ЛЕГКОБРОНЬОВАНОЇ ТЕХНІКИ В УМОВАХ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ

Бойові дії та специфіка охорони державного кордону доводять, що стаціонарні вузли зв'язку є вкрай вразливими. Ворожа радіоелектронна розвідка (РЕР) здатна за лічені хвилини запеленгувати джерело випромінювання, після чого по координатах наноситься артилерійський або ракетний удар. У таких умовах головним критерієм виживання системи управління стає її мобільність: зв'язківці повинні мати змогу швидко розгорнутися, передати дані та негайно змінити позицію. Найкращим рішенням для цього є створення мобільних пунктів зв'язку на базі наявної легкоброньованої техніки.

Використання броньованих платформ вирішує одразу кілька критичних завдань. Як приклад можна розглядати переобладнання розвідувально-дозорних машин типу БРДМ-2 або їхніх сучасних аналогів. Завдяки високим характеристикам прохідності (зокрема, здатності долати траншеї та складний рельєф за допомогою додаткових висувних коліс), така техніка може вийти на оптимальну висоту для сеансу зв'язку навіть у зонах, де відсутні дороги. При цьому легка броня надійно захищає екіпаж та чутливу апаратуру від уламків та стрілецької зброї під час швидкого переміщення вздовж лінії зіткнення.

Проте просто розмістити радіостанцію всередині бронемашини недостатньо, особливо коли в ефірі активно працюють ворожі засоби радіоелектронної боротьби (РЕБ). Металевий корпус техніки працює як клітка Фарадея, тому ключовим інженерним викликом є правильне винесення антенних систем назовні та екранування внутрішніх кабелів. Крім того, апаратура мобільного пункту має підтримувати сучасні алгоритми завадозахищеності, такі як псевдовипадкове перелаштування робочої частоти (ППРЧ). Це дозволяє техніці залишатися на зв'язку навіть під час руху крізь зони активного радіоелектронного придушення.

Головна тактична перевага такого підходу полягає в реалізації принципу «вийшов в ефір – змінив позицію». На відміну від розгортання антен на ґрунті,

що потребує значного часу, екіпаж бронемашини може вести передачу даних безпосередньо під час короткої зупинки або навіть на ходу. Якщо бортові аналізатори спектра фіксують спробу ворога поставити прицільну заваду або початок пеленгування, машина негайно знімається з місця, залишаючи ворожу артилерію бити по порожній локації.

Таким чином, інтеграція сучасних засобів захищеного зв'язку в легкоброньовані мобільні платформи є життєво необхідним кроком. Це не лише підвищує стійкість управління прикордонними підрозділами в умовах жорсткого електромагнітного протистояння, але й безпосередньо зберігає життя особового складу, гарантуючи високу маневреність та захищеність вузлів зв'язку.

Лупина К. О., курсант
Науковий керівник – Катеринчук І. С., д-р. техн. наук, проф.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ МОБІЛЬНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ ТА ЗВ’ЯЗКУ

Сучасний розвиток інформаційно-комунікаційних технологій характеризується активним впровадженням мобільних платформ у різні сфери діяльності суспільства, зокрема у сектор безпеки та оборони. Застосування мобільних пристроїв та спеціалізованого програмного забезпечення суттєво розширює можливості оперативного управління підрозділами, забезпечує швидкий доступ до інформаційних ресурсів та сприяє підвищенню рівня ситуаційної обізнаності особового складу. В умовах сучасних воєнних конфліктів ефективність систем управління значною мірою визначається швидкістю обміну інформацією, надійністю каналів зв’язку та здатністю системи функціонувати в умовах радіоелектронного протиборства.

Разом із тим, інтеграція мобільних технологій у системи управління та зв’язку супроводжується рядом проблем, пов’язаних із забезпеченням інформаційної безпеки, сумісністю з існуючими інформаційними системами та стійкістю до впливу засобів радіоелектронної боротьби. Використання цивільних мобільних платформ у військових системах управління створює

додаткові ризики перехоплення інформації, несанкціонованого доступу до даних та порушення цілісності інформаційних ресурсів. У зв'язку з цим актуальним науковим завданням є дослідження можливостей використання мобільного програмного забезпечення в системах управління та зв'язку, а також визначення напрямів підвищення ефективності та безпечності його застосування.

Мобільне програмне забезпечення в сучасних системах управління виконує низку важливих функцій, серед яких особливе значення мають збір, обробка, передача та візуалізація інформації. Використання спеціалізованих мобільних додатків дозволяє забезпечити оперативне отримання даних про поточну обстановку, координати об'єктів, результати спостереження та іншу важливу інформацію, необхідну для прийняття управлінських рішень. Одним із найбільш перспективних напрямів застосування мобільних технологій є використання геоінформаційних систем (GIS), що дозволяють здійснювати просторовий аналіз даних, відображати об'єкти на електронних картах та оперативно оновлювати інформацію про обстановку.

Застосування мобільних геоінформаційних додатків дозволяє значно підвищити ефективність управління підрозділами шляхом забезпечення оперативної передачі координат, позначення об'єктів та відображення тактичної обстановки в режимі реального часу. Використання планшетів або смартфонів із відповідним програмним забезпеченням дає можливість безпосередньо в польових умовах здійснювати введення та передачу інформації до центрів управління. Це суттєво скорочує час обробки інформації та підвищує оперативність прийняття рішень.

Важливим напрямом застосування мобільного програмного забезпечення є інтеграція з різними технічними засобами спостереження та моніторингу. Зокрема, мобільні пристрої можуть використовуватися для керування системами відеоспостереження, сенсорними мережами, засобами радіомоніторингу та іншими інформаційними системами. У прикордонній сфері такі рішення дозволяють забезпечити оперативний контроль ситуації на визначених ділянках місцевості, швидко передавати відеоінформацію та координати виявлених об'єктів до центрів управління.

Отже, використання мобільних платформ у системах управління потребує вирішення питань забезпечення інформаційної та кібернетичної безпеки. У сучасних умовах противник активно застосовує засоби радіоелектронної розвідки, кіберрозвідки та радіоелектронної боротьби, що створює додаткові загрози для інформаційних систем. Стандартні протоколи передачі даних, які

використовуються в цивільних мобільних мережах, не завжди забезпечують достатній рівень захищеності інформації. Тому важливим напрямом розвитку мобільного програмного забезпечення є впровадження криптографічних механізмів захисту інформації, використання захищених каналів передачі даних та застосування технологій віртуальних приватних мереж.

Крім того, важливим аспектом є забезпечення автономності функціонування мобільних додатків. У багатьох випадках виконання завдань відбувається в умовах обмеженого або повністю відсутнього доступу до мережі Інтернет. У таких умовах особливого значення набуває використання офлайн-режимів роботи програмного забезпечення, локальних баз даних та попередньо завантажених картографічних матеріалів. Це дозволяє забезпечити безперервність роботи інформаційних систем навіть у складних умовах функціонування.

Перспективним напрямом розвитку мобільного програмного забезпечення є інтеграція мобільних платформ із хмарними технологіями та розподіленими інформаційними системами. Використання хмарних сервісів дозволяє забезпечити централізоване зберігання інформації, синхронізацію даних між різними пристроями та доступ до інформаційних ресурсів з різних рівнів управління. Водночас застосування хмарних технологій у військових інформаційних системах потребує особливої уваги до питань захисту інформації та контролю доступу до даних.

Таким чином, використання мобільного програмного забезпечення в системах управління та зв’язку відкриває нові можливості для підвищення ефективності управління, оперативності обміну інформацією та рівня ситуаційної обізнаності особового складу. Мобільні технології дозволяють створювати гнучкі інформаційні системи, здатні швидко адаптуватися до змін оперативної обстановки та забезпечувати підтримку прийняття управлінських рішень у режимі реального часу.

Узагальнюючи результати дослідження, можна зробити такі висновки. По-перше, мобільне програмне забезпечення є важливим елементом сучасних систем управління та зв’язку, що забезпечує оперативний доступ до інформації та підвищує ефективність управління підрозділами. По-друге, ключовими умовами ефективного використання мобільних платформ є забезпечення належного рівня інформаційної безпеки, використання криптографічного захисту даних та інтеграція мобільних додатків із захищеними системами зв’язку. По-третє, перспективними напрямами

подальшого розвитку мобільного програмного забезпечення є вдосконалення механізмів кіберзахисту, розширення можливостей автономної роботи та інтеграція з іншими інформаційними системами, зокрема сенсорними мережами, системами спостереження та безпілотними платформами.

Отже, подальші наукові дослідження у цьому напрямі мають бути спрямовані на розроблення ефективних моделей інтеграції мобільних платформ у системи управління та зв'язку, підвищення стійкості мобільних інформаційних систем до кібернетичних та радіоелектронних загроз, а також удосконалення програмних рішень для використання у складних умовах сучасного інформаційного протиборства.

Дробницький Р. Р., курсант
Науковий керівник – Бабарика А. О., Ph.D., доц.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ МАЛОПОТУЖНИХ РАДІОСТАНЦІЙ ДЛЯ ДОВГОТРИВАЛИХ АВТОНОМНИХ МІСІЙ

На сучасному етапі розвитку інфокомунікаційних технологій особливого значення набуває створення автономних систем зв'язку, що здатні функціонувати протягом років без технічного обслуговування. Це стосується систем екологічного моніторингу, пристроїв промислового інтернету речей (IIoT) та спецобладнання для роботи у важкодоступних зонах. Головним обмежуючим фактором для таких місій є енергетичний ресурс автономного джерела живлення. Традиційні методи проектування радіостанцій часто не враховують специфіку наднизького споживання, що призводить до передчасного вичерпання заряду акумулятора. Тому оптимізація енергетичних бюджетів малопотужних радіосистем (LPWS) є критично важливою науково-технічною задачею.

Основна частка енергії в сучасних радіостанціях витрачається під час активної роботи приймально-передавального тракту. Зокрема, вихідний підсилювач потужності (PA) та синтезатор частот є найбільш енергоємними вузлами. Проте, аналіз типових циклів роботи автономних пристроїв показує,

що передача даних займає лише частки відсотка від загального часу експлуатації. Решта часу припадає на режим очікування або «глибокого сну».

Для забезпечення тривалої роботи (від 3 до 7 років) необхідно впроваджувати стратегію агресивного керування живленням. Це передбачає не просто вимкнення основних модулів, а повне фізичне від'єднання периферійних вузлів від шини живлення за допомогою MOSFET-ключів з низьким опором каналу. У такому стані струм витоку всієї системи не повинен перевищувати одиниць мікроампер.

Методи програмно-апаратної оптимізації. Одним із ключових методів є оптимізація «циклограми» роботи пристрою. Замість постійного прослуховування ефіру (що швидко висаджує батарею), радіостанція має працювати за жорстким розкладом, синхронізованим з базовою станцією або за подією від зовнішнього датчика. Використання високоточних енергоефективних таймерів реального часу (RTC) дозволяє системі «прокидатися» лише в чітко визначені часові вікна для передачі коротких пакетів даних.

Важливим аспектом є вибір методу модуляції та протоколу передачі. Використання технологій з розширенням спектру (наприклад, LoRa) або вузькосмугових методів (NB-FSK) дозволяє досягати високої чутливості прийому при низькій потужності випромінювання. Це дає змогу знизити напругу живлення передавача та зменшити пікові струми, що позитивно впливає на хімічний ресурс літієвих елементів живлення (зокрема, Li-SOCl2), які погано переносять різкі стрибки навантажень.

Окрему увагу в роботі приділено схемотехніці перетворювачів напруги. Класичні лінійні стабілізатори (LDO) часто мають високий власний струм споживання, що робить їх неефективними для довготривалих місій. Пропонується використання імпульсних DC-DC перетворювачів з режимом пропускання імпульсів (Pulse Skipping Mode), які зберігають високий ККД (до 85-90%) навіть при мікроамперних навантаженнях. Також доцільним є впровадження суперконденсаторів як буферних накопичувачів енергії для згладжування пікових навантажень під час сеансів радіозв'язку.

Проведені дослідження показують, що поєднання сучасних енергоефективних трансиверів з інтелектуальними алгоритмами керування живленням дозволяє радикально підвищити автономність радіостанцій. Перехід до

адаптивного вибору потужності передачі залежно від умов проходження сигналу та мінімізація часу перебування пристрою в активному стані є основними шляхами реалізації успішних тривалих місій. Запропоновані підходи дозволяють проектувати пристрої з терміном служби, що обмежений лише терміном придатності самого джерела живлення, а не енергоспоживанням схеми.

Адаменко М. О., курсант
Науковий керівник – Бабарика А. О., Ph.D., доц.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ПЕРЕДАЧІ СИГНАЛУ В СИСТЕМАХ РАДІОЗВ'ЯЗКУ ЗА БАГАТОПРОМЕНЕВОГО ПОШИРЕННЯ

У сучасних умовах бездротовий зв'язок став одним із ключових засобів передавання інформації. Він використовується у мобільних мережах, системах управління, спеціалізованих радіомережах, а також у різноманітних технічних комплексах, де необхідна швидка та надійна передача даних. Однак ефективність роботи таких систем значною мірою залежить від умов, у яких поширюється радіосигнал. Реальне середовище передачі сигналу зазвичай є складним і неоднорідним, тому під час проходження радіохвиль між передавачем і приймачем виникає низка фізичних процесів, що впливають на характеристики сигналу.

Одним із найбільш характерних явищ для бездротових каналів зв'язку є багатопроменеве поширення сигналу. Його суть полягає в тому, що радіохвиля доходить до приймального пристрою не лише прямим шляхом, але й через низку відбитих або розсіяних траєкторій. Такі додаткові шляхи виникають через взаємодію сигналу з різними об'єктами навколишнього середовища. Це можуть бути будівлі, елементи інфраструктури, нерівності рельєфу, транспорт або інші перешкоди, які змінюють напрямок поширення радіохвиль.

У результаті до приймача надходить не один сигнал, а декілька його копій, які мають різні часові затримки та рівні потужності. Коли ці сигнали накладаються один на один, їхня взаємодія може змінювати сумарний сигнал на вході приймального пристрою. У деяких ситуаціях відбувається підсилення сигналу, проте досить часто виникає зворотний ефект – його ослаблення.

Подібні коливання рівня сигналу отримали назву завмирань і можуть значно ускладнювати процес приймання інформації.

Проблема багатопроменевого поширення особливо помітна у щільній забудові або в умовах складного рельєфу. У таких середовищах радіохвиля багаторазово відбивається від різних поверхонь, що створює значну кількість альтернативних шляхів поширення сигналу. Через це сигнал на приймачі може змінюватися навіть при незначному переміщенні обладнання або користувача. Подібні зміни можуть призводити до нестабільності зв'язку та збільшення кількості помилок під час передачі даних.

Для того щоб оцінити ефективність функціонування системи радіозв'язку в подібних умовах, використовують кілька основних характеристик. Однією з ключових є співвідношення сигналу до шуму, яке показує, наскільки потужність корисного сигналу перевищує рівень завад у каналі. Від цього показника безпосередньо залежить можливість коректного відновлення переданої інформації. Ще одним важливим параметром є ймовірність помилки під час передачі бітів, яка відображає кількість спотворених елементів цифрового сигналу. Аналіз цих характеристик дозволяє оцінити реальний стан каналу зв'язку та визначити ефективність його роботи.

З метою підвищення надійності передачі сигналу у сучасних системах зв'язку застосовується цілий комплекс технічних та алгоритмічних рішень. Зокрема, використовуються методи просторового рознесення антен, які дозволяють приймати сигнал з різних напрямків та зменшувати вплив завмирань. Також активно застосовуються методи цифрової обробки сигналів, що допомагають компенсувати спотворення, які виникають у каналі передачі. Додатково використовуються різні способи кодування інформації, що дозволяють виявляти та виправляти помилки, які можуть з'являтися під час передачі.

Останніми роками особливу увагу привертають технології багатоканальної передачі, зокрема системи з використанням кількох передавальних і приймальних антен. У таких системах багатопроменеве поширення перестає бути виключно негативним фактором і може використовуватися для підвищення ефективності передачі інформації. Завдяки цьому з'являється можливість збільшити пропускну здатність каналу та забезпечити більш стабільний зв'язок.

Отже, багатопроменеве поширення сигналу є невід'ємною характеристикою радіоканалів, яка суттєво впливає на якість передачі інформації. Його вплив може проявлятися у вигляді коливань рівня сигналу, затримок та збільшення кількості помилок у переданих даних. Саме тому під час створення та дослідження систем радіозв'язку необхідно враховувати особливості такого поширення та застосовувати сучасні методи аналізу і компенсації його впливу. Використання відповідних технічних рішень дозволяє підвищити надійність роботи систем зв'язку та забезпечити стабільну передачу інформації навіть у складних умовах поширення радіохвиль.

Чуйков О. С., курсант
Науковий керівник – Рачок Р. В., д-р. техн. наук, проф.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

ЗАСТОСУВАННЯ SDR-ТЕХНОЛОГІЙ У РОЗРОБЦІ МОБІЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ РОЗВІДКИ

Охорона інформаційного простору є важливою складовою національної безпеки України. Однією з актуальних загроз залишається несанкціонований радіообмін, який може використовуватись для координації незаконних дій, передавання розвідувальної інформації чи управління безпілотними літальними апаратами. Для своєчасного виявлення таких сигналів пропонується розробка мобільного комплексу радіоелектронної розвідки (РЕР), здатного здійснювати пошук і локалізацію джерел радіовипромінювання в реальному часі. Традиційні стаціонарні системи радіоелектронної розвідки (РЕР) мають обмежену маневреність та високу вартість, що ускладнює їх використання в умовах динамічної зміни обстановки. Саме тому розробка мобільного, малогабаритного та енергоефективного комплексу РЕР на базі технологій Software Defined Radio (SDR) є вкрай актуальним завданням, що дозволяє реалізувати гнучкість програмної обробки сигналів.

Мобільний комплекс РЕР складається з антенного модуля, приймача з програмно-керованою радіосистемою (SDR), блоку цифрової обробки сигналів і модуля зв'язку з командним пунктом. Використання SDR-технології

(наприклад, HackRF, RTL-SDR або USRP) дозволяє приймати широкий діапазон частот і гнучко налаштовувати алгоритми виявлення без зміни апаратної частини. Для забезпечення широкосмугового моніторингу використовуються антени з високим коефіцієнтом підсилення у діапазонах від 30 МГц до 6 ГГц. У мобільному варіанті доцільно застосовувати активні штирьові антени для низьких частот та логоперіодичні або дипольні масиви для дециметрового та сантиметрового діапазонів. Використання декількох антен дозволяє реалізувати фазові методи пеленгації для точного визначення азимута на джерело випромінювання. Серцем комплексу є програмно-визначувана радіосистема. Залежно від поставлених задач, можуть бути використані RTL-SDR для бюджетного моніторингу вузькосмугових каналів зв'язку. HackRF One для роботи у надширокому діапазоні частот з можливістю напівдуплексного режиму. USRP для професійного аналізу зі значною смугою миттєвого огляду та високою динамічною розрядністю АЦП, що важливо для виявлення сигналів на фоні потужних завад.

Розробка мобільного комплексу радіоелектронної розвідки є перспективним напрямом для підвищення рівня національної безпеки України. Поєднання програмно-визначуваних радіоприймачів, алгоритмів цифрової обробки сигналів та систем геолокації забезпечує точне та оперативне виявлення незаконних радіопередач. Такий комплекс може ефективно застосовуватись прикордонними підрозділами, силами оборони та правоохоронними органами для своєчасного виявлення загроз, контролю радіоефіру й протидії інформаційним диверсіям. Завдяки своїй мобільності, енергоефективності та невисокій вартості компонентів система є практичним і технологічно доцільним рішенням для оперативного використання в польових умовах.

Заремба Т. Д., курсант
Науковий керівник – Рачок Р. В., д-р. техн. наук, проф.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

ПЕРСПЕКТИВИ ТА ВИКЛИКИ ВПРОВАДЖЕННЯ КОГНІТИВНОГО РАДІО В АРХІТЕКТУРУ МЕРЕЖ 5G ТА 6G

У сучасних умовах стрімкої інформатизації особливого значення набуває ефективність використання радіочастотного ресурсу. Традиційні методи

статичного розподілу спектра вже не здатні задовольнити критичні вимоги мереж нового покоління щодо швидкості та затримок, що створює серйозні технічні бар'єри для розгортання масових сервісів інтернет-речей (IoT) та критичних комунікацій. Під час еволюції мобільних стандартів стає необхідним комплексно досліджувати можливості когнітивного радіо як фундаментального інструменту для переходу від статичного до інтелектуального керування ефіром.

Розвиток мереж 5G та проектування систем 6G супроводжується активним освоєнням різного виду діапазонів, де умови поширення сигналів є надзвичайно мінливими. Це означає, що майбутні системи зв'язку мають бути не лише високошвидкісними, а й здатними до самостійного аналізу середовища, прогнозування появи «спектральних дірок» та миттєвої адаптації параметрів передачі. Саме технологія когнітивного радіо, інтегрована з алгоритмами глибокого машинного навчання, відкриває перспективи створення повністю автономних радіоінтерфейсів, здатних оптимізувати роботу мережі в режимі реального часу без втручання оператора. Метою є теоретичне обґрунтування та аналіз архітектурних рішень когнітивного радіо для забезпечення максимальної спектральної ефективності та надійності у гетерогенних мережах майбутнього.

Проблемами впровадження когнітивних технологій у стандартах 5G/6G є: висока обчислювальна складність алгоритмів широкосмугового спектрального аналізу, що вимагає значних енерговитрат терміналів; складність синхронізації між великою кількістю когнітивних вузлів у децентралізованих топологіях; необхідність розробки нових протоколів безпеки для захисту від специфічних атак на інтелектуальні алгоритми вибору частот; правові та регуляторні труднощі впровадження динамічного доступу до ліцензованих діапазонів.

Проведене дослідження підтверджує, що концепція когнітивного радіо є безальтернативним вектором розвитку для подолання «спектрального дефіциту» в епоху 6G. Інтеграція штучного інтелекту в радіочастотний тракт дозволяє не лише оперативно знаходити вільні ресурси, а й підвищувати загальну завадостійкість системи у складних міських та промислових сценаріях.

Практичне впровадження запропонованих підходів дозволить створити інтелектуальні, самоорганізовані мережі, здатні забезпечувати терабітні швидкості передачі даних та наднизькі затримки. Це сприятиме технологічному розвитку в сферах автономного транспорту, тактильного інтернету , гарантуючи стабільність зв'язку в умовах надвисокої щільності абонентських пристроїв.

Носик А. Ю., курсант
Науковий керівник – Софіян Д. В., канд. психол. наук
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

ТАКТИКА ДІЙ КІНОЛОГІЧНИХ ПІДРОЗДІЛІВ В УМОВАХ ЗАГРОЗИ FPV-ДРОНІВ ТА ПРОБЛЕМИ ЗАСТОСУВАННЯ МІННО-РОЗШУКОВИХ СОБАК У СУЧАСНОМУ ЗБРОЙНОМУ КОНФЛІКТІ

Досвід збройного конфлікту на території України кардинально змінив оперативне середовище, в якому діють кінологічні підрозділи Збройних Сил України та інших силових структур. Масове застосування противником безпілотних літальних апаратів типу FPV сформувало якісно нову загрозу для особового складу і службових собак під час виконання завдань у прифронтовій смузі та безпосередньо в зоні бойових дій. Зазначена загроза потребує переосмислення усталених підходів до тактики дій кінологічних підрозділів і виробленні нових організаційно-тактичних рішень.

FPV-дрони є надзвичайно ефективним засобом ураження особового складу на відкритій місцевості та в умовах обмеженої видимості. Для кінологічних підрозділів ця загроза є особливо гострою з кількох причин. По-перше, службовий собака є значно менш захищеним від ударів дронів, ніж особовий склад, адже захисне спорядження для тварин ще не набуло широкого розповсюдження у вітчизняних збройних силах. По-друге, реакція собаки на звук двигуна або наближення БПЛА є непередбачуваною і може порушити управління твариною у критичний момент. По-третє, виконання завдань мінно-розшукового пошуку вимагає тривалого перебування розрахунку на відкритій місцевості, що суттєво збільшує час перебування під загрозою ураження.

Адаптація тактики дій кінологічних підрозділів до умов дронової загрози передбачає реалізацію комплексу організаційних і тактичних заходів. У тактичному вимірі це означає обов’язкове визначення укриттів і маршрутів відходу перед початком роботи, скорочення часу перебування розрахунку на відкритих ділянках, застосування техніки маскування та вибір часових проміжків зниженої активності дронів противника, як правило, нічний та ранковий час. Організаційно необхідним є включення до складу кінологічного розрахунку бійця, відповідального за спостереження за повітряним простором і своєчасне попередження про загрозу.

Окремою проблемою є застосування мінно-розшукових собак (далі – МРС) в умовах насиченого мінно-вибухового забруднення, що є характерним для сучасного театру воєнних дій в Україні. Площа мінного забруднення території України, за різними оцінками, є однією з найбільших у світі, що робить роботу МРС стратегічно важливою. Водночас противник систематично застосовує протипіхотні міни з мінімальним металевим вмістом, розтяжки та саморобні вибухові пристрої, що суттєво ускладнює роботу собак і підвищує ризик для розрахунків. Особливу небезпеку становлять так звані «міни-пастки», що встановлюються на знищеній техніці та у будівлях, де кінологи нерідко змушені працювати.

Серед системних проблем застосування МРС у зоні бойових дій слід виокремити такі: відсутність стандартизованих протоколів роботи розрахунків в умовах активної дронової загрози; недостатнє матеріально-технічне забезпечення, зокрема, недостатня кількість захисного спорядження для службових собак та засобів радіоелектронної боротьби на рівні розрахунку; психологічне перевантаження і передчасне «вигорання» собак внаслідок постійного стресового впливу звуків стрільби, вибухів і БПЛА; недостатня взаємодія між кінологічними підрозділами різних відомств у ході спільних операцій з розмінування.

Отже, сучасний збройний конфлікт сформував принципово нові виклики для тактики застосування кінологічних підрозділів. Ефективне вирішення окреслених проблем потребує розроблення оновленої нормативно-тактичної документації з урахуванням загрози FPV-дронів, впровадження спеціалізованих програм підготовки розрахунків МРС до дій в умовах мінно-вибухового та дронового середовища, а також налагодження системної взаємодії між кінологічними підрозділами складових сектору безпеки і оборони України під час розмінування звільнених територій. Набутий бойовий досвід має бути систематизований і покладений в основу нової доктрини застосування кінологічних підрозділів у сучасній війні.

Бабінов Я. Д., слухач
Науковий керівник – Ахтирцева В. С., Ph.D.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

РОЗРОБКА СПРЯМОВАНОЇ АНТЕНИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ FM-РАДІОМОВЛЕННЯ КОМПЛЕКСУ RIAB У ПІДРОЗДІЛАХ ПСИХОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ

Досвід сучасної російсько-української війни демонструє суттєве зростання ролі інформаційного та психологічного впливу на противника. Одним із технічних засобів реалізації такого впливу є мобільні комплекси радіомовлення, які дозволяють передавати інформаційні повідомлення безпосередньо в районі бойових дій.

У підрозділах психологічних операцій застосовується мобільна

FM-радіостанція RIAB, що забезпечує оперативне розгортання радіомовлення у зоні бойових дій. Водночас штатна антена комплексу має кругову діаграму спрямованості, що призводить до небажаного поширення сигналу в усіх напрямках і зменшує ефективність спрямованого інформаційного впливу на визначену цільову аудиторію.

У бойових умовах передавальні комплекси, як правило, розгортаються на відстані 15–20 км від лінії бойового зіткнення з метою зменшення ризику ураження вогневими засобами противника. За таких умов важливим є забезпечення достатньої дальності впевненого прийому сигналу та можливості спрямованого радіомовлення у бік розташування підрозділів противника.

Аналіз сучасного досвіду застосування інформаційно-психологічних засобів у російсько-українській війні показує, що радіомовлення залишається важливим інструментом інформаційного протиборства. Підрозділи Сили спеціальних операцій Збройних Сил України використовують мобільні FM-передавачі для трансляції інформаційних повідомлень у районах бойових дій та на тимчасово окупованих територіях. Такі передачі спрямовані на інформування особового складу противника про реальну обстановку на фронті, заклики до збереження життя та припинення опору.

Водночас російська федерація також використовує радіомовлення як елемент інформаційно-психологічного впливу, застосовуючи мобільні передавальні комплекси для трансляції пропагандистських повідомлень у прифронтових районах та на окупованих територіях. Це підтверджує, що

радіомовлення залишається ефективним інструментом інформаційного впливу навіть за умов широкого розвитку цифрових комунікацій.

З метою підвищення ефективності комплексу RIAB було розроблено спрямовану антенну систему, що забезпечує роботу в діапазоні частот 87,5–108 МГц, коефіцієнт підсилення 5–8 дБ відносно диполя та ширину діаграми спрямованості близько 30–40°. Під час розроблення було враховано вимоги мобільності, простоти розгортання та можливості роботи з потужністю передавача до 1000 Вт.

За результатами аналізу можливих конструкцій антен встановлено, що найбільш раціональним рішенням є використання системи з двох двоелементних дипольних антен, змонтованих на спільній траверсі та фазовано з'єднаних між собою. Моделювання антени у програмному середовищі MMANA-GAL показало, що така конструкція забезпечує коефіцієнт підсилення на рівні близько 7 дБ та формування вузької діаграми спрямованості.

Виготовлений дослідний зразок антени пройшов експериментальні вимірювання та експлуатаційні випробування. Вимірювання за допомогою аналізатора антен і фідерних ліній показали, що коефіцієнт стоячої хвилі у робочому діапазоні частот не перевищує 1,4:1, що свідчить про ефективне узгодження антенно-фідерного тракту з передавачем.

Експлуатаційні випробування антени у реальних умовах застосування показали можливість забезпечення впевненого радіоприйому сигналу на відстані до 35–40 км при використанні передавача потужністю 600 Вт. Отримані результати підтверджують ефективність запропонованої конструкції та доцільність її застосування у складі мобільних комплексів FM-радіомовлення.

Таким чином, використання спрямованої антенної системи дозволяє підвищити дальність впевненого прийому сигналу та ефективність таргетованого інформаційно-психологічного впливу на особовий склад противника.

Борисенко Я. В., курсант
Науковий керівник – Канкін І. О., канд. техн. наук
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

СПОСІБ ПРИПИНЕННЯ ПОШИРЕННЯ ДЕСТРУКТИВНОГО КОНТЕНТУ В ІНФОРМАЦІЙНОМУ ПРОСТОРІ НА ОСНОВІ ТЕОРІЇ ГРАФІВ

У повномасштабній війні України з російською федерацією інформаційний простір став одним із ключових театрів протистояння. Поряд із бойовими діями активно ведеться інформаційна війна, у межах якої регулярно виникають інциденти поширення деструктивного контенту. Йдеться про пропаганду, дезінформацію, маніпулятивні повідомлення, а також цілеспрямовані психологічні операції (акції), спрямовані на деморалізацію населення, підрив довіри до державних інституцій та створення паніки в суспільстві.

Особливу небезпеку становить швидкість, з якою подібний контент поширюється через соціальні мережі, месенджери та онлайн-медіа. Завдяки сучасним цифровим технологіям неправдива або викривлена інформація може охоплювати широку аудиторію за лічені хвилини, формуючи хибне сприйняття подій і впливаючи на поведінку людей.

У таких умовах питання оперативного виявлення, аналізу та придушення деструктивного контенту набуває критичного значення. Необхідно впроваджувати ефективні механізми моніторингу інформаційного простору, використовувати сучасні інструменти кібербезпеки та штучного інтелекту, а також забезпечувати швидке реагування з боку відповідних державних структур.

Таким чином, боротьба з деструктивним інформаційним впливом є невід’ємною складовою загальної системи національної безпеки, а здатність швидко нейтралізувати такі загрози безпосередньо впливає на стійкість держави та суспільства в умовах війни.

Метою роботи є припинення лавіноподібного процесу поширення деструктивного контенту в інформаційному просторі за рахунок алгоритму на основі теорії графів.

Теорія графів є ефективним математичним інструментом для моделювання процесів поширення інформації в сучасному цифровому середовищі. У межах даної роботи інформаційний простір розглядається як сукупність взаємопов’язаних елементів, які можна представити у вигляді графа.

Основними складовими такого графа є вершини (точки) та ребра (зв'язки між ними). Кожна вершина інтерпретується як окреме джерело або ретранслятор інформації – наприклад, користувач соціальної мережі, канал у месенджері чи інформаційний ресурс. Ребра, у свою чергу, відображають наявність зв'язків між цими джерелами та можливість передачі інформації від однієї вершини до іншої.

В роботі запропоновано алгоритм роботи графу в якому з'єднані між собою певною системою ребра утворюють шляхи поширення інформації. Таким чином, будь-яке повідомлення, у тому числі деструктивний контент, може передаватися через ці шляхи від одного вузла до іншого, поступово охоплюючи значну частину мережі. Особливістю такого підходу є можливість не лише візуалізувати структуру поширення, але й математично аналізувати її, визначаючи найбільш впливові елементи системи.

Ключовим завданням є виявлення найбільш вагомих джерел розповсюдження інформації, тобто тих вершин, з яких починається активне поширення деструктивного контенту. Для цього використовуються методи аналізу графів, зокрема визначення центральності вузлів, аналіз ступеня вершини (кількості зв'язків), а також дослідження шляхів і компонент зв'язності. Вузли з найбільшою кількістю зв'язків або ті, що знаходяться на критичних шляхах передачі інформації, мають найбільший вплив на швидкість і масштаб розповсюдження.

Після визначення таких ключових джерел і проміжних вузлів наступним етапом є обмеження або повне перекриття каналів передачі інформації. У термінах теорії графів це означає видалення або блокування певних ребер (зв'язків) чи вершин (джерел), що призводить до розриву шляхів поширення. Таким чином, граф розбивається на ізольовані компоненти, і деструктивний контент втрачає можливість подальшого розповсюдження мережею.

Важливою перевагою такого підходу є його оптимізаційний характер. Замість повного блокування великої кількості вузлів система дозволяє визначити мінімальний набір критичних точок або зв'язків, вплив на які забезпечить максимальний ефект у припиненні поширення інформації. Це особливо актуально в умовах обмежених ресурсів та необхідності швидкого реагування.

Отже, застосування теорії графів дозволяє не лише моделювати процеси поширення інформації, але й ефективно керувати ними. Використовуючи представлення інформаційного середовища у вигляді графа, можна своєчасно

виявляти джерела деструктивного контенту та перекривати ключові канали його передачі, що є важливим елементом забезпечення інформаційної безпеки в умовах сучасних загроз.

Manzhura V. V., cadet
Scientific supervisor – Doska O. M., Cand. Sc. (Tech.)
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University

MODEL OF TARGET ALLOCATION FOR TACTICAL OPERATIONS CENTER OF THE IRIS-T SLM GROUND-BASED AIR DEFENCE SYSTEM

Modern air threats are characterized by high dynamics, wide variety of target types, and use of complex tactical techniques, which significantly complicates the process of engagement operation control for ground-based air defence systems (GBAD). Effectiveness of air defence largely depends on speed and validity of decision-making regarding the allocation of available weapons under conditions of uncertainty in the input data.

This paper considers a mathematical model of weapons allocation for the Tactical Operations Center of the IRIS-T SLM GBAD system, which is based on application of the Bayesian method in determining the efficiency indicator. The model takes into account data on air targets, protected objects, GBAD system characteristics, combat formation, and level of enemy air actions threat to the protected facility.

It was concluded that an object-oriented approach aimed at minimizing the total expected losses caused by enemy air attacks is applied to solve the optimization problem when allocating weapons in the IRIS-T GBAD system. Therefore, a modified Hungarian method is used to solve the optimization problem, which allows for fast and accurate decision-making in real time without requiring significant computational resources.

The research results confirm the feasibility of using the developed model to improve the effectiveness of engagement operation control in GBAD systems.

Зінчук М. С., курсант
Науковий керівник – Єгоров В. О., Ph.D.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ЗАДАЧАХ АНАЛІЗУ СИГНАЛІВ У РАДІОРОЗВІДЦІ

У ході повномасштабного вторгнення роль радіорозвідки набула критичного значення для успіху бойових операцій, оскільки сучасне поле бою характеризується надзвичайно високою щільністю використання безпілотних систем, засобів зв'язку та радіоелектронної боротьби. Радіорозвідка сьогодні – це не лише прослуховування ефіру, а складний процес перехоплення цифрових пакетних даних, сигналів телеметрії та супутникового зв'язку. Швидка еволюція засобів зв'язку противника, використання псевдовипадкової перебудови робочої частоти (ППРЧ) та нових протоколів передачі даних вимагають засобів моніторингу, здатних до миттєвої ідентифікації в умовах обмеженого часу. Традиційні підходи, що базуються на жорстких математичних моделях, часто не можуть впоратися з динамічними змінами в середовищі або високим рівнем завад, що створює гостру потребу в автоматизації інтерпретації сигналів за допомогою штучного інтелекту.

Основна проблема полягає в тому, що під час активних бойових дій технології радіозв'язку розвиваються у геометричній прогресії, через що в ефірі постійно з'являються раніше невідомі сигнали з нестандартними параметрами модуляції. Величезні обсяги даних, що надходять від сенсорів з високою частотою дискретизації, створюють надмірне навантаження на операторів, що призводить до затримок у прийнятті критично важливих рішень. Сучасна система аналізу повинна не просто фіксувати амплітуду чи частоту, а «розуміти» контекст сигналу, виявляти приховані закономірності та прогнозувати можливі зміни обстановки до того, як вони призведуть до втрати переваги на полі бою. Класичні методи спектрального аналізу часто демонструють обмеження при роботі зі складними частотно-модульованими сигналами в умовах щільного радіоелектронного фону та постійного впливу засобів РЕБ.

Вирішення цієї проблеми полягає в глибокій інтеграції методів інтелектуального навчання, зокрема рекурентних нейромережевих архітектур,

у класичні процеси цифрової обробки сигналів (ЦОС). Оскільки радіосигнал за своєю природою є послідовністю даних у часі, використання нейромереж із функцією «пам'яті» дозволяє ефективно відстежувати динаміку змін і виявляти аномалії, які розвиваються поступово і непомітно для звичайних алгоритмів. Глибинні моделі навчання дозволяють знаходити структурні залежності в даних там, де математичні розрахунки стають надто громіздкими або неточними. Процес аналізу в такій інтелектуальній системі можна розділити на кілька логічних ланок, кожна з яких критично впливає на якість отриманої розвідувальної інформації.

Першим етапом є інтелектуальна попередня обробка та адаптивна фільтрація сигналу, де закладається фундаментальна якість усього подальшого аналізу. На цьому рівні ШІ-система забезпечує автоматичну узгодженість масштабів даних, видаляє випадкові імпульсні завади та нормалізує амплітуди, що дозволяє виділити корисний сигнал навіть на фоні потужних шумів. Важливою функцією є сегментація безперервного радіопотоку на окремі інформативні ділянки, що дозволяє системі концентрувати обчислювальні ресурси на найбільш пріоритетних об'єктах.

Другим етапом є автоматичне виділення ключових ознак та унікальних параметрів сигналу, таких як інтенсивність випромінювання, фазові зсуви та специфічні частотні відхилення. На відміну від людини-оператора, штучний інтелект здатний одночасно аналізувати десятки таких параметрів у режимі реального часу, формуючи унікальний «цифровий відбиток» для кожного джерела. Це дозволяє ідентифікувати конкретні зразки техніки противника за їхнім специфічним радіовипромінюванням, навіть якщо вони намагаються маскувати свою роботу в ефірі.

Третім етапом виступає класифікація та предиктивне прогнозування, що є інтелектуальним центром усієї системи аналізу. Модель, навчена на колосальних масивах історичних даних, порівнює поточний сигнал із «цифровим еталоном» норми, що дозволяє миттєво визначити тип засобу зв'язку або характер роботи ворожого об'єкта. Головна перевага полягає у здатності системи до самонавчання: вона постійно адаптується до зміни тактики противника, формуючи прогноз подальшого стану радіоелектронної обстановки.

Застосування штучного інтелекту в задачах аналізу сигналів є одним із найбільш перспективних напрямів сучасної військової науки, що забезпечує технологічну перевагу в умовах мережецентричної війни. Отримані результати

доводять, що інтелектуальні системи забезпечують рівень точності та швидкодії, який на порядки перевищує можливості традиційних розрахункових методів. Інтеграція ШІ дозволяє перетворити радіорозвідку з процесу пасивної фіксації даних на інструмент глибокої аналітики та стратегічного прогнозування. Це має вирішальне значення для оборонного сектору, де швидкість обробки інформації безпосередньо впливає на безпеку та ефективність прийняття рішення. Подальші дослідження у сфері самонавчальних алгоритмів дозволять створити повністю автономні та стійкі системи, здатні ефективно діяти у складних умовах без безпосереднього втручання людини.

Волковський Є. П., слухач
Науковий керівник – Котенко В. М., канд. техн. наук, доц.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ РОЗРОБЛЕННЯ ВНУТРІШНЬОВУЗЛОВОЇ МЕРЕЖІ ЗВ'ЯЗКУ НА ОСНОВІ ТОПОЛОГІЇ VPN

В умовах сучасної війни ключовим завданням військового зв'язку є забезпечення його захищеності та стійкого функціонування радіовузлів. В цьому випадку перспективою виступає технологія VPN – вона надає збереження конфіденційності та цілісності переданих даних. Для реалізації цих завдань критично важливим є вибір архітектури мережі. Основними топологіями, що використовуються у військових системах, є «Hub-and-Spoke» (зіркоподібна), де всі вузли підключаються до центрального сервера; «Point-to-Point» (точка-точка) для прямих каналів зв'язку; та «Full Mesh» (повнов'язна), де кожен вузол має пряме з'єднання з іншими, що забезпечує найвищу відмовостійкість. В залежності від вимог та завдань до рівня безпеки, застосовують різні протоколи VPN – IPsec, OpenVPN, WireGuard, що свідчить про ефективність впровадження.

Щоб правильно підібрати необхідний протокол, потрібно визначити основні вимоги для внутрішньовузлової мережі, такі як: захищеність інформації; гнучкість та адаптація до зміни структури вузла; сумісність.

Проведений аналіз зазначених технології та протоколів допомагає визначити особливості їх застосування на практиці.

1) IPsec забезпечує високий рівень захисту, проте складний у конфігуруванні. Його доцільно використовувати у стаціонарних вузлах, у яких існує вимога до високої захищеності у поєднанні з топологією «Hub-and-Spoke». У такій структурі центральний шлюз виконує роль головного концентратора, що дозволяє централізовано контролювати трафік між віддаленими підрозділами та штабом.

2) OpenVPN є універсальним та сумісним з різними платформами, гнучкий у налаштуванні, але недоліком є затримка передачі даних в складних топологіях. Найкраще підходить для топології «Point-to-Point». Ця топологія забезпечує виділений тунель між двома конкретними об'єктами, що мінімізує складність маршрутизації, проте обмежена при необхідності швидкого масштабування мережі до багатьох абонентів.

3) WireGuard має спрощену архітектуру і має відносно перерахованих протоколів вищу продуктивність. Забезпечує безпеку та швидкодію при низькому навантаженні на апаратні ресурси та найкраще працює в тополоіях «Point-to-Point» та «Full Mesh», де можливий зв’язок між засобами, минаючи центральний сервер. Використання «Full Mesh» у поєднанні з WireGuard дозволяє створювати децентралізовані мережі, де вихід з ладу одного вузла не призводить до втрати зв'язку між іншими учасниками мережі. Придатний для мобільних вузлів, де важливим параметром є швидкість розгортання. Простота розгортання роблять його перспективою для військових.

Таким чином, технологія VPN надає збереження конфіденційності та цілісності переданих даних. Найбільш перспективним напрямом є використання протоколу WireGuard, який поєднує високу продуктивність та простоту. Цей підхід робить доцільним використання його у військових системах зв’язку при побудові складних, адаптивних топологій, що здатні до самовідновлення в бойових умовах.

Мазур А. І., курсант
Науковий керівник – Стрельбіцький М. А., д-р. техн. наук, проф.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ INTERNET OF THINGS В УМОВАХ БОЙОВИХ ДІЙ

Характер сучасних бойових дій виражений високим рівнем інформаційної насиченості та потребою в оперативному отриманні даних обстановки на полі бою. Ефективність управління підрозділами значною мірою залежить від швидкого збору, передачі та обробки інформації, що отримані від різноманітних технічних засобів спостереження, сенсорних систем і засобів зв'язку. У зв'язку з цим значну роль відіграє використання технологій Інтернету речей (Internet of Things, IoT), які забезпечують інтеграцію великої кількості автономних пристроїв у єдину інформаційну мережу для автоматизованого збору та передавання даних.

Концепція IoT передбачає використання сенсорних вузлів, обладнаних мікроконтролерами, датчиками та бездротовими модулями зв'язку, які здатні передавати інформацію до центрів обробки даних або до інших вузлів мережі. Такі системи дозволяють формувати розподілену інфраструктуру збору інформації, чим забезпечується безперервний моніторинг параметрів навколишнього середовища, стану технічних засобів та інших об'єктів чи напрямків спостереження. У військовій сфері застосування IoT дозволяє підвищити рівень ситуаційної обізнаності підрозділів, що є одним із ключових факторів ефективного управління силами та засобами.

Одним із важливих аспектів функціонування IoT-систем є використання енергоефективних технологій бездротового зв'язку, які забезпечують передачу даних на досить великі відстані при мінімальному енергоспоживанні. До таких технологій належать мережі класу LPWAN (Low Power Wide Area Network), які призначені для об'єднання великої кількості автономних пристроїв у розподілену мережу передачі даних. Серед таких технологій значного поширення набула технологія LoRa, яка забезпечує передачу невеликих обсягів інформації на відстані декількох кілометрів при дуже низькому рівні енергоспоживання. Завдяки цьому можливе створення автономних сенсорних вузлів, здатних працювати протягом тривалого часу без заміни чи заряджання джерел живлення.

В умовах бойових дій IoT-системи можуть використовуватися для розв'язання широкого спектра завдань. До таких завдань належать моніторинг переміщення техніки, контроль стану інженерних споруд, спостереження за параметрами навколишнього середовища, а також створення систем раннього виявлення потенційних загроз. Крім того, використання сенсорних мереж дозволяє забезпечити дистанційний контроль за об'єктами інфраструктури та важливими об'єктами забезпечення підрозділів. Застосування таких технологій сприяє зменшенню навантаження на особовий склад.

Разом з тим впровадження IoT у військовій сфері пов'язане з низкою технічних та організаційних викликів. До основних із них належать забезпечення інформаційної безпеки, захист каналів передачі даних від несанкціонованого доступу, а також стійкість мереж до впливу засобів радіоелектронної боротьби. Вирішення цих завдань потребує застосування сучасних криптографічних методів захисту інформації, оптимізації протоколів передачі даних та розроблення спеціалізованих архітектур мереж, здатних забезпечити стабільну роботу систем навіть у складних умовах радіоелектронного середовища.

Таким чином, технології Інтернету речей мають значний потенціал для підвищення ефективності інформаційного забезпечення підрозділів у сучасних умовах ведення бойових дій. Використання розподілених сенсорних мереж дозволяє забезпечити безперервний збір даних, підвищити рівень ситуаційної обізнаності та оптимізувати процеси управління військовими підрозділами. Подальший розвиток IoT-технологій у поєднанні з енергоефективними бездротовими мережами, зокрема LoRa, відкриває перспективи створення нових типів автономних систем моніторингу та передачі даних.

Петриченко С. О., слухач
Науковий керівник – Прокопович В. Д.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

МЕТОДИКА АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ РОЗРОБЛЕННЯ ПРОГРАМИ РАДІОЗВ'ЯЗКУ З КОРЕСПОНДЕНТОМ

В умовах асиметричної війни, коли противник переважає в кількості сил та засобів під час ведення бойових дій, ефективність системи управління військами значною мірою залежить від якості забезпечення стійкого,

безперервного та захищеного радіозв'язку. Важливу роль у цьому процесі відіграє планування організації зв'язку та формування програми радіозв'язку – документ, який визначає порядок організації, підтримання та взаємодії підрозділів радіозв'язку, пунктами управління, кореспондентами та маневреними групами. Від якості її розробки залежить узгодженість дій, безпека передавання інформації та ефективність виконання бойових завдань.

Типовий процес формування програми радіозв'язку передбачає значну частку ручної роботи. Офіцер-зв'язківець повинен самостійно визначати канали, частоти, час і можливі резерви. У складних умовах, коли оперативна обстановка постійно змінюється, такий підхід є трудомістким і підвищує ризик виникнення неточностей чи помилок. Крім того, відсутність автоматизованих методик підготовки таких програм у різних підрозділах призводить до розбіжностей у структурі документів і ускладнює взаємодію між рівнями управління.

Основна проблематика полягає у недостатній автоматизації процесів підготовки програм радіозв'язку. Тому в сучасних умовах необхідно оптимізувати, та певною мірою, автоматизувати процес розробки таких документів, що гарантував би їх достовірність, безперервність і безпеку роботи каналів зв'язку. Особливої актуальності це набуває під час організації радіозв'язку з кореспондентами, діяльність яких пов'язана з оперативним збором і передаванням даних у реальних умовах, часто під впливом зовнішніх перешкод.

Запропонована методика автоматизації базується на системному підході до організації зв'язку. Її сутність полягає у створенні алгоритму, який дозволяє автоматизувати етапи підготовки вихідних даних, вибору технічних засобів, розрахунку параметрів зв'язку. Це забезпечує точність і узгодженість під час формування програми, а також підвищує надійність функціонування системи в умовах радіоелектронної протидії.

Таким чином, автоматизація процесу розробки програми радіозв'язку є важливим напрямом удосконалення військових систем управління. Запропонована методика має практичне значення для забезпечення надійного та захищеного зв'язку із кореспондентами, що, у свою чергу, сприяє підвищенню стабільності та безпеки інформаційної взаємодії у Збройних Силах України.

Глоба І. А., слухач
Науковий керівник – Самчишин О. В., канд. техн. наук, ст. дослід.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ПРОГРАМНИЙ МОДУЛЬ ІДЕНТИФІКАЦІЇ РАДІОТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ БАГАТОСПЕКТРАЛЬНИХ ЗНІМКІВ

Ситуаційна обізнаність командира щодо реальної обстановки на полі бою являється найважливішою складовою планування і підготовки операцій. Достовірна інформація про об’єкти розвідки суттєво впливає на прийняття рішення командиром. Одним із основних джерел розвідувальної інформації є дані космічного знімання, обсяг яких в сучасних умовах війни рф проти України суттево збльшився. Тому особливого значення набуває автоматизація процесу виявлення та ідентифікації радіотехнічних засобів — таких як радіолокаційні станції, вузли зв’язку та комплекси радіоелектронної розвідки, радіоелектронної бородьби тощо. Використання виключно видимого спектра часто є недостатньо достовірним через засоби маскування, тому розробка програмних модулів для аналізу багатоспектральних даних є критично важливою. При цьому висока інформаційна насиченість космічних знімків ефективно використовується лише в тому випадку, коли їх обробка ведеться оперативно, а результати обробки своєчасно доводяться до споживачів. Таким чином існує актуальна проблема — забезпечення швидкості й достовірності дешифрування великих за масштабом та насичених обє’ктами розвідки багатоспектральних космічних знімків.

Розв’язання цієї проблеми полягає в розробці програмного забезпечення для інформаційно-довідкової системи, що забезпечує автоматизоване виявлення та класифікацію радіотихнічних засобів на основі спектральних сигнатур об’єктів.

Для розробки спеціалізованого програмного модуля ідентифікації радіотехнічних засобів необхідно створити методику розпізнавання озброєння та військової техніки на багатоспектральних космічних знімках, що базується на детальному аналізі їхніх технічних характеристик та спектральних параметрів. Формування теоретичної основи модуля передбачає використання принципів обробки зображень для точного визначення типу об’єкта шляхом зіставлення його ознак із еталонними даними інформаційно-довідкової системи. Застосування багатоспектральних даних дозволяє виконувати глибокий геопросторовий аналіз, що забезпечує верифікацію місця розташування техніки та її класифікацію за унікальними спектральними сигнатурами матеріалів і

конструкцій. У межах розробки досліджується можливість використання алгоритмів комп'ютерного зору для підтримки процесів розпізнавання, що потребує підготовки спеціалізованих наборів знімків з анотаціями, які базуються на детальних моделях об'єктів та їхніх геометричних параметрах. Процес створення модуля включає систематичний аналіз результатів ідентифікації, що дозволяє у разі виявлення розбіжностей проводити корекцію алгоритмів або доповнення бази даних новими еталонними зразками, забезпечуючи високу точність визначення конкретних одиниць озброєння в інтересах інформаційного забезпечення.

Важливо врахувати потенціал модернізації методики та програмного забезпечення з використанням штучного інтелекту для спрощення їх подальшого використання та розробити опис методики, її створення й застосування.

Таким чином, програмний модуль ідентифікації радіотехнічних засобів на основі аналізу багатоспектральних знімків дозволить оперативно виявляти й ідентифікувати техніку противника за короткий проміжок часу, використовуючи при цьому менше людського ресурсу.

Ісаков А. П., курсант, Маційовський О. В., курсант
Науковий керівник – Коваль Д. В., канд. техн. наук
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ДУБЛЯЖУ ВІДЕОКОНТЕНТУ

В епоху глобалізації та стрімкого розвитку цифрових медіа відеоконтент є основним джерелом інформації та розваг. Проте мовний бар'єр залишається суттєвою перешкодою для вільного поширення знань. Традиційний процес професійного дубляжу є ресурсомістким, дорогим і тривалим, що робить його недоцільним для більшості користувацького контенту, наприклад, відео з YouTube. Актуальність даної роботи полягає у необхідності створення доступних інструментів, які дозволяють автоматизувати процес перекладу та озвучування відеороликів українською мовою з використанням сучасних моделей штучного інтелекту.

Метою роботи є розроблення програмного комплексу для автоматизованого циклу завантаження, транскрибації, перекладу, генерації дубльованої аудіодоріжки та рендерінгу відео з новим дубляжем з можливістю ручного коригування результатів роботи ШІ.

Розроблене рішення побудоване мовою Python з використанням графічного фреймворку PyQt6, що забезпечує кросплатформеність та зручний інтерфейс користувача. Процес дубляжу розділено на кілька послідовних етапів:

1. Отримання медіаданих. Використовується бібліотека yt-dlp для завантаження оригінального відео- та аудіопотоку з відеохостингу.

2. Розпізнавання мовлення. Застосовується нейромережева модель OpenAI Whisper. Вона здійснює транскрибацію аудіодоріжки з високою точністю та повертає часові мітки (timestamps) початку і кінця кожної фрази. Це критично важливо для подальшої синхронізації перекладеного аудіо з відеорядом.

3. Машинний переклад. Текстові сегменти, отримані від Whisper, перекладаються українською мовою за допомогою Google Translator API.

4. Акустичний аналіз та визначення статі диктора. Для надання дубляжу більшої реалістичності впроваджено автоматичний вибір голосу синтезатора. Аналіз здійснюється за допомогою бібліотеки librosa. З оригінального аудіо виокремлюється поточний сегмент, для якого розраховується фундаментальна частота голосу f0 за допомогою алгоритму YIN. Якщо середнє значення $f0 < 165$ Гц, система класифікує голос як чоловічий, в іншому випадку – як жіночий.

5. Синтез мовлення. Для генерації українського дубляжа інтегровано сервіс Edge-TTS, що використовує сучасні нейромережеві моделі Microsoft. Кожному текстовому сегменту призначається відповідний нейроголос (чоловічий "Остап" або жіночий "Поліна") на основі результатів попереднього акустичного аналізу.

6. Синхронізація. Оскільки довжина перекладеної фрази часто не збігається з оригіналом, система порівнює тривалість згенерованого аудіо з вихідним вікном. За допомогою бібліотеки pydub із залученням FFmpeg алгоритм динамічно прискорює згенероване аудіо без спотворення висоти тону, щоб фраза вмістилася у заданий часовий проміжок.

7. Зведення медіа. За допомогою MoviePy відбувається накладання згенерованої української доріжки на відео. При цьому реалізовано алгоритм автоматичного приглушення гучності оригінальної аудіодоріжки, що створює ефект класичного закадрового перекладу. Також підтримується функція вшивання жорстких субтитрів у відеоряд.

Практична реалізація та інтерфейс. Важливою особливістю розробленого програмного забезпечення є віконний редактор, який відкривається після етапу синтезу мовлення. Оскільки ШІ-моделі можуть допускати неточності, користувач має змогу:

виправити текст перекладу;

змінити призначений нейроголос;

застосувати масові дії – встановити єдиний голос для всього відео.

Такий підхід (Human-in-the-loop) гарантує високу фінальну якість продукту.

У результаті роботи створено повноцінний застосунок для ПЕОМ "Auto-Dubber UA", який успішно об'єднує моделі розпізнавання мовлення, машинного перекладу, акустичного аналізу та синтезу тексту в мовлення. Використання фундаментальної частоти для визначення статі диктора дозволило значно спростити редагування згенерованого аудіо. Розроблена система демонструє високу ефективність і може бути використана для масової локалізації освітнього, науково-популярного та розважального контенту українською мовою.

Рябухін М. М., курсант
Науковий керівник – Коваль М. В., канд. техн. наук
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ВИКОРИСТАННЯ МЕРЕЖІ WI-FI ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ КОМАНДНОЇ РАДІОЛІНІЇ МАКЕТА БЕЗПІЛОТНИХ НАЗЕМНИХ КОМПЛЕКСІВ ІЗ BEV-НАВІГАЦІЄЮ

Сучасний розвиток безпілотних наземних комплексів (БпНК) супроводжується зростанням вимог до систем навігації та зв’язку. В умовах роботи у приміщеннях або на обмежених ділянках використання глобальних навігаційних систем є малоефективним, що зумовлює необхідність застосування альтернативних підходів, зокрема технології Bird’s-Eye View (BEV)-навігації.

Зазначений підхід передбачає використання зовнішньої камери та алгоритмів комп’ютерного бачення для визначення координат і орієнтації об’єкта. Обчислювальні процеси виконуються на базовій станції, що дозволяє зменшити навантаження на бортові обчислювальні ресурси, проте висуває підвищені вимоги до швидкодії та надійності каналу зв’язку між елементами системи.

Метою роботи є розроблення та реалізація командної радіолінії для макета БпНК із використанням технології WiFi та протоколу передачі даних UDP. Використання UDP зумовлене необхідністю мінімізації затримок передачі, оскільки в системах реального часу актуальність команд є важливішою за гарантовану доставку кожного окремого пакета.

Архітектура системи має дворівневу структуру. Верхній рівень представлений пунктом управління (ПУ) з ПЕОМ із підключеною камерою, де за допомогою бібліотеки OpenCV здійснюється обробка відеопотоку та визначення координат об’єкта з використанням маркерів ArUco. На основі отриманих даних формуються керуючі сигнали для руху платформи.

Нижній рівень реалізовано на борту БпНА на базі мікроконтролера ESP32, який приймає команди керування та перетворює їх у сигнали широтно-імпульсної модуляції (ШІМ) для керування приводами. Додатково здійснюється зчитування даних із ультразвукових сенсорів для запобігання зіткненням.

Для підвищення ефективності роботи радіолінії реалізовано поділ обміну даними на окремі логічні канали: канал виявлення пристрою, канал керування та канал телеметрії. Це дозволяє оптимізувати передачу інформації та підвищити відмовостійкість системи.

Канал виявлення – порт 3334. Для спрощення розгортання комплексу реалізовано механізм автоматичного пошуку. ПЕОМ ПУ надсилає широкомовний запит WHO_IS_CART?. Мікроконтролер, отримавши цей пакет, надсилає у відповідь свою поточну IP-адресу та контрольний порт.

Командний канал – порт 3333. Використовується для безпосереднього керування тягою моторів. Формат корисного навантаження є текстовим: рядки виду L<val>R<val>\n, де <val> – цілочисельне значення ШІМ для лівого та правого моторів.

Канал телеметрії – порт 3335: мікроконтролер БпНА з частотою 20 Гц надсилає на базову станцію дані про відстань до перешкод , зчитані з трьох ультразвукових сенсорів.

Запропоноване рішення забезпечує стабільний обмін даними з високою частотою оновлення команд керування, що є необхідною умовою ефективної роботи системи BEV-навігації.

У результаті виконання роботи розроблено командну радіолінію на базі WiFi із використанням протоколу UDP, що забезпечує мінімальні затримки передачі даних. Застосування розподілу каналів зв’язку підвищує надійність системи, а використання апаратного ШІМ дозволяє досягти високої точності керування рухом.

Отримані результати підтверджують ефективність запропонованого підходу та можливість його використання для подальших досліджень у галузі автономної навігації та керування роботизованими платформами.

Яковлев А. Р., курсант
Науковий керівник – Радушинський О. П.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

СИСТЕМИ СИТУАЦІЙНОЇ ОБІЗНАНОСТІ ЯК ФУНДАМЕНТ ЕФЕКТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ПІДРОЗДІЛАМИ

Характерною рисою сучасних збройних конфліктів є критична залежність ефективності бойових дій від швидкості збору та обміну даними. Системи ситуаційної обізнаності (ССО), такі як DELTA, «Кропива» та міжнародні аналоги (FBCB2), виступають базовим інструментом для формування єдиного інформаційного простору. Вони забезпечують безшовну взаємодію між різними родами військ у режимі реального часу, трансформуючи розрізнені розвідувальні дані у цілісну та зрозумілу картину поля бою.

Перехід від традиційних методів управління з використанням паперових карт до сучасних цифрових платформ кардинально змінив архітектуру прийняття рішень. Якщо раніше збір інформації, ручне нанесення тактичної обстановки та доведення наказів до підрозділів вимагали значних часових ресурсів, то сьогодні ССО забезпечують миттєву візуалізацію даних. Це дозволяє командирам усіх ланок здійснювати паралельний аналіз обстановки, що експоненціально підвищує оперативність управління військами.

Концептуальною перевагою впровадження ССО є радикальне стиснення циклу Бойда (СОРД: Спостереження – Орієнтація – Рішення – Дія). Здатність швидко проходити кожен етап цього алгоритму визначає домінування на полі бою. Сучасні платформи автоматизують цей процес: інформація з багатьох джерел миттєво агрегується (Спостереження) та відображається на спільній цифровій мапі (Орієнтація). Це формує вичерпне розуміння ситуації для командування (Рішення) та дозволяє без затримок передавати координати цілей виконавцям (Дія). Як наслідок, тривалість циклу управління скорочується з годин до лічених хвилин.

Інтеграція систем ситуаційної обізнаності зумовила перехід до мережецентричної парадигми, де дії є децентралізованими, але висококоординованими. Зокрема, платформа DELTA забезпечує горизонтальну координацію між піхотними, артилерійськими та авіаційними підрозділами, дозволяючи реалізовувати ефект раптовості та випереджати противника у прийнятті рішень. Своєю чергою, тактичний комплекс «Кропива», поєднуючи функції картографії та балістичного обчислювача, дозволяє артилерії діяти за принципом швидкого розгортання та відходу. Це мінімізує час перебування на позиції, суттєво знижує ризик контрбатарейного ураження та змінює тактичний підхід з «кількісної переваги» на «інформаційну вищість».

Стратегічний вектор еволюції ССО полягає у глибокій інтеграції технологій штучного інтелекту (ШІ). Алгоритми машинного навчання здатні автоматизувати ідентифікацію ворожої техніки, здійснювати предиктивну аналітику дій противника та розраховувати оптимальні параметри для ураження. Іншим ключовим напрямком є реалізація концепції «Цифрової армії» – створення комплексних систем для точного обліку особового складу, логістики та наявних засобів, що дозволить мінімізувати суб'єктивні помилки при постановці бойових завдань.

Досвід застосування систем ситуаційної обізнаності у Збройних Силах України довів їхню критичну роль в умовах інтенсивних бойових дій. Вони нівелюють «туман війни», кардинально оптимізують етап планування та прискорюють цикл СОРД, дозволяючи захоплювати тактичну ініціативу. З подальшим впровадженням технологій ШІ, системи ситуаційної обізнаності остаточно закріплять статус безальтернативного фундаменту управління підрозділами на сучасному полі бою.

Майданюк В. О., слухач
Науковий керівник – Бовсуновський В. Ю., канд. техн. наук, доц.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

АНАЛІЗ МЕТОДІВ РОЗРАХУНКУ ЗОНИ ОХОПЛЕННЯ РАДІОСИГНАЛОМ СИСТЕМИ РАДІОЗВ'ЯЗКУ УЛЬТРАКОРОТКОХВИЛЬОВОГО ДІАПАЗОНУ В СКЛАДНОДОСТУПНИХ РАЙОНАХ

Системи радіозв'язку ультракороткохвильового (УКХ) діапазону займають важливе місце у забезпеченні оперативного управління мобільними підрозділами (групами), які часто виконують бойові завдання у складнодоступних районах під час повномасштабної війни проти російської федерації.

Стійкість та якість УКХ радіозв'язку з мобільними підрозділами (групами) у таких умовах значною мірою залежить від урахування в ході планування наступних факторів: фізико-географічних умов, висоти розташування на місцевості та характеристик спрямованості антен радіостанцій і ретрансляторів, розташування антен, потужності передавального і чутливості приймального обладнання, наявності фізичних перешкод на шляху поширення радіохвиль та радіозавад у радіоефірі.

Часткове урахування наведених вище факторів в ході планування призводить до зниження стійкості та якості радіозв'язку під час виконання бойових і спеціальних завдань в складнодоступних районах.

Найчастіше для планування радіозв'язку використовують методи моделювання, які дозволяють прогнозувати та відображати зони охоплення радіосигналами у визначеному районі при певному розміщенні радіозасобів з визначеними характеристиками.

Серед них найбільш відомими є статистичні методи (наприклад, модель Окамура-Хата або COST231), зручні для оперативного проведення розрахунків, але демонструють низьку точність в складнодоступних умовах, що може призводити до зниження стійкості та якості зв'язку.

Детерміновані методи (наприклад, трасування променів) враховують шлях кожного "променя" з урахуванням відбиття від стін, дифракції на кутах будинків та поглинання, але володіють високою обчислювальною складністю, а також чутливістю до точності даних висот та сезонних змін.

Напівдетерміновані моделі (наприклад, модель Волфіша-Ікегамі, Лонглі-Райса) поєднують швидкість емпіричних методів з точністю детермінованих.

При цьому модель Волфіша-Ікегамі враховує щільність забудови, ширину вулиць та орієнтацію будівель відносно сигналу, модель Лонглі-Райса – пересіченість місцевості, кривизну Землі та кліматичні умови. Тому, метод Лонглі-Райса доцільно застосовувати для оцінювання умов доступності радіосигналів на пересіченій місцевості, а метод Волфіша-Ікегамі – в урбанізованій місцевості.

Проведений аналіз наведених вище методів свідчить про доцільність застосування напівдетермінованих методів для оцінювання зони охоплення радіосигналом систем радіозв'язку УКХ діапазону в складно- доступних умовах, зважаючи на їх високу точність та прийнятну обчислювальну складність.

Оскільки кожне бойове завдання мобільного підрозділу (групи) здійснюється поетапно (за фазами), а умови на кожному етапі (фазі) можуть відрізнятися, то жодна з наведених напівдетермінованих моделей не може забезпечити достатню точність зони охоплення радіосигналом у всіх умовах обстановки.

Тому, з метою забезпечення необхідної точності оцінювання зони охоплення радіосигналом систем радіозв'язку УКХ діапазону в ході планування зв'язку існує необхідність застосування групи напівдетермінованих моделей Волфіша-Ікегамі та Лонглі-Райса.

Напрямки подальших досліджень пов'язані із розробкою методики планування радіозв'язку в УКХ діапазоні з малими мобільними підрозділами, які базуються на поетапному виборі і застосуванні напівдетермінованих методів розрахунку зон охоплення радіосигналом.

Новарчук М. В., слухач
Науковий керівник – Кудряшов Ю. О.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОГО РЕЖИМУ РОБОТИ ДЛЯ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНИХ РАДІОСТАНЦІЙ З УРАХУВАННЯМ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ ТА ВИМОГ, ЩО ВИСУВАЮТЬСЯ

Одним з пріоритетних критеріїв, які забезпечують успішне ведення бойових дій є своєчасний та ефективний обмін службовою інформацією. Своєчасний та ефективний обмін службовою інформацією досягається при

дотриманні певних вимог, а саме: безперервності, своєчасності та безпеки зв'язку. Враховуючи досвід повномасштабного вторгнення, однозначно можна зробити висновок, що ефективність бойового застосування різних сил та засобів збройної боротьби, в будь-якому бою або операції, зрештою, визначається ефективністю системи зв'язку.

В умовах сучасності, надзвичайно динамічно розвиваються різні підходи, методи та засоби щодо організації зв'язку. На озброєння частин та підрозділів зв'язку надходять новітні радіозасоби декаметрового діапазону. На даний момент відсутня визначена методика, або алгоритм застосування різних режимів роботи, які б враховували оперативну обстановку навколо підрозділу, та забезпечували досягнення трьох вищеперерахованих критеріїв. Через це, при виборі режиму роботи, виникають загрози пов'язані зі зривом сеансів зв'язку, як наслідок, втраті управління над підрозділами, що знаходяться у відриві від основних сил.

При аналізі керівних документів, одним із варіантів вирішення такого типу завдань є створення певної методики, яка дозволяє допомогти прийняти рішення офіцеру щодо визначення ефективного режиму роботи на багатофункціональних радіостанціях у певній оперативній обстановці.

Вибір ефективного режиму роботи багатофункціональної радіостанції залежить від умов розповсюдження радіохвиль та оперативної обстановки у районі виконання завдань кореспондентами. На умови розповсюдження радіохвиль впливають такі фактори: пора року, час доби, сонячна активність, тип атенно фідерної-системи, відстань між кореспондентом та радіовузлом, географічні координати точки віддзеркалювання радіохвилі, типи ґрунтів, наявність водойм, наявність певної інфраструктури. До умов оперативної обстановки відносяться: напруженість радіоелектронної обстановки в районі роботи кореспондента, важливістьта характер інформації, що передається кореспондентом.

Отже, розробка методики вибору ефективного режиму роботи багатофункціональних радіостанцій є критично важливим елементом в організації зв'язку між приймальною та передавальною складовою.

Bihuniak V. M., cadet
Scientific supervisor – Hordiienko R. O.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University

ANALYSIS OF THE MINIMUM DESCRIPTION LENGTH PRINCIPLE APPLICATION FOR GROUP TARGET SEPARATION IN THE AN/MPQ-64F1 RADAR

Experience from combat operations during the russian–Ukrainian war shows that the adversary actively uses a wide range of air attack assets in massive and combined strikes. These assets have continuously improved tactical and technical characteristics and methods of combat employment. Particular emphasis is placed on implementing new approaches to overcoming air defense systems. One significant approach is the coordinated use of unmanned aerial vehicles (UAVs) and cruise missiles (CMs) operating as part of organized strike groups or echeloned formations. These tactics create a complex, multi-component air situation and increase the probability of penetrating air defense systems.

Consequently, assessing the air situation becomes significantly more complicated, primarily due to the increased risk of misjudging the number of air targets within a group. Such inaccuracies may lead to the inefficient or unjustified allocation of engagement assets, the excessive expenditure of munitions and a limited amount of time available for the re-engagement of undestroyed targets. This also negatively affects the timeliness and quality of decision-making within air defense command and control systems.

From a technical perspective, this problem is caused by radar systems' limited capability to distinguish individual air objects located within the same spatial resolution volume simultaneously. Under such conditions, reflected signals from multiple targets overlap to form a composite radar return, which complicates the extraction of individual target characteristics, including their coordinates, velocities and radar cross-section. This reduces the accuracy of subsequent radar data processing.

In this regard, estimating the parameters of multiple air objects located within a single radar resolution volume simultaneously becomes a particularly relevant scientific task. This requires advanced signal processing methods that can decompose the composite signal into components corresponding to individual targets, even in noisy conditions with limited prior information. The Minimum Description Length (MDL) principle can be used to estimate the number of targets by selecting the model

that minimises the overall description length of the observed radar data. This ensures an optimal balance between data fitting and model complexity.

Addressing this problem will improve the efficiency with which grouped air targets are detected, recognised and tracked, as well as expanding the informational capabilities of radar systems. Improving the reliability of radar data directly impacts the quality of decision-making, thereby ensuring the effectiveness of air defence units is increased, particularly when countering massive and combined air attacks.

Кондратюк В. О., слухач
Науковий керівник – Самонюк О. В.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

МЕТОДИКА ФОРМУВАННЯ ДІАГРАМИ СПРЯМОВАНОСТІ ЦИФРОВОЮ АНТЕННОЮ РЕШІТКОЮ ДЕКАМЕТРОВОГО ДІАПАЗОНУ

Короткохвильовий зв’язок є важливою складовою у системі військового зв’язку. Відповідно до Регламенту радіозв’язку смуга частот 3…30 МГц називається високими частотами, а діапазон довжин хвиль 10…100м – декаметровими або короткими хвилями. Основною перевагою короткохвильового зв’язку є спроможність забезпечувати зв’язок на десятки, сотні і навіть тисячі кілометрів без ретрансляції сигналу. Це відбувається завдяки використанню ефекту відбиття радіохвиль від шарів іоносфери.

Умови розповсюдження радіохвиль мають вирішальне значення в дальності та можливості забезпечення зв’язку. Тому, враховуючи ці властивості, ми можемо визначити, яку антенно-фідерну систему краще використати для організації зв’язку по радіолініям. До відомих властивостей радіохвиль в процесі розповсюдження слід звернути увагу на декілька факторів: затухання, заломлення, відбиття, дифракція, поглинання, розсіювання та інтерференція.

Головною особливістю короткохвильових радіоліній, є те, що умови розповсюдження радіохвиль шляхом відбиття від іоносфери залежить від часу доби, порою року та циклічності сонячною активністю. Структура іоносфери змінюється протягом доби, за рахунок зміни активності сонця.

До проблематики слід врахувати наступне: кореспонденти, які виконують завдання на тимчасово окупованих територіях або на території суміжних країн, не мають технічної можливості скористатись мобільними мережами чи інтернетом з метою передачі оперативної(службової) інформації. В такому випадку оптимальним варіантом забезпечення зв'язку є використання радіоліній короткохвильового зв'язку.

При плануванні зв'язку будь-якої радіолінії визначається діапазон частот, в якому обирається оптимальна робоча частота, яка забезпечить надійний та стійкий зв'язок.

Оптимальна робоча частота – це частота, на якій зв'язок буде найбільш стабільним та надійним. Оскільки на частотах близьких до максимально приданої частоти зв'язок буде не достатньо стійким, прийнято обирати частоту нижчу за значенням (з коефіцієнтом 0.85 від максимально придатної частоти).

Для визначення діапазону робочих частот доцільно використовувати програмне забезпечення таке як: CPA та VOACAP.

Одним з основних елементів забезпечення короткохвильового зв'язку є антенно-фідерні системи. В сучасних системах зв'язку надають перевагу технологіям цифрового утворення діаграми спрямованості. Такі технології реалізуються завдяки цифровим антенним решіткам. Принцип роботи таких антенних решіток полягає у створенні цифрових променів, які спрямовуються у напрямку на кореспондента. Діаграма спрямованості променів сформована за алгоритмом швидкого перетворення Фур'є. Така діаграма спрямованості являє собою сукупність просторово-частотних фільтрів, які здійснюють селекцію чітко визначеного сигналу, а решту прийнятих сигналів подавляють, ідентифікуючи їх як перешкоди. Тобто антена здатна автоматично налаштовувати діаграму спрямованості на корисний сигнал та створювати "нулі" у напрямку перешкод.

Використання цифрової антенної решітки у короткохвильового зв'язку забезпечує адаптивне формування діаграми спрямованості, що дозволяє підвищити завадостійкість систем зв'язку в умовах активної радіопротидії. Також цифрова антенна решітка забезпечує швидке сканування ефіру без рухомих частин антени. Основними перевагами застосування цифрової антенної решітки є: можливість обслуговування декількох абонентів в різних напрямках за рахунок багатопроменевості діаграми спрямованості;

Отже, цифрові антенні решітки є ключовим елементом підвищення ефективності короткохвильового зв'язку, оскільки забезпечують адаптивне формування діаграми спрямованості та вибірковий прийом сигналів. Завдяки можливості швидкого керування променями, такі антени дозволяють одночасно працювати з кількома кореспондентами та реагувати на зміну радіо обстановки. Таке застосування значно підвищує оперативність, завадостійкість і живучість систем зв'язку, особливо в умовах активної радіопротидії.

Гашинський В. В., курсант
Науковий керівник – Самборський І. І., канд. техн. наук, ст. наук. співроб.
Інститут спеціального зв'язку та захисту інформації
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

УПРАВЛІННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЮ СТІЙКІСТЮ ЦИФРОВИХ СИСТЕМ В УМОВАХ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ КІБЕРЗАГРОЗ

Повномасштабна війна виявила критичні вразливості цифрової інфраструктури, що потребує переходу від класичних підходів кібербезпеки до забезпечення функціональної стійкості - здатності системи виконувати основні функції за призначенням навіть при часткових пошкодженнях.

Ключовим принципом є «граціозна деградація», коли система зберігає важливо необхідні сервіси, відмовляючись від другорядних.

Основою стійкості є інтегрований підхід, що поєднує кіберзахист і управління.

Запропоновано в системі реалізувати автономні сегменти, здатні працювати ізольовано при втраті зв'язку, а також механізми динамічної реконфігурації, що забезпечують зміну маршрутів і перерозподіл навантаження в реальному часі.

Розроблені технології контейнеризації забезпечують швидке відновлення систем на новому обладнанні, що є критично важливим для безперервності роботи державних і корпоративних сервісів.

Окрему увагу приділено захисту даних і каналів управління. Для цього застосовуються децентралізовані рішення та наскрізне шифрування, що ускладнює несанкціонований доступ і вплив на систему.

Отже, управління цифровими системами в умовах кіберзагроз має базуватися на адаптивних, підходах, що забезпечують безперервність роботи цифрових систем.

Перспективи розвитку пов'язані з використанням штучного інтелекту для прогнозування відмов і автоматизації управління протидією кіберзагрозами.

Хомелко С. О., курсант
Науковий керівник – Музичак А. З., канд. техн. наук, доц.
Військовий інститут танкових військ
Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут»

ПЕРЕХІД НА МОДУЛЬНУ АРХІТЕКТУРУ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ЗРАЗКІВ БРОНЕТЕХНІКИ

Практично уся бронетехніка своїм корінням сягає у 60-ті роки минулого століття, а тому її основа, незважаючи на часткові модернізації, побудована за принципами того періоду. Її електротехнічну архітектуру можна охарактеризувати як «централізацію через живлення» та представити таким деревом:

•коріння – акумулятор;

•стовбур та гілки – електрична мережа;

•листя – споживачі.

Такі системи зазвичай тяжіють до одного рівня напруг, наприклад 24 В. Можливе також застосування умовно дворівневої напруги:

•24 В – напруга основної електромережі бронетехніки;

•48 В – пускова напруга, яка застосовується на короткі періоди часу для живлення стартера, щоб збільшити видачу потужності для прокручування холодного дизельного двигуна.

У бронемашинах із системою стабілізації гармат знайшла застосування також трифазна система змінного струму, для отримання якої призначений спеціальний перетворювач.

Така архітектура була зумовлена слабким розвитком електротехніки та електроніки на той час. Серед недоліків такої архітектури можна виділити такі:

1. Надмірна довжина кабелів, оскільки до кожного споживача від джерела необхідно тягнути окремий провідник. Для зменшення кількості провідників

схема була побудована за принципом однопровідної схеми: «плюс» передається провідниками, «мінус» чи «маса» – це масивна рама та кабіна бронемашини.

2. Складні джгути – в мережі з одного боку наявні товсті магістральні джгути, а з іншого велика кількість індивідуальних ліній; в таких мережах висока складність трасування через перегородки, люки, обертові вузли.

3. Погана ремонтопридатність – при несправності важко локалізувати проблему, пошкодження магістрального джгута зумовлює виведення з ладу багато систем.

4. Погана масштабованість – додавання нового устаткування часто вимагає протягування нових кабелів через всю машину, внесення змін у магістральні джгути, зміну основної схеми проводки.

З розвитком цифрової електроніки та мікроконтролерів у техніці набула поширення архітектура, яку можна охарактеризувати як «централізована через керування, але децентралізована за живленням». Це сприяло впровадженню в техніку модульного принципу, коли між окремими модулями наявні лише одна-дві базові лінії живлення та інформаційні кабелі.

Для бронетехніки пропонуються такі функціональні модулі/зони:

1. Передня зона – зазвичай охоплює місце механіка-водія та передній відсік корпусу;

2. Баштовий модуль – охоплює верхню надбудову машини та її обертові компоненти;

3. Моторно-трансмісійний модуль – включає силову установку та агрегати трансмісії;

4. Кормовий модуль – зовнішні сервісні інтерфейси, частину допоміжного обладнання; сюди ж можна включити десантний або вантажний відсік;

5. Центральна зона – розташована у центральній частині машини та відповідає за центральний обчислювальний модуль, головний мережевий шлюз, ключові енергетичні вузли.

Для кожного модуля (чи зони) необхідна своя локальна діагностика. Також необхідно забезпечити певну ізоляцію модулів, щоб відмова в одному модулі не виводила з ладу всю машину.

Перехід до запропонованої модульної архітектури дає ряд переваг, серед яких виділимо такі:

•простіша заміна блоків;

•легше масштабувати під інші машини;

•простіше інтегрувати нове обладнання;

•краща локалізація несправностей;

•менше унікальних вузлів;

•зручніше реалізувати резервування;

•спрощення джгутів через модульний принцип.

Наявні також і недоліки, які пов'язані з вищою насиченістю електроніки та більшою роллю програмного забезпечення. Тим не менше перехід до такої модульної архітектури відповідає постійному підвищенню технологічності ведення війни в цілому та зразків бронетехніки зокрема.

Гайдей О. С., слухач
Науковий керівник – Кудряшов Ю. О.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

АКТУАЛЬНІСТЬ ПОЄДНАННЯ РІЗНИХ ПІДХОДІВ ДО ПОБУДОВИ СИСТЕМИ ЗВ'ЯЗКУ НА БАЗІ РАДІОСТАНЦІЙ ТРАНКІНГОВОГО ЗВ'ЯЗКУ

Досвід бойових дій в Україні показав необхідність переходу від застарілих методів організації зв'язку до більш нових, зокрема транкінгових систем, які забезпечують кращу стійкість до перешкод, захищеність інформації та мобільність в порівнянні з УКХ засобами старого парку.

Транкінговий зв'язок є ефективним рішенням для організації радіомереж, оскільки дозволяє раціонально використовувати частотний ресурс, забезпечує швидкий доступ до каналів зв'язку та підтримує одночасну роботу великої кількості абонентів. Це особливо важливо в умовах інтенсивних бойових дій, де спостерігається висока динаміка обстановки та потреба в безперервному управлінні військами.

Проблематика організації транкінгового зв'язку в Збройних Силах України полягає у поєднанні різних підходів до побудови систем зв'язку. З одного боку, активно впроваджуються сучасні гнучкі стандарти, орієнтовані на принципи НАТО, які передбачають гнучкість, адаптивність, високу мобільність та сумісність між підрозділами. З іншого боку, в окремих підрозділах досі

використовуються більш жорсткі, централізовані та частково застарілі методи організації зв'язку. Обидва методи як показує досвід бойових дій мають як позитивні так і негативні наслідки.

Гнучкі системи мають значні переваги в умовах сучасної війни, оскільки дозволяють постійний моніторинг, коригування в реальному часі, враховує ініціативу, кожен знає свою роль. Вони краще підходять для динамічних бойових дій і взаємодії з міжнародними партнерами.

Водночас традиційні, більш жорсткі системи зв'язку також мають свої переваги. Вони чітко визначають місце у загальному плані, надійністю в стабільних умовах, а також всі дії в цьому методі заздалегіть регламентовані. У деяких ситуаціях, зокрема при обмежених ресурсах або в умовах часткового порушення інфраструктури, такі системи можуть бути більш стійкими та передбачуваними.

Таким чином, основна проблема полягає не лише у переході до нових стандартів, а й у необхідності ефективного поєднання різних підходів. Оптимальна система військового зв'язку повинна враховувати як переваги сучасних гнучких технологій, так і практичний досвід використання традиційних рішень, що дозволить забезпечити надійність, стійкість і ефективність управління військами в різних умовах бойової обстановки.

Колодяжний О. С., курсант
Науковий керівник – Скиба І. П.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ЗМІ ЯК ІНСТРУМЕНТ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ВІЙНИ рф

У збройних конфліктах важливу роль відіграють не лише сильна армія та наявність зброї, а й вміння запобігти її застосуванню. Ще з часів давньокитайського стратега Сунь-цзи зрозуміло: «Найвища майстерність — підкорити ворога без бою». З розвитком суспільства потреба в інформації ставала дедалі більшою, але це давало не лише знання, а й можливість поширення інформації для досягнення цілей. Тому з появою засобів масової інформації пропаганда стала невід'ємною частиною сучасних війн, головним завданням якої є знищення людей не як фізичної сили, а як соціуму.

Із виникненням ЗМІ виділяють 3 основні типи інформаційних впливів:

1. «Білий» вплив, коли автор інформації не приховується та спирається на відкриті джерела.

2. «Сірий» вплив, коли джерело інформації часто приховане та поєднує правдиві факти з викривленою інтерпретацією.

3. «Чорний» вплив, коли матеріал поширюють від 3-ої особи.

Прикладом є зомбування, що відбувалося до початку війни у 2014 році: російські ЗМІ запустили низку дезінформаційних кампаній, використавши правило спільності та зараження. Як на українське, так і на російське населення впливали шляхом нав'язування спільної історії та ідеології «братніх народів» та «старшого брата». Через телебачення та соціальні мережі просували російську мову, музику та культуру, фактично стираючи українську ідентичність.

Коли населення України було «готове», росія почала діяти. Збройна агресія почалася з анексії Криму, і завдяки інформаційній пропаганді, опору з українського боку майже не було. Почалася «російська весна», яку також активно, однобоко й централізовано висвітлювали російські ЗМІ. Використавши правило перебільшення та перекручення, вони почали пропагувати захист російськомовних та прихильників «руського міру», наголошуючи на українських нацистах та виправдовуючи дії армії рф.

Таким чином, з 2014 року такі інтернет-ЗМІ, як "Молот правды", "Новости Донецкой Республики", інформаційне агентство "Новороссия", "Комсомольская правда", "РИА-новости", "V-news" почали дискредитацію української влади, подій під час АТО (з 2018 року — ООС) та розповсюдження інформації, яка не відповідала дійсності. При цьому створили інформаційний вакуум, використавши правило замовчування. Підготовчим етапом до відкритої фази стала дегуманізація українського населення, де російська пропаганда готувала громадян рф до «освобождения» та стверджувала про захоплення влади неонацистами.

З початком повномасштабного вторгнення ще однією платформою розповсюдження інформації став телеграм. Найбільша проблема — анонімність автора телеграм-каналу, яким може виявитися російський оператор. Через швидкий потік інформації багато телеграм-каналів можуть впливати на вразливу аудиторію та людей з відсутнім критичним мисленням.

Також не менш важливим є використання ШІ в ЗМІ: рівень пропаганди та дезінформації вийшов на зовсім інший рівень. Ще декілька років тому рівень генерації був на низькому рівні, і розпізнати неправдиву, створену ШІ інформацію було легко, а в теперішній час без базових знань це майже неможливо. Розроблений продукт з використанням ШІ, фото й відео мають значний вплив на психіку реципієнта, особливо старшого покоління.

Отже, засоби масової інформації мають сильний важіль впливу в інформаційній війні, тому що відіграють важливу роль — інформування населення. Але ворожі спецслужби шукають методи переконання та зміни поведінки цільової аудиторії, які можуть призвести до розколу населення як національного та культурного середовища, що призведе до пристосування традицій і мови агресора; до окупації певних територій агресором внаслідок дестабілізації ситуації в державі або в окремих її областях; до появи недовіри суспільства до влади та масової еміграції в пошуках кращого майбутнього. Щоб цьому запобігти, важливо інформувати населення про можливі дії ворожої пропаганди та проводити навчання з виявлення такої діяльності, включно із застосуванням ШІ.

Каширін М. А., курсант
Науковий керівник – Райковський О. І.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ПЕРСПЕКТИВИ ТА ВИКЛИКИ ВПРОВАДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ПОЛІ БОЮ

Сучасні збройні конфлікти характеризуються високою динамічністю та великим обсягом інформації, що потребує миттєвої обробки. Перехід від класичних методів управління військовими підрозділами до інформаційно-технологічних систем є не тільки певною перевагою, а й критичною необхідністю для виживання та успіху військових підрозділів. Інформаційні технології (ІТ) на полі бою змінюють природу сучасної війни, перетворюючи її на протистояння інформаційних систем та алгоритмів.

Одним із найважливіших аспектів застосування інформаційних технологій є створення єдиного інформаційного простору, який ґрунтується на

ідеї мережецентричної війни. Вона передбачає об'єднання засобів розвідки, управління військами та знищення ворога до єдиної інформаційної мережі. Використання автоматизованих систем управління (АСУ) дозволяє командному складу бачити інформаційну обстановку реального часу. Це дозволяє скорочувати цикл «спостерігаю – орієнтуюся – рішуче схоплююся – дію» і випереджати противника у прийнятті критично важливих рішень.

Особливу увагу варто приділити розвитку безпілотних технологій і робототехніки. ІТ-технології дозволяють не тільки керувати засобами дистанційно, але й використовувати різні технології штучного інтелекту для розпізнавання цілей у автономному режимі. Така технологія здатна швидко аналізувати великі масиви відеоінформації і розпізнавати замасковану техніку і артилерійські засоби противника. Це дозволяє використовувати людський ресурс для вирішення більш складних стратегічних завдань і виконувати більш рутинні завдання технологічними засобами розвідувальної служби.

Наприкінці варто зробити висновок про те, що широке впровадження інформаційно-технічних технологій має у собі і великі виклики, перш за все у галузі інформаційної безпеки і захисту інформаційних шляхів зв'язку. Така залежність робить частини особливо вразливими для різних засобів радіоелектронної боротьби противника. Глушіння навігаційної інформації або перехоплення інформації або взагалі злому інформаційно-технічних засобів може призвести до втрати боєздатності частини. Тому розвиток надійних засобів передачі даних і технологій шифрування є одним з найбільш актуальних напрямків досліджень.

Наступний напрямок розвитку інформаційно-технічних технологій у галузі військ Сухопутних військ — розвиток хмарних технологій і технологій периферійних обчислень (edge computing). Така технологія дозволяє виконувати інформаційні завдання безпосередньо на засобах бійця або засобах техніки, що знижує навантаження інформаційних шляхів зв'язку і забезпечує працездатність інформаційно-технічних засобів навіть у разі виникнення частини втрати з'єднання зі спеціальним сервером.

Надалі варто зробити висновок про те, що цифровізація поля бою вже невідворотний процес. Перехід до сучасних інформаційно-технологічних засобів дозволяє досягти переваги вже не тільки у кількості засобів, але й якості управління засобами, швидкості інформаційного обміну і якості ураження цілей противника.

Кондратюк Д. А., курсант
Науковий керівник – Сінько В. В., Ph.D.
Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації
імені Героїв Крут

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ ВІЙСЬКОВИХ МЕРЕЖ ЗВ'ЯЗКУ ДО КІБЕРАТАК ТА ФІЗИЧНИХ ПОШКОДЖЕНЬ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ SDN

Сучасні збройні конфлікти характеризуються зростаючою залежністю від стійких і захищених мереж зв'язку. Досвід війни в Україні демонструє, що порушення комунікаційної інфраструктури через кібератаки та фізичне знищення вузлів зв'язку суттєво впливає на боєздатність підрозділів. У цьому контексті технологія Software Defined Networking (SDN) розглядається як перспективний підхід до побудови адаптивних і стійких військових мереж.

SDN є архітектурою, що відокремлює площину керування (control plane) від площини передавання даних (data plane), централізуючи логіку маршрутизації у програмованому контролері. Це надає мережі динамічної гнучкості: у разі відмови окремого вузла або каналу зв'язку контролер автоматично перебудовує маршрути, забезпечуючи безперервність передавання критично важливих даних.

З точки зору протидії кібератакам SDN забезпечує низку переваг. По-перше, централізований огляд стану мережі дозволяє виявляти аномалії трафіку в режимі реального часу і негайно ізолювати скомпрометовані сегменти. По-друге, програмована природа технології уможливлює швидке розгортання нових правил фільтрації (ACL) і реконфігурацію топології без ручного втручання на кожному вузлі. По-третє, поєднання SDN з інструментами штучного інтелекту та машинного навчання дозволяє реалізувати проактивне виявлення загроз на основі поведінкових патернів трафіку.

Для підвищення стійкості до фізичних пошкоджень SDN може застосовуватися разом із концепцією розподіленого (розосередженого) розміщення контролерів. Замість єдиного центрального контролера використовується ієрархічна схема з кількома контролерами, синхронізованими за допомогою відмовостійких протоколів. У разі знищення одного або кількох контролерів решта продовжує управляти мережею. Додатково застосовуються

механізми Fast Failover у протоколі OpenFlow, що забезпечують автоматичне перемикання трафіку на резервні канали з мінімальною затримкою.

Практична реалізація SDN у військових умовах передбачає інтеграцію з тактичними радіомережами (MANET, HF/UHF), застосування шифрування каналів керування між контролером і комутаторами (TLS/DTLS), а також забезпечення автономного режиму роботи вузлів у разі тимчасової втрати зв'язку з контролером. Серед основних викликів є необхідність захисту самого контролера від атак типу "відмова в обслуговуванні" (DoS) та вирішення питань сумісності зі застарілим обладнанням польових вузлів зв'язку.

Таким чином, технологія SDN є дієвим інструментом підвищення стійкості військових мереж зв'язку. Її впровадження в інтересах Збройних Сил України потребує адаптації відкритих рішень (OpenDaylight, ONOS) до умов тактичної ланки, розробки стандартів захисту площини керування та підготовки фахівців з програмно-конфігурованих мереж.

Гавенко В. С., курсант
Науковий керівник – Сінько В. В., Ph.D.
Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації
імені Героїв Крут

ВИЯВЛЕННЯ DDOS-АТАК НА МЕРЕЖУ УПРАВЛІННЯ ВІЙСЬКАМИ ЯК ЕЛЕМЕНТ ІНФОРМАЦІЙНОГО ПРОТИБОРСТВА В СУЧАСНОМУ ЗБРОЙНОМУ КОНФЛІКТІ

Досвід російсько-української війни переконливо підтвердив, що кібератаки на комунікаційну інфраструктуру є невід'ємною складовою сучасного збройного конфлікту. Знищення або порушення роботи мережі управління військами рівнозначне втраті ситуаційної обізнаності, зриву координації між підрозділами та зниженню темпу бойових дій. Серед найбільш масових і деструктивних інструментів кібернетичного впливу є розподілені атаки типу "відмова в обслуговуванні" (DDoS), які здатні вивести з ладу вузли зв'язку в критичний момент операції.

Програмно-конфігуровані мережі (ПКМ, SDN) розглядаються як перспективна основа для побудови захищених тактичних і оперативних мереж

зв'язку Збройних Сил України завдяки централізованому управлінню, гнучкій маршрутизації та можливості динамічного перерозподілу ресурсів. Разом з тим централізований SDN-контролер є вразливою точкою, його перевантаження або виведення з ладу унеможливлює управління всією мережею. Саме тому противник цілеспрямовано застосовує DDoS-атаки проти контролерів SDN як засіб дезорганізації системи командування та управління.

Своєчасне виявлення DDoS-атаки є першим і визначальним етапом протидії. В умовах бойового застосування ПКМ виокремлюють три практично значущі підходи. Першим підходом є статистичний аналіз потоків OpenFlow. Контролер відстежує аномальне зростання кількості нових записів у таблицях комутаторів, різке збільшення частоти Packet-In повідомлень та асиметрію трафіку. Метод реагує за лічені секунди і не потребує додаткових обчислювальних ресурсів, що критично важливо для польових вузлів зв'язку з обмеженим апаратним забезпеченням. Другий підхід використовується у вигляді застосування алгоритмів машинного навчання. Моделі на основі Random Forest та рекурентних нейронних мереж типу LSTM (Long Short-Term Memory) здатні виявляти низькоінтенсивні атаки, які імітують легітимний трафік і не виявляються статистичними методами. Навчені на реальних зразках аномального трафіку, такі моделі забезпечують точність виявлення понад 95% при прийнятному рівні хибних спрацьовувань. Для військових мереж особливо перспективним є федеративне навчання, яке дозволяє моделі вдосконалюватися на даних з різних вузлів мережі без централізованої передачі трафіку. Третій підхід це ентропійний аналіз розподілу IP-адрес та портів. Під час DDoS-атаки ентропія різко змінюється, при флуді з одного джерела вона падає, а при розподіленій атаці з підробленими адресами зростає. Відстеження цього показника в реальному часі дозволяє виявити атаку на ранній стадії, ще до критичного навантаження на контролер, що дає час на активацію засобів протидії та перемаршрутизацію трафіку.

Таким чином, ефективний захист мережі управління військами від DDoS-атак в архітектурі SDN потребує використання гібридної системи виявлення, у якій статистичний аналіз забезпечує миттєву реакцію на масові атаки, ентропійні методи забезпечують їх раннє виявлення, а алгоритми машинного навчання дозволяють ідентифікувати приховані та складноструктуровані атаки. Інтеграція такої системи у захищене програмно-конфігуроване середовище сприяє підвищенню стійкості інформаційної інфраструктури Збройних Сил України в умовах активного кібернетичного протиборства.

Гаврилишин М. С., курсант
Науковий керівник – Майданюк В. А., Ph.D.
Національна академія сухопутних військ
імені гетьмана Петра Сагайдачного

МЕСЕНДЖЕРИ ЯК ЗБРОЯ: ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В СУЧАСНОМУ БОЮ

Сучасне поле бою дедалі більше перетворюється на простір інформаційної боротьби. Поряд із класичними видами озброєння вирішальну роль відіграють системи збору, обробки та передачі даних. Інформаційні технології забезпечують командування актуальними відомостями, дозволяють швидко приймати рішення та координувати дії підрозділів.

Особливе місце займають месенджери — Telegram, Signal, WhatsApp та інші. Вони стали інструментом тактичної комунікації між військовими, дозволяють оперативно передавати координати, фото та відео. Проте їх використання створює ризики перехоплення та зламу, що вимагає постійного вдосконалення систем кіберзахисту.

Українські підрозділи активно застосовують захищені канали зв'язку, зокрема Signal, а також спеціалізовані військові платформи. Telegram використовується для швидкої координації та обміну інформацією, але з чіткими правилами безпеки: створюються закриті групи, застосовується двофакторна автентифікація, обмежується коло учасників. Це дозволяє уникати витоків та зберігати оперативність управління.

Противник активно застосовує Telegram-канали для інформаційно-психологічних операцій. Через них поширюється пропаганда, дезінформація та панічні настрої серед населення. Окремі канали виконують роль «польових штабів» для координації диверсійних груп. Це перетворює месенджери на поле бою за свідомість, де важливим стає швидке викриття та нейтралізація фейкових повідомлень.

Заборона Telegram-каналів на «болотах»

У ряді країн, що підтримують противника, було запроваджено заборону Telegram-каналів, мотивуючи це питаннями безпеки та контролю інформаційного простору. Натомість вони намагаються замінити Telegram власними платформами або більш контрольованими сервісами, такими як

WhatsApp чи локальні месенджери з інтегрованим державним моніторингом. Це свідчить про прагнення обмежити незалежні джерела інформації та створити «кероване середовище» для населення.

Таким чином, месенджери у сучасному бою — це не лише засіб комунікації, а й зброя інформаційної війни. Їхнє використання потребує комплексного підходу: від технічного захисту до формування інформаційної стійкості особового складу та суспільства. Заборона окремих платформ у країнах противника лише підтверджує їхню стратегічну значущість і змушує шукати альтернативи, які б забезпечували контроль над інформаційними потоками.

Dubovskyi Y. V., cadet
Scientific supervisor –Vasylyshyn V. I., Dr. Sc. (Tech.), Prof.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

ANALYSIS OF WAYS OF IMPROVEMENT OF THE STABILITY OF MIMO COMMUNICATION SYSTEMS UNDER THE INFLUENCE OF ELECTRONIC WARFARE EQUIPMENT

In the modern warfare, the effectiveness of communication systems is determined not only by their bandwidth but also by their ability to withstand electronic warfare (EW) measures. Currently, domestic communication systems operate under the influence of various EW systems of russian federation, such as “Diabazol”, R-330Zh “Zhitiel”, “Lorandit”, “Leer-3” and others.

Increased throughput can be achieved through the use of MIMO (Multiple Input Multiple Output) technology. Furthermore, the using of multiple antennas enables the implementation of approaches to protect communication systems from the jamming.

This paper analyses the impact of EW means on the communication systems with multi-antenna configurations. This also allows to perform an analysis of ways of improvement of their stability. The most commonly used methods are spectrum-spreading techniques based on the pseudo-random frequency-hopping (FHSS). These methods are used in the number of systems, such as L3 Harris, Himera, and Aselsan.

An important aspect of using MIMO is the possibility of utilising polarisation processing and channel state information (CSI). The particular importance is the ability to implement the so-called beamforming methods, which allow the formation of a beam (or beams) directed towards the correspondent (correspondents).

Furthermore, it is possible to implement beamforming that directs the null of the beam towards the jammer. Simulation modelling has been carried out, confirming the feasibility and effectiveness of applying the aforementioned approaches under the influence of the EW systems.

Thus, the effectiveness of communication systems functioning under the influence of EW means is determined by the power of these means and the types of interferences. The increased resilience (interference immunity) of MIMO-based communication systems can be achieved through the combined use of FHSS and the beamforming method. It is of interest to consider the ways of CSI estimation.

Дідикало П. С., курсант, Дідківський А. П., курсант
Науковий керівник – Райковський О. В.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В АНАЛІТИЦІ ЯК СКЛАДОВА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ПОЛІ БОЮ

У сучасних збройних конфліктах часто інформація визначає результат значно більше, ніж потенційна вогнева потужність, адже перевагу здобуває той, хто швидше перетворює дані на рішення. Розвиток сенсорних мереж, OSINT та розподілених комунікацій створив потік гетерогенних даних, що перевищує можливості традиційної аналітики. Штучний інтелект (ШІ) дає інструменти для автоматичної нормалізації й пріоритетності цього потоку, скорочуючи час для виявлення й реагування на загрози. Для безпечного та ефективного застосування потрібні механізми перевірки джерел, стійкість до інформаційних атак і включення людини в остаточний цикл прийняття рішень. Без цього технологічна перевага може стати джерелом нових вразливостей. Тема є ключовою для підвищення оперативної обізнаності, зниження ризиків хибних рішень і формування сучасних стандартів ведення операцій в умовах бою.

Попри зростаючу інтеграцію ШІ у військову аналітику, його практичне застосування на полі бою пов’язане з низкою суттєвих викликів. По-перше, динамічність бойової обстановки і швидка зміна умов ускладнюють створення надійних моделей. По-друге, вхідні джерела часто містять неповні або суперечливі дані і це підвищує ризик хибних висновків при автономному прийнятті рішень. Окремою проблемою є вразливість аналітичних систем до навмисного

інформаційного впливу противника (дезінформація, спуфінг, кібератаки), що потребує розробки механізмів оцінки достовірності даних в реальному часі. У межах дослідження проаналізовано умови, за яких застосування ШІ в аналітичній діяльності військового характеру є виправданим, а також визначено межі допустимої автономності алгоритмів при виробленні тактичних і оперативних рішень.

Результати досліджень засвідчують, що інтелектуальні аналітичні системи здатні суттєво підвищити швидкість та якість обробки розвідувальної інформації в умовах збройного конфлікту. Водночас оптимальною моделлю застосування ШІ є така система використання штучного розуму, коли він виступає інструментом підтримки прийняття рішень, а не її замінником, а людина зберігає контроль над ключовими оцінками та рішеннями. Практична цінність отриманих результатів полягає у можливості їх використання при розробці стандартів підготовки військових аналітиків, визначенні процедур прийняття рішень і обробки розвідувальної інформації та вдосконаленні застосування інформаційних технологій у сучасних операціях. Рекомендовано впроваджувати гібридні системи із чіткими інтерфейсами людина–машина, механізмами виявлення маніпуляцій і процедурами регулярного тестування та оновлення моделей під реальні умови бойової обстановки.

Рубан В. В., курсант
Науковий керівник – Трутнєв С. Г.
Військова академія (м. Одеса)

СПОСОБИ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В ПРОЦЕСІ ВИРОБЛЕННЯ РІШЕННЯ НА ЗАСТОСУВАННЯ ОРГАНУ РОЗВІДКИ

Сучасні збройні конфлікти характеризуються високою динамічністю та складністю бойової обстановки, що вимагає від органів розвідки швидкого та обґрунтованого прийняття рішень. Ефективність розвідки залежить від своєчасного отримання достовірної інформації про противника, місцевість, умови та можливості власних сил. Одним із найпотужніших інструментів для підвищення якості планування і прийняття рішень є системи імітаційного моделювання, які дозволяють створювати віртуальне середовище бойових дій та відпрацьовувати дії без ризику для особового складу та техніки.

Імітаційне моделювання застосовується на різних етапах процедур прийняття військових рішень TLP (Troop Leading Procedures) та MDNP (Military Decision-Making Process). На етапі отримання наказу та оцінки обстановки (TLP: Receive the Mission, MDNP: Receipt of Mission / Mission Analysis) системи дозволяють моделювати ситуацію на місцевості, оцінювати можливості противника та визначати ключові райони спостереження. На етапі розробки варіантів дій (TLP: Make a Tentative Plan, MDNP: COA Development) використання моделей дає змогу відпрацьовувати кілька альтернативних сценаріїв застосування органів розвідки, оцінювати ризики та ресурси. При прийнятті остаточного рішення та видачі наказу (TLP: Issue the Order, MDNP: COA Comparison and Decision) імітаційні системи допомагають перевірити логіку плану, передбачити можливі дії противника і оптимізувати розподіл підрозділів.

Однією із систем для моделювання тактичних дій які використовуються у ЗС України є Steel Beasts. Хоча вона призначена для моделювання бойових дії бронетанкових та механізованих підрозділів, створення карт місцевості, рух техніки та взаємодії підрозділів її також можливо застосовувати для підготовки органів розвідки. Steel Beasts корисна на етапах планування та тренування дій розвідувальних груп, дозволяє відпрацьовувати маршрути висування, здійснювати організацію сил і засоби на весь період виконання завдання, визначати оптимальні позиції для ведення розвідки та оцінювати можливу реакцію противника. Система особливо ефективна для підготовки командирів з використанням тактики малих груп, коли важлива точність дій та швидке прийняття рішень у реальних умовах бойового середовища.

Наступною поширеною системою є Virtual Battlespace 3. Вона є більш універсальною платформою, що дозволяє моделювати дії підрозділів різного масштабу та інтегрувати різні види сил, включно з безпілотними літальними апаратами та технічними засобами розвідки. VBS-3 особливо корисна на етапах розробки та порівняння варіантів дій (TLP та MDNP: COA Development і COA Analysis), а також для проведення тренувань, коли командири відпрацьовують прийняте рішення у змодельованому середовищі у реальному часі. Детальна тривимірна модель місцевості дозволяє аналізувати укриття, зони спостереження та потенційні маршрути противника, а мережеве підключення кількох користувачів забезпечує колективну взаємодію підрозділів і штабів.

Практичне використання Steel Beasts та VBS-3 дозволяє максимально ефективно готувати особовий склад на різних етапах підготовки. Проте у

процесі підготовки доцільно розглянути підхід змішаного навчання. Наприклад, під час поранення військовослужбовця при відпрацюванні дій в імітаційному середовищі той подає сигнал про поранення, а військовослужбовці які здійснюють спільне із ним навчання (тренування) перемістившись із віртуального середовища починають фізично відпрацьовувати на ньому протокол надання допомоги при пораненні MARCH. Такий підхід дозволяє відпрацьовувати як індивідуальні практичні навички, так і командне управління, підвищуючи готовність особового складу до виконання реальних завдань.

Використання систем імітаційного моделювання у підготовці органів розвідки має низку практичних переваг. Воно дозволяє економити ресурси, забезпечує безпеку під час навчання, дає можливість створювати сценарії, які важко або неможливо реалізувати на полігоні, а також підвищує якість прийняття рішень, дає підґрунтя для здійснення аналізу проведених дій проте потребує розроблення нових підходів у здійснення навчання особового складу та підготовки до ведення реальних бойових дій.

Лабань А. А., курсант
Науковий керівник – Райковський О. В.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА ПОЛІ БОЮ

Актуальність теми дослідження зумовлена сучасними політичними подіями у світі, зокрема повномасштабною війною проти України. Ці події змусили багатьох дослідників звернути увагу на ідеологічні основи сучасної російської державної політики. У науковому та публічному дискурсі дедалі частіше використовується поняття "рашизм". Цей термін застосовується для позначення специфічної політичної та ідеологічної системи, яка сформувалася в росії протягом останніх десятиліть і поєднує в собі імперські, авторитарні та мілітаристські елементи.

Після розпаду срср росія опинилася у складній політичній та соціально-економічній ситуації. У 1990-х роках у країні відбувалися процеси демократизації, але водночас значна частина суспільства відчувала ностальгію за минулим і втрату статусу "великої держави". Ці настрої поступово стали основою для формування нових політичних наративів, у яких особливе місце

займали ідеї відновлення державної могутності, централізації влади та посилення ролі держави в житті суспільства.

З приходом до влади путіна ці тенденції почали поступово посилюватися. У політичному дискурсі з’явилися твердження про необхідність відновлення історичної справедливості та захисту російських інтересів у світі. У цей період почали активно поширюватися ідеї про "особливий шлях" розвитку росії, який нібито відрізняється від західної моделі демократії.

Одним із важливих факторів формування цієї ідеології стали геополітичні концепції, зокрема ідеї "євразійства". Значний вплив на їх популяризацію мав російський філософ Олександр Дугін. У своїх працях він описує світ як протистояння між Заходом і євразійським простором, у центрі якого, на його думку, повинна перебувати росія. У межах цієї концепції Україна розглядається як важлива територія, яка нібито має бути частиною єдиного політичного простору з росією.

Важливу роль у формуванні рашистської ідеології відіграє і державна пропаганда. Через засоби масової інформації активно формується образ країни, яка нібито перебуває в оточенні ворогів. У такому інформаційному просторі росія часто подається як держава, що змушена захищати свої інтереси та власну "цивілізаційну модель". Подібна риторика використовується для виправдання жорсткої внутрішньої політики та агресивних дій на міжнародній арені.

Окрему роль у цьому процесі відіграє масова культура. У фільмах, телепрограмах і медійних матеріалах створюється образ сильної держави, яка повинна протистояти зовнішнім загрозам. У таких наративах підкреслюється важливість військової сили, дисципліни та беззаперечного підпорядкування державній владі. З часом ці ідеї почали активно використовуватися у державній пропаганді та політичній риториці.

Для аналізу подібних політичних систем описано кілька характерних рис, які можуть бути притаманні фашистським режимам. Серед них можна виділити культ традицій, заперечення демократичних цінностей, культ сильного лідера, створення образу зовнішнього ворога та мілітаризацію суспільства. Ці риси можна побачити і в сучасній росії. Насамперед це культ сильної державної влади та персоналізація політичної системи навколо лідера. Політична конкуренція в країні значно обмежена, а всі рішення приймаються вузьким колом політичної еліти. Одночасно активно формується образ зовнішнього ворога, який використовується для мобілізації суспільства та виправдання політичних рішень.

Ще однією важливою рисою є мілітаризація суспільної свідомості. У російському інформаційному просторі війна дедалі частіше подається як неминуча частина міжнародної політики. Військова служба при цьому розглядається як прояв найвищого патріотизму. Особливу роль у цьому відіграє культ перемоги у другій світовій війні, який активно використовується у політичній риториці та державній символіці.

Важливим інструментом поширення цієї ідеології є також політична мова пропаганди. Вона часто базується на простих гаслах і чітких протиставленнях між "своїми" та "чужими". Подібний спосіб подання інформації зменшує можливості для критичного аналізу та сприяє формуванню спрощеного сприйняття складних політичних процесів.

Окреме місце у цій ідеології займає культ самопожертви. У пропагандистських наративах загибель у війні часто подається як найвища форма служіння державі, адже інтереси держави мають стояти вище за індивідуальні цінності людини. Подібний підхід знецінює людське життя і робить його лиш інструментом.

Отже, рашизм можна розглядати як особливу форму сучасної авторитарної ідеології, яка поєднує імперські ідеї, радянську політичну спадщину та агресивну зовнішню політику. Його характерними рисами є культ державної влади, мілітаризація суспільства, створення образу ворога та активне використання пропаганди. Водночас важливо не лише констатувати існування цього явища, а й шукати ефективні шляхи його подолання, яке неможливе під час панування путінського режиму в країні. Одним із можливих шляхів подолання цієї ідеології є консолідація демократичних держав та запровадження максимальних санкцій проти агресивної політики рашизму.

Спіцин Я. А., курсант, Крислата Б. В., курсант
Науковий керівник – Гринюк Ю. В.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСОБІВ ІНФРАЗВУКОВОГО МОНІТОРИНГУ ГОЛОВНОГО ЦЕНТРУ СПЕЦІАЛЬНОГО КОНРОЛЮ

У сучасних умовах війни з рф значно зростають обсяги розвідувальної інформації, яка потребує обробки та узагальнення. Система геофізичного моніторингу Головного центру спеціального контролю (ГЦСК) забезпечує

виявлення та обробку інфразвукових акустичних сигналів штучного та природного походження. Важливим етапом забезпечення ефективного функціонування таких систем є вибір та аналіз показників, які дозволяють об'єктивно оцінити їх можливості під час добування додаткової розвідувальної інформації. Саме тому, аналіз та дослідження показників для оцінки ефективності засобів інфразвукового моніторингу є актуальним науково-практичним завданням.

В доповіді зазначено, що оцінка ефективності засобів інфразвукового моніторингу передбачає використання системного підходу, який базується на визначенні сукупності взаємопов'язаних показників. До основних показників ефективності можуть бути віднесені ймовірність виявлення джерел розвідувальної інформації, точність визначення їх місцеположення, повнота охоплення об'єктів спостереження та ефективність використання функціональних ресурсів системи. Застосування таких показників дозволяє комплексно оцінити можливості системи та визначити рівень її відповідності поставленим завданням.

Таким чином, аналіз показників ефективності засобів інфразвукового моніторингу ГЦСК дозволяє підвищити об'єктивність оцінки їх функціонування, визначити ключові фактори, що впливають на результативність роботи системи, а також обґрунтувати шляхи удосконалення її застосування під час добування додаткових розвідувальних даних.

Міхайлов І. Л., курсант, Крамарева В. М., курсант
Науковий керівник – Гринюк Ю. В.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЗАСОБІВ УРАЖЕННЯ рф

З початку війн з рф, по інфраструктурних об'єктах України, було нанесено велику кількість ракетних, авіаційних та артилерійських ударів, здійснено десятки терористичних актів проти мирного населення. При чому, в багатьох випадках, росія намагається замовчати або ж звинуватити Україну в здійсненні цих злочинів.

Для прикладу, 06 червня 2023 року сейсмічним та акустичним засобами виявлення Головного центру спеціального контролю (ГЦСК) було зареєстровано джерело штучного походження в межах Херсонської області. Після аналізу результатів реєстрації сейсмічного методу було встановлено та визначено параметри джерела сигналу – вибух Каховської ГЕС. Росія не визнає своєї причетності до даного терористичного акту, звинувачуючи Україну у недбалому догляді та експлуатації ГЕС, що начебто і привело до техногенної катастрофи. Для ідентифікації засобів ураження противника, що були застосовані та оцінки наслідків їх застосування було залучено геофізичну мережу пунктів спостереження ГЦСК.

В доповіді зазначено, що ГЦСК, як спеціальна інформаційна система, виконує завдання з реєстрації збурень геофізичних полів, проводить обробку і накопичення спеціальної інформації в Національному центрі даних, забезпечує визначені державні органи оперативною інформацією про зареєстровані геофізичні події і функціонує у складі Міжнародної системи моніторингу. підтвердила факт саме підриву РФ боєприпаси на ГЕС, офіційно надавши аналітичну довідку відповідним державним органам.

Таким чином, для ідентифікації засобів ураження противника було проведено аналіз основних характеристик засобів ураження противника з метою їх ідентифікації та оцінки наслідків застосування по військових та цивільних об’єктах України.

Михайлова А. М., курсант, Швець М. Р., курсант
Науковий керівник – Гринюк Ю. В.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

МЕТОДИКА РОЗПІЗНАВАННЯ ІНФРАЗВУКОВИХ ДЖЕРЕЛ ШТУЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ

В умовах збільшення застосування ракетних, авіаційних, артилерійських засобів ураження ЗС РФ по військових та цивільних об’єктах України зростає значення додаткової розвідувальної інформації, яка дозволяє оцінити обстановку в районі завдання удару та своєчасно інформувати про це відповідні державні органи.

Інфразвуковий моніторинг включає реєстрації та обробку інфразвукових

коливань атмосферного тиску або густини повітря, що виникають під час збурень атмосфери джерелами штучного та природного походжень. Коливання тиску вибухового походження відносяться до імпульсних джерел інфразвуку і містять певні ознаки залежно від умов в яких відбувся вибух (в повітрі, на поверхні землі, під землею тощо), та яка його потужність.

В доповіді відмічено, що для оцінки наслідків ракетних, авіаційних, артилерійських ударів по інфраструктурних та військових об'єктах України необхідно знати тротиловий еквівалент засобу ураження, при чому основною ознакою вибуху є миттєва зміна тиску, який залежить від температури та об'єму продуктів горіння. Тротиловий еквівалент боєприпасів малих калібрів необхідно визначати з похибкою, що не перевищує значення половини мінімальної різниці маси вибухової речовини для боєприпасів одного калібру. Тому похибка визначення тротилового еквівалента при ЯВ складає 10-100 т, а для визначення тротилового еквівалента вибуху потужних боєприпасів (з тротиловим еквівалентом 250-500 кг) повинна бути не більше 0,1 г.

Пропонуються шляхи автоматизації процесів обробки та розпізнавання джерел інфразвукових сигналів від ракетних, авіаційних, артилерійських засобів ураження, що дозволить підвищити оперативність та достовірність отримання додаткових розвідувальних даних в інтересах ЗС України.

Бособрод М. О., курсант, Стороженко О. Є., курсант
Науковий керівник – Андрощук Р. А., канд. техн. наук, доц.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ЗАСТОСУВАННЯ СЕЙСМІЧНИХ РОЗВІДУВАЛЬНО-СИГНАЛІЗАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ОХОРОНИ ПЕРИМЕТРА ВІЙСЬКОВИХ ОБ’ЄКТІВ

Дії диверсійно-розвідувальних груп ворога в сучасній війні, що направлені на ураження та знищення об’єктів військового призначення, місць розміщення особового складу та техніки, вимагають вдосконалення існуючих систем технічного захисту військових об’єктів (ВО), особливо систем охорони тимчасового розташування ВО, що швидко розгортаються. В світі, вже широко застосовуються сейсмічні розвідувально-сигналізаційні системи (СРСС)

охорони об’єктів, які забезпечують приховану охорону та сигналізують про факт порушення периметру чи проникнення на територію ВО.

В доповіді запропоновано застосування для охорони ВО системи із декількох сучасних сейсмічних датчиків, які забезпечують одночасне вимірювання сейсмічних вібрацій. Малогабаритні сейсмічні датчики є ідеальним рішенням для виявлення явищ, які не потребують спостереження на великих відстанях, але вони фіксують лише факт порушення периметру охорони без ідентифікації джерела сигналу, тобто порушника. Використання СРСС на основі таких датчиків дозволяє покращити ситуаційну обізнаність в районі розташування ВО та надійно ідентифікувати факт порушення його периметру. Застосування технологій штучного інтелекту для обробки даних дають змогу підвищити достовірність інформації, що надходить від мережі сейсмічних елементів в системі охорони. Проте, існують певні труднощі у створенні недорогих автономних СРСС, які здатні з високою точністю розпізнавати порушника, що пов’язано з вибором та застосуванням алгоритмів розпізнавання, які не перевантажують систему та забезпечують необхідну швидкодію. Таким чином, застосування СРСС для охорони ВО та використання технологій штучного інтелекту дозволить підвищити точність отриманої інформації та ефективність роботи системи охорони ВО, за рахунок використання додаткової технічної складової, що реалізується за допомогою існуючих сейсмічних засобів спостереження.

Варшавський П. В., курсант, Стахнюк А. О., курсант
Науковий керівник – Радушинський О. П.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

СУПУТНИКОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ ЯК ФУНДАМЕНТ УПРАВЛІННЯ В СУЧАСНІЙ ВІЙНІ

Фундаментом архітектури управління сучасними військовими формуваннями є надійна та багатоканальна система зв'язку. Втрата комунікації неминуче призводить до втрати керованості підрозділами та їхньої боєздатності.

Сучасне поле бою характеризується надзвичайно високою щільністю електромагнітного випромінювання: ефір перенасичений роботою тактичних

радіостанцій, активністю радіолокаційних комплексів виявлення та масованим застосуванням засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ). У такому агресивному середовищі до телекомунікаційного обладнання висуваються жорсткі вимоги: високий рівень захисту від навмисних завад (РЕБ), портативність, висока мобільність та відсутність громіздких антенних систем. Саме технології супутникової комунікації здатні задовольнити ці критерії, забезпечуючи незалежність від знищеної наземної інфраструктури, глобальне покриття незалежно від топографії місцевості та широкосмугову передачу даних із мінімальними затримками.

Концептуально, супутниковий зв'язок є специфічним видом радіорелейної комунікації, де функцію активного ретранслятора виконує космічний апарат, що перебуває на навколоземній орбіті.

Фізика процесу базується на формуванні радіоканалу, де інформаційний сигнал передається від термінала на орбітальний апарат (висхідний канал — uplink), підсилюється бортовою апаратурою та ретранслюється назад у зону покриття до приймача (низхідний канал — downlink). Завдяки цьому створюється прямий канал передачі даних, який унеможливлює потребу в наземних проміжних вузлах. Для трансляції використовується широкий спектр радіочастот, переважно в діапазонах L, S, C, Ku та Ka, що дозволяє оптимізувати пропускну здатність мережі.

Використання супутникових терміналів на лінії бойового зіткнення продемонструвало їхню безперечну тактичну перевагу. Насамперед це стосується високої стійкості до ворожих засобів РЕБ. Завдяки використанню антен із вузькою діаграмою спрямованості, які формують промінь майже вертикально (до зеніту), сигнал надзвичайно складно перехопити або запеленгувати наземними комплексами радіотехнічної розвідки противника. Єдиним суттєвим стримуючим фактором масового впровадження залишається висока вартість апаратних комплексів та трафіку.

В арсеналі Сил Оборони тривалий час функціонували системи, що використовують геостаціонарні супутники (наприклад, термінали комплексу Tooway). Проте справжній технологічний зсув відбувся після початку повномасштабного вторгнення рф з масовою інтеграцією терміналів глобальної супутникової системи Starlink.

Інтеграція системи Starlink докорінно змінила динаміку бойового управління. Термінали забезпечили приховану, високошвидкісну та надійну комунікацію між командними пунктами різних рівнів.

Водночас конфлікт виявив і серйозні загрози. Були зафіксовані спроби противника інтегрувати термінали Starlink в архітектуру управління власними ударними та розвідувальними БпЛА, що створювало значну небезпеку через неможливість придушити такі канали зв'язку стандартними засобами РЕБ. У відповідь Міністерство оборони України спільно з партнерами запровадили алгоритми суворої геолокаційної авторизації та обліку терміналів, що призвело до блокування пристроїв на тимчасово окупованих територіях. Цей крок паралізував систему управління окремих підрозділів зс рф, які зробили критичну помилку — побудували свою комунікацію виключно на одному (запозиченому) виді зв'язку. Втрата керованості ворога сприяла успішному проведенню наступальних операцій Силами Оборони.

Досвід бойових дій доводить, що супутниковий зв'язок є безальтернативним базисом для побудови сучасної архітектури управління військами. Технології рівня Starlink забезпечують необхідну оперативність, мобільність та захищеність інформаційного обміну на полі бою. Проте, аналіз тактичних ситуацій засвідчує головне правило військового управління: монопольна залежність від єдиного каналу комунікації (навіть найбільш високотехнологічного) є критичною вразливістю. Забезпечення стійкості управління можливе виключно за умови створення багаторівневої системи зв'язку з обов'язковим дублюванням маршрутів та наявністю незалежних резервних каналів передачі даних.

Стецюк М. О., курсант
Науковий керівник – Райковський О. В.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ СИНТЕЗУ ГОЛОСУ В АУДІОПРОДУКЦІЇ

У сучасному інформаційному середовищі аудіоконтент набуває стратегічного значення як засіб комунікації, впливу та передачі знань. Стрімкий розвиток цифрових технологій призвів до формування нових підходів у

створенні аудіопродукції, де ключову роль відіграють системи штучного інтелекту (ШІ), здатні генерувати синтетичний голос з високим рівнем природності. Синтез мовлення на основі нейронних мереж перетворився з експериментальної технології на повноцінний інструмент, який використовується у медіаіндустрії, освіті, маркетингу, кібербезпеці та військово-інформаційній сфері. Використання ШІ для синтезу голосу дозволяє оптимізувати процес створення аудіоматеріалів, підвищити їхню доступність та забезпечити адаптацію контенту до різних цільових аудиторій.

Сучасні системи синтезу мовлення базуються на використанні глибоких нейронних мереж, зокрема архітектур типу Tacotron, WaveNet та Transformer-моделей. Дані алгоритми здатні аналізувати великі обсяги мовних даних, виявляти закономірності інтонації, ритму та тембру голосу, після чого відтворювати мовлення, максимально наближене до людського. Основною перевагою таких систем є можливість створення персоналізованого голосу, який може імітувати диктора, актора або навіть конкретну історичну особу. Це відкриває нові можливості для створення аудіокниг, подкастів, відеопрезентацій та інформаційних повідомлень без необхідності постійної участі людини.

В умовах інформаційного протистояння технології синтезу голосу набувають особливої актуальності, оскільки дозволяють швидко створювати адаптований контент для різних інформаційних платформ. Наприклад, автоматизований синтез голосу використовується для озвучення навчальних матеріалів, інструкцій, інформаційних повідомлень та мультимедійних презентацій. У військово-професійній сфері подібні технології можуть застосовуватись для створення тренувальних симуляцій, автоматизованих систем інформування особового складу, а також для адаптації навчальних матеріалів різними мовами. Важливою характеристикою є можливість масштабування аудіопродукції без суттєвого збільшення витрат часу та ресурсів.

Технологічна основа синтезу мовлення передбачає кілька етапів обробки даних. На першому етапі відбувається перетворення тексту у фонетичне представлення, що включає аналіз граматичної структури речення та визначення інтонаційних характеристик. Далі нейронна мережа генерує спектрограму, яка відображає акустичні параметри звуку. Завершальним етапом є вокодер, що перетворює спектрограму у звуковий сигнал. Сучасні

моделі здатні враховувати емоційне забарвлення мовлення, змінювати швидкість, висоту голосу та інші параметри, що забезпечує високий рівень гнучкості у створенні аудіоконтенту.

Разом з тим використання штучного інтелекту для синтезу голосу супроводжується низкою викликів та ризиків. Основною проблемою є можливість створення дипфейків - аудіозаписів, які можуть імітувати голос конкретної особи з метою маніпуляції інформацією або поширення дезінформації. У контексті інформаційної безпеки це створює загрозу компрометації офіційних повідомлень та дискредитації державних інституцій. Відповідно, виникає необхідність розробки методів верифікації аудіоматеріалів та ідентифікації синтетичного мовлення. Дослідники пропонують використовувати алгоритми аналізу спектральних характеристик, цифрові водяні знаки та криптографічні методи підтвердження автентичності.

Окрему увагу слід приділити етичним аспектам застосування технологій синтезу голосу. Використання штучного інтелекту вимагає дотримання принципів прозорості, згоди та відповідальності. Створення голосових моделей на основі реальних людей повинно здійснюватися лише за умови їхнього дозволу, оскільки порушення цього принципу може призвести до юридичних наслідків та втрати довіри до цифрових технологій. Водночас розвиток нормативно-правової бази сприятиме формуванню безпечного середовища для впровадження інновацій у сфері аудіопродукції.

Практичне застосування синтезу мовлення демонструє високу ефективність у сфері освіти, медіа та цифрового маркетингу. Використання ШІ дозволяє створювати мультимовні аудіоматеріали, що сприяє розширенню доступу до інформації. Наприклад, автоматичне озвучення навчальних курсів дає змогу забезпечити однаковий рівень якості контенту незалежно від кількості слухачів. Крім того, синтетичний голос може використовуватись для створення адаптивних інтерфейсів, голосових помічників та систем підтримки користувачів.

Підсумовуючи, можна стверджувати, що використання штучного інтелекту для синтезу голосу є одним із ключових напрямів розвитку сучасної аудіопродукції. Поєднання алгоритмів машинного навчання, цифрової обробки сигналів та лінгвістичного аналізу дозволяє створювати високоякісний аудіоконтент з мінімальними витратами ресурсів. У перспективі розвиток технологій синтезу мовлення сприятиме підвищенню ефективності інформаційних процесів, забезпеченню доступності знань та формуванню нових форматів комунікації в цифровому середовищі.

Гайдашук В. Д., курсант
Науковий керівник – Магдун М. В.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

РОЛЬ OSINT У ПРОВЕДЕННІ ПСИХОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ: ВИКЛИКИ СЬОГОДЕННЯ

У контексті фундаментальної трансформації способів ведення війни, інформаційний простір набув статусу повноцінного бойового середовища. Контроль над сприйняттям цільових груп сьогодні є не менш пріоритетним за вогневе ураження, що виводить OSINT на позицію критично важливого елемента психологічних операцій. Оскільки переважна більшість корисної інформації (близько 90%) перебуває у відкритому доступі, розвідувальні підходи зміщуються в бік аналізу публічних цифрових даних, забезпечуючи вищу адаптивність прийняття рішень.

Підрозділи психологічних операцій, діючи в умовах все більше стикаються з викликами, які потребують здатності оперувати великими масивами даних. Основна відмінність цих підрозділів полягає в їхній здатності виконувати завдання в ізоляції, що робить актуальність OSINT як джерела ситуаційної обізнаності життєво важливою. Психологічні операції, як складова частина спеціальних операцій, спрямовані на вплив на емоції, мотиви та об’єктивне мислення широких аудиторій. Ефективність такого впливу прямо пропорційна якості попереднього аналізу середовища, який забезпечується інструментами OSINT.

Методологічна інтеграція OSINT у цикл планування психологічних операцій вимагає глибокого розуміння соціокультурного контексту. OSINT забезпечує аналітичну базу для кожного етапу: від визначення цілей до оцінки ефективності. Використання соціальних мереж як джерела даних (SOCMINT) дозволяє аналітикам отримувати змістовні дані про настрої та поведінкові моделі цільових аудиторій. Важливим аспектом є ідентифікація цільової аудиторії. Сучасні операції відходять від масового впливу на користь мікротаргетингу. Інструменти OSINT дозволяють сегментувати аудиторію за віком, інтересами та географією. Крім того, аналіз мережевої структури дозволяє ідентифікувати ключових комунікаторів або лідерів думок, які мають високий рівень довіри у своєї аудиторії.

Сучасний технічний інструментарій фахівця з психологічних операцій базується на поєднанні ручних технік та автоматизованих платформ. Глибокий пошук за допомогою операторів Google залишається фундаментальним для виявлення профілів та документів. Спеціалізовані платформи для візуалізації графів дозволяють створювати складні взаємозв'язки між об'єктами, що критично важливо для виявлення прихованих мереж противника або ботоферм.

У контексті російсько-української війни месенджер Telegram став ключовим інструментом впливу. Для аналітиків моніторинг Telegram-каналів противника надає можливість відстежувати офіційні наративи, виявляти внутрішні конфлікти та реальні настрої серед особового складу ворога та його населення. Важливим викликом є аналіз ботоферм, які імітують громадську думку через одночасні публікації ідентичного тексту або штучне накручування переглядів.

Стрімкий розвиток генеративного штучного інтелекту створив загрозу дипфейків – реалістичних матеріалів, які ворог використовує для фальсифікації заяв посадових осіб або подій на полі бою. Це змушує OSINT-команди впроваджувати інструменти автоматичного виявлення маніпуляцій та верифікації метаданих. Основними ризиками є руйнування політичної довіри та дискредитація Збройних Сил через створення фейкових "доказів".

Найбільш критичним питанням для підрозділів психологічних операцій є перехід від вимірювання процесу (кількість постів) до вимірювання результату – показників ефективності. OSINT надає інструменти для фіксації реальних поведінкових змін цільової аудиторії: зміни в риториці місцевих ЗМІ, активність протестних рухів або кількість випадків здачі в полон.

Поряд з тим, застосування OSINT вимагає суворого дотримання операційної безпеки. Ризик деанонімізації аналітика є високим, оскільки противник моніторить запити до своїх мереж. Заходи безпеки включають використання децентралізованої інфраструктури, анонімізацію запитів через VPN та створення "легендованих" профілів для доступу до закритих груп.

OSINT перетворився на повноцінну зброю в гібридній війні. Поєднання відкритої розвідки з технологіями штучного інтелекту дозволяє підрозділам психологічних операцій системно аналізувати великі потоки даних, знаходити приховані зв'язки та спростовувати ворожу пропаганду фактами. У майбутньому роль OSINT лише зростатиме, забезпечуючи інформаційну перевагу в інформаційному полі, що в подальшому забезпечить перевагу і в фізичному полі.

Мельниченко О. Ю., слухач
Науковий керівник – Миклуха В. А., Ph.D. (Tech.)
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

АЛГОРИТМ АВТОМАТИЗОВАНОЇ КОРЕЄСТРАЦІЇ ОПТИЧНИХ ТА РАДІОЛОКАЦІЙНИХ КОСМІЧНИХ ЗНІМКІВ

Сучасний етап розвитку засобів дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) характеризується необхідністю комплексного використання різних даних для підвищення достовірності розвідувальної інформації. Основним проблемним питанням при сумісному аналізі оптичних та радіолокаційних (SAR) знімків є наявність суттєвих геометричних та радіометричних розбіжностей, зумовлених різними принципами формування зображень та кутами знімання.

Розроблення та використання алгоритму автоматизованої кореєстрації дозволяє у разі виявлення різниці між різними даними проводити автоматизовану корекцію координатних сіток. Це дає точне визначення місцеположення певних об’єктів та озброєння на користь інформаційного забезпечення аналітичних підрозділів. Використання автоматизованого підходу зменшує вплив «людського фактора» на етапі попередньої обробки, що є дуже важливим в умовах обмеження часу.

Важливо врахувати можливоті вдосконалення алгоритму кореєстрації завдяки використанню методів глибокого машинного навчання. Застосування нейронних мереж для пошуку інваріантних структурних ознак дозволяє виявити спільні контрольні точки на оптичних та радіолокаційних знімках навіть за умов значного зашумлення (спекл-шуму) або зміни освітленості. Це полегшує їх подальше використання у геоінформаційному просторі.

В межах роботи проведено дослідження підходів до створення орієнтирів та застосування ітераційних алгоритмів уточнення параметрів трансформації. Такий підхід дозволяє досягти субпіксельної точності суміщення, що є необхідною умовою для подальшого функціонування програмних модулів ідентифікації техніки. Окрему увагу приділено оптимізації обчислювальних витрат, що дає змогу реалізувати алгоритм у складі мобільних комплексів обробки даних.

Інтеграція розробленого алгоритму у загальний процес обробки даних ДЗЗ створює фундамент для переходу від візуального спостереження до автоматизованого мультиспектрального аналізу. Поєднання радіолокаційних

сенсорів із високою деталізацією оптичних засобів дозволяє отримати повне оперативне зображення незалежно від часу доби та метеорологічних умов.

Таким чином, алгоритм автоматизованої кореєстрації оптичних та радіолокаційних космічних знімків на основі аналізу структурних ознак дозволить оперативно виявляти й ідентифікувати техніку противника за короткий проміжок часу. Практична реалізація даного алгоритму дозволяє значно скоротити цикл «зйомка-ідентифікація», використовуючи при цьому менше людського ресурсу та забезпечуючи високу точність цілевказування в інтересах підтримки прийняття рішень.

Білоус М. С., слухач
Науковий керівник – Соболенко С. О., канд. техн. наук, доц.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ФОРМУВАННЯ КАНАЛІВ ЗВ'ЯЗКУ В ПІДРОЗДІЛАХ SHORAD

Досвід ведення бойових дій в ході широкомасштабного вторгнення рф показав важливість засобів захисту об'єктів від ударів противника з повітря (БПЛА, ракети, КАБи і т.д).

Short Range Air Defense (SHORAD) – це комплекс протиповітряної оборони, призначений для захисту сухопутних військ та об'єктів від повітряних загроз на малих висотах і дальностях. Вони забезпечують безпосереднє прикриття об'єктів, часто будучи мобільними.

Існуючі канали передачі даних в підрозділах SHORAD будуються на сучасних мережевих технологіях із використанням технології захисту інформації (*міжмережеві екрани* (Firewall), *системи виявлення втручань* (Intrusion Detection System), *засоби створення віртуальних приватних мереж* (Virtual Private Network)). Цей процес, як правило передбачає додатково виконання значної кількості операцій, в тому числі шифрування, що збільшує сумарний час передачі інформації. Окрім сталої складової цього часу, що враховує розповсюдження сигналу по каналам зв'язку, існує змінна складова, яка не піддається точному прогнозуванню, вона враховує пропуски і затримки в роботі цифрової мережі.

Час передачі інформації є критично важливим для підрозділів, які виконують завдання щодо виявлення та знищення цілі у реальному часі. Повітряна ціль рухається із швидкістю від сотні до тисяч км/г і чим більше час на передавання інформації, тим більше похибка точності наведення. Методами зменшення часу передачі інформації мають бути, в першу чергу, організаційні заходи, які забезпечать таку побудову мережі, що істотно не збільшуватиме час проходження команд управління.

Класичний підхід до формування захищених мереж зв'язку, прагнення впорядкувати та централізувати інформаційні потоки, зашифрувати, убезпечити тощо призводять до зниження ефективності роботи підрозділів типу SHORAD. Це призводить до певного ряду проблем, пов'язаних із критичною залежністю від якості каналів зв'язку на всьому далеко не близькому шляху до серверів VPN і в зворотному напрямку, якості роботи сервісів VPN тощо.

Тому, засоби кожного тактичного підрозділу ППО із АСУ повинні входити до складу своєї локальної мережі, яка навіть у випадку виходу із ладу глобальної мережі, повинна залишитись функціональною. Система зв'язку повинна бути децентралізованою, само відновлюваною з багатоланковою ретрансляцією з резервуванням фізичних каналів.

Таким вимогам відповідає технологія Mobile Ad hoc Network (MANET). Вона складається з мобільних пристроїв, які самостійно встановлюють з'єднання між собою, передаючи дані один через одного (багато-стрибковий режим), що робить її стійкою та динамічною. Тому поєднання всіх засобів в підрозділі пропонується на основі розгортання автономної високошвидкісної радіомережі шляхом використання комунікаційних засобів Silvus , MPU 5 або їх аналогів. Практичне випробування таких систем показало їх ефективність в умовах впливу РЕБ та спроможність забезпечити передавання даних в межах підрозділу без затримок інформації, які істотно впливають на точність наведення.

Жолобов Д. О., курсант
Науковий керівник – Райковський О. В.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ЗБРОЯ МАСОВОГО ПЕРЕКОНАННЯ: ВПЛИВ ІНФОРМАЦІЙНИХ ОПЕРАЦІЙ НА ХІД СУЧАСНОГО БОЮ

Сучасні війни суттєво відрізняються від минулих: перемогу визначає не лише озброєння, а й переконання, мотивація та свідомість самих військових. Інформаційний простір став таким самим полем бою як земля і повітря. Раніше солдат дізнавався новини та отримувавв інформацію з радіо, газет та від командирів. Зараз його оточують терабайти інформації, яка на нього впливає. Кожен боєць має телефон, а інформація з поля бою поширюється миттєво. За допомогою правильно поданої інформації можна запобігти бою. А найкращий бій той, якого не було, бо ворог втік. В сучасному світі соціальні мережі стали такими кур'єрами емоцій. Тому саме через соціальні мережі противник отримує свою доставку страху, коли резерви збираються в бій і дивляться відео в телеграмі про те, як горять в техніці їх попередники. Це значно знижує їх бойовий дух та змушує більше думати про майбутню поразку. А під шквальним вогнем противника - почати тікати або здаватись в полон.

Дезінформація в критичний момент бою здатна змінити хід бою, навіть, якщо повна перевага на боці ворога. Якщо у потрібний момент солдат чує в рацію, через відкриті радіоканали, зламані чати закинуті повідомлення: «Нас оточили!», «Командир втік, рятуйтесь!» або «По нас б'є своя ж артилерія!», починається паніка. Людина яка знаходиться в режимі «Виживання», не може критично мислити, бо нею керують емоції і ця емоція дає наказ " здавайся, біжи або замри". Для наших сил будь-яка з цих реакцій дає перевагу, бо підрозділ ворога стає небоєздатним, що додає нам полонених, вбитих ворогів або переляканого противника, який тікає з поля бою, надаючи правильний приклад побратимам та підвищення бойового духу нашим військовим. Щоб запобігати таким ситуаціями у наших підрозділах, командири мають інформувати свій особовий склад та стежити за їх морально-психологічним станом.

Кожне оновлення новинної стрічки , в інстаграмі чи оновлення новин в телеграм-каналі несуть в собі таку ж руйнівну силу як і зброя на полі бою. З нею теж треба поводитись обережно, знати коли «поставити на запобіжник», а коли

сприйняти всерйоз. Будь-яка новина, подана в потрібний час потрібній людині може змінити як хід бою і хід війни. Показуючи ворогу у вірний момент реальну картинку, про смерті побратимів, знищену техніку та страждання поранених, ви підвищуєте шанс на вдалий бій з найменшими втратами серед вашого особового складу, та гарантуєте успішне виконання завдань вашими ж підрозділами.

Поліщук І. О., слухач
Науковий керівник – Заєць Ю. О.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

СТРУКТУРА ТИПОВОГО ПІДРОЗДІЛУ SHORAD

Науково обґрунтовані теорії ведення сучасної війни підтверджуються реаліями російсько-Української війни - реалізацію концепції “безконтактних” та “мережецентричних” війн. Рівень розвитку науки та техніки, доступність до сучасних інформаційних технологій, зокрема ШІ, безпосередньо вплинули на тактику ведення бойових дій. Стан економіки країни-агресора рф, його спроможності по нанесенню масованих повітряних ударів з метою максимальних руйнувань інфраструктури України та тотального терору мирного населення вимагають спроможностей ППО України щодо пропорційної відповіді. В умовах істотних економічних, технологічних та політичних обмежень необхідно шукати шляхи дешевого і ефективного способу протидії масованим повітряним ударам БпЛА. Ключовим фактором боротьби є чисельні тактичні підрозділи ППО, оснащені різнорідними засобами ураження ближньої дії, в тому числі БПЛА-перехоплювачами.

Як показав аналіз побудови системи ППО СВ в Україні, побудованої на основі лінійних підрозділів, штатно оснащених однаковими зразками озброєння (наприклад, батарея ЗРГК 2С6 "Тунгуска", ОЗКБ із кулеметами, рота СЗКУ Victor, рота БПЛА-перехоплювачів тощо), під час виконання бойових завдань вона потребує залучення інших підрозділів для їхнього безпосереднього прикриття та забезпечення ведення бойових дій. Прагнення командування забезпечити ешелонованість ураження повітряних цілей призводить до "розтягування" однотипних засобів ППО на великі території у відриві від штатного командування та логістики. Складається ситуація, коли, з одного

боку, концентрація в одному районі різноманітного озброєння ППО забезпечує ешелонованість системи ППО, а з іншого — належність до різних підрозділів призводить до проблем управління та логістики, адже всі вони придані або прикомандировані.

Враховуючи досвід ведення війни] розроблено структуру тактичного підрозділу ППО ближньої дії типу SHORAD (Short Range Air Defense) призначеного для протиповітряної оборони ближньої дії, захисту військ, мобільних підрозділів та об'єктів інфраструктури від повітряних загроз (БпЛА, гелікоптери, літаки тощо) на відстанях до 15 км, оснащеного різнотипними засобами ураження. Така структура і оснащення типового тактичного підрозділу ППО ближньої дії забезпечить ешелоновану протиповітряну оборону із застосуванням АСУ ППО із штатною MANET мережею, із безпосереднім наведенням засобів ураження від РЛС та включенням в єдиний інформаційний простір через ВКП.

Озброєння та його кількість визначатимуться ТТХ РЛС та засобів ураження: головна умова - ешелонованість по висотам та швидкостям, яку можна забезпечити одночасним озброєнням зенітними кулеметними установками (ЗКУ), переносними зенітними ракетними комплексами (ПЗРК) та БпЛА-перехоплювачами. Головної рисою є їх комплексування в автономній MANET мережі для забезпечення кращої ефективності без затримок в контурі бойового управління. Переміщення або нарощування кількості таких тактичних підрозділів не потребуватиме додаткових заходів з їх бойового забезпечення: там де розміщений такий підрозділ, там вже розгорнута MANET мережа, в яку ввімкнені всі елементи бойового порядку, відповідно є зона радіолокаційного покриття та ураження. Чим більше таких підрозділів, тим щільніша і ефективніша ППО.

Vasin M. V., cadet, Ikonnikov S. M., cadet
Scientific supervisor – Borisov V. V.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

ANALYSIS OF THE FUNCTIONING OF THE MAINTENANCE CONTROL SYSTEM OF THE PATRIOT ANTI-AIRCRAFT MISSILE SYSTEM

During the conduct of intensive combat operations in complex conditions, the task of rapid restoration of weapons and military equipment that have failed becomes extremely important. In the PATRIOT anti-aircraft missile system (SAM), the tasks

of monitoring, display, search, and fault localization are performed by the Maintenance Control System (MCS) of the Engagement Control Station (ECS). Fault messages are delivered through audio signals and/or visual indicators.

The MCS is a combination of software (hardware-related, diagnostic, configuration procedures), as well as auxiliary programs and maintenance procedure databases. It is used in three main operating modes: corrective maintenance mode, tactical (operational) mode, and diagnostic assistance mode. To select the required operating mode while using the MCS, the MODE SELECTION menu is displayed on the ECS operator workstations.

In corrective maintenance mode, there are two main submodes: monitor status selection mode and operator diagnostic selection mode. In both modes, the operator inputs the probable hardware area (subsystem) where the fault occurred, after which the MCS automatically selects and runs a sequence of diagnostic programs. In tactical (operational) mode, the operator directly interacts with tactical or training software, while in diagnostic assistance mode the operator is able to select various options for system testing.

To simplify the determination of the fault location and types, the system provides information in the following formats: system messages, tabular displays, and Built-In Test Equipment (BITE) fault indicators.

In turn, system messages are divided into three types: change of equipment status to “DEGRADED/NO GO”, change of equipment status to “GO”, and operational notifications that appear during the execution of air defense missions.

Tabular displays summarize the current state of the system, each of which is called up by pressing the corresponding switch-indicator. For rapid assessment of the status of the main SAM assets, three tabular displays are used: OPERATIONAL ASSESSMENT – provides an evaluation of key tactical functional capabilities based on the current status of SAM equipment; FP FAULT DATA – provides a limited assessment of localized faults, as well as an evaluation of the operability of communication and navigation equipment; FP STATUS – contains a number of elements related to the overall condition of the equipment, including an assessment of the unit status, as well as information on the condition of each launcher and the missiles loaded on them.

BITE fault indicators are displayed as illumination (or lack thereof) of corresponding lamps in the ECS and may signal improper system operation or the triggering of automatic circuit breakers.

Thus, by analyzing information from system messages, tabular displays, and BITE indicators, maintenance personnel, given a sufficient level of training, are able to quickly localize the SAM subsystem in which a fault has occurred. By developing an optimal algorithm for fault search and localization down to the component level, it is possible to reduce the system recovery time.

Ковальський О. В., курсант
Науковий керівник – Райковський О. В.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ЗАСТОСУВАННЯ АЛГОРИТМІВ NLP ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ТА АНАЛІЗУ ІНФОРМАЦІЙНОГО СЕРЕДОВИЩА В РАЙОНІ БОЙОВИХ ДІЙ

У сучасних конфліктах інформаційний простір стає повноцінною ареною протистояння. Для підрозділів психологічних операцій (ПсО) критично важливим є розуміння настроїв цивільного населення та особового складу противника в районах відповідальності. Звичні методи моніторингу соціальних мереж та месенджерів (Telegram, Viber) вимагають значних людських ресурсів, що зумовлює необхідність впровадження автоматизованих систем на основі обробки природної мови (Natural Language Processing — NLP).

Задля пришвидшення процесу аналізу соціальних настроїв цивільного населення та морально-психологічного стану штату підрозділів противника є доцільним використання засобів класифікації (Sentiment Analysis). Використання попередньо навчених нейромережевих моделей (наприклад, архітектур на базі BERT або RoBERTa, адаптованих для української та російської мов), що дозволяє автоматично класифікувати велику кількість повідомлень у місцевих пабліках та месенджерах за категоріями: позитивні-негативні, а також визначити слабкі місця в групах (незадоволення тим чи іншим станом справ, фінансових і інших проблем) для подальшого використання в наших інтересах. Це дає змогу підрозділам ПсО здійснити психологічний вплив на місцеве населення задля видобутку інформації про противника й можливо перетягування нейтральних осіб на наш бік, розробку

матеріалів впливу на ворожий особовий склад задля деморалізації, підбурювання проти командування та закликів здаватися в полон.

Впровадження інтелектуальних систем аналізу є необхідним кроком для досягнення інформаційної переваги. Це дозволяє не лише ефективно протидіяти операціям противника, а й забезпечувати високу живучість та підтримку дій власних військ. Дана методика є необхідною для підрозділів ПсО в плані полегшення аналізу цільової аудиторії в районі відповідальності, що дозволяє ефективніше проводити оперативний збір інформації та подальшу розробку матеріалів впливу та їх розповсюдження.

Коваль К. О., курсант
Науковий керівник – Кузнєцов О. Л., канд. техн. наук, доц.
Харківський національний університет Повітряних Сил
імені Івана Кожедуба

ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ РАДІОРЕЛЕЙНОГО ЗВ’ЯЗКУ ЗА РАХУНОК АДАПТИВНОЇ ПРОСТОРОВОЇ ОБРОБКИ СИГНАЛІВ

Забезпечення стійкості зв’язку, тобто здатності системи функціонувати із зберіганням якості в умовах інтенсивної радіопротидії, є актуальним практичним завданням у сучасній складній безпековій обстановці.

Одним з шляхів вирішення вказаного завдання є оптимізація просторової обробки радіосигналу у процесі обміну інформації у радіорелейних лініях зв’язку. Особливий інтерес представляє собою адаптивні алгоритми просторової обробки, які здатні забезпечувати мінімізацію завадового впливу зовнішніх випромінювань та, відповідно, підвищення стійкості радіорелейного зв’язку. При використанні радіохвиль ультракороткохвильового діапазону недоліком радіозв’язку є обмежена дальність. Такі радіохвилі не відбиваються від іоносфери і дуже слабко огинають перешкоди, що обумовлює реалізацію стійкого радіозв’язку лише в межах прямої видимості. Тому радіозв'язок на великі дальності можливо реалізувати лише за допомогою ретрансляційних або радіорелейних ліній. Оскільки радіорелейний зв’язок є видом радіозв'язку з багаторазовою ретрансляцією сигналу, то зовнішній завадовий вплив є фактором, що здатний суттєво знизити його стійкість.

В ультракороткохвилевому діапазоні можна здійснювати передачу

сигналів, що займають дуже широку смугу частот. Не зважаючи на те, що в даному діапазоні радіохвиль можна розмістити значне число радіостанцій, які працюють з мінімальними взаємними перешкодами, вплив зовнішніх завад може бути суттєвим. При цьому, доцільно розглядати як адитивний, так й мультиплікативний вплив зовнішніх завад. Для зниження адитивного впливу зовнішніх випромінювань доцільним є використання кореляційних автокомпенсаторів. Пропонується цифровий варіант побудови такого автокомпенсатора в якому реалізована можливість уникнення зворотнього зв'язку. З метою зниження мультиплікативного впливу неоднорідностей зовнішнього середовища розповсюдження радіохвиль надаються відповідні пропозиції щодо побудови основної та компенсаційної антен.

Вказані пропозиції сприяють можливості забезпечення стійкого радіорелейного зв'язку при малій потужності передавача завдяки застосуванню адаптивних алгоритмів просторової обробки радіосигналів.

Бойко Р. С., курсант, Дацько Д. В., курсант
Науковий керівник – Авсієвич Р. О., Ph.D.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ПОНЯТТЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО СПЕКТРА ТА ЙОГО РОЛЬ У ВІЙНІ

Електромагнітний спектр (ЕМС) являє собою сукупність усіх частотних діапазонів електромагнітного випромінювання — від радіохвиль до гамма-випромінювання. У військовій сфері він розглядається як критично важливий ресурс, що забезпечує функціонування систем зв'язку, навігації, радіолокації, оптико-електронної розвідки, дистанційного керування озброєнням та безпілотними системами. Фактично ЕМС є середовищем, у якому реалізується управління військами та обмін інформацією між елементами системи розвідки та ураження.

Сучасні бойові дії характеризуються переходом до концепції «розумного поля бою», де всі ключові процеси — від виявлення цілей до наведення вогню — здійснюються через використання електромагнітного спектра. При цьому спектр стає не просто інструментом, а окремим простором протиборства, де володіння ним визначає успіх виконання бойових завдань. В умовах активного застосування противником засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ),

маскування та дезінформації, здатність ефективно використовувати ЕМС набуває стратегічного значення.

На сьогодні в провідних країнах світу, зокрема в Україні, електромагнітний спектр розглядається як невід'ємна складова кіберпростору. Впроваджуються системи радіоелектронної боротьби та радіоелектронного захисту, що дозволяють як подавлювати роботу засобівпротивника, так і забезпечувати стійкість функціонування власних систем у складній електромагнітній обстановці. Інтеграція безпілотних платформ, сучасних радіолокаційних станцій та засобів радіотехнічної розвідки формує основу для створення єдиного інформаційного простору.

Основною проблемою є те, що в умовах інтенсивного застосування засобів РЕБ, постановки активних та пасивних перешкод, а також створення противником хибних цілей, дані, що надходять від сенсорів, стають неповними, зашумленими або суперечливими. Це ускладнює формування достовірної картини поля бою та призводить до зниження ефективності застосування сил і засобів.

Існуючі системи не забезпечують достатнього рівня автоматизації аналізу електромагнітної обстановки. Відсутні ефективні механізми адаптивного управління параметрами роботи сенсорів залежно від поточного стану спектра, що знижує стійкість систем розвідки до впливу противника. Зростає час прийняття рішень, підвищується навантаження на операторів.У результаті точність виявлення та класифікації цілей знижується, негативно впливає на ефективність бойового застосування сил і засобів в умовах активної протидії противника в електромагнітному спектрі.

Підвищення ефективності використання електромагнітного спектра можливе шляхом комплексного впровадження технологій штучного інтелекту (ШІ) та побудови інтегрованих мультисенсорних систем з адаптивним управлінням.

Основні напрямки які варто розвивати.Застосування алгоритмів інтелектуальної обробки сигналів для очищення даних від завад та розпізнавання хибних цілей в умовах активної дії РЕБ. Впровадження когнітивних систем радіоелектронної боротьби, здатних адаптивно змінювати параметри роботи власних сенсорів залежно від електромагнітної обстановки.Застосування алгоритмів машинного навчання для прогнозування дій противника в електромагнітному спектрі та виявлення аномалій.

Перспективною є побудова ієрархічної системи моніторингу та управління електромагнітним спектром, що об'єднує сенсорні вузли, пункти

управління РЕБ та центри обробки даних у єдину інформаційну мережу з використанням ШІ.

Реалізація таких підходів дозволить забезпечити електромагнітну перевагу, підвищити стійкість систем розвідки до впливу противника, скоротити час прийняття рішень та ефективно використовувати наявний частотний ресурс у сучасних бойових умовах.

Власенко І. О., курсант, Полютова А. О., курсант
Науковий керівник – Брановицький В. В.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

КІБЕРБЕЗПЕКА НА ПОЛІ БОЮ: ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ У ВІЙСЬКОВИХ ОПЕРАЦІЯХ

Сучасні збройні конфлікти дедалі більшою мірою визначаються не лише рівнем розвитку озброєння, а й швидкістю отримання, обробки та захисту інформації. Інтеграція цифрових технологій, автоматизованих систем управління військами та безпілотних платформ суттєво підвищує ефективність функціонування збройних сил, водночас генеруючи нові спектри кіберзагроз і вразливостей. У таких умовах кібербезпека набуває статусу критично важливого елементу забезпечення стійкості та результативності військових операцій.

Актуальність теми зумовлена зростанням кількості кібератак на військові інформаційні системи. Фіксуються випадки перехоплення зв’язку, зламу акаунтів через фішингові повідомлення та поширення шкідливих програм. Наприклад, використання незахищених месенджерів або відкритих мереж може призвести до витоку даних про місцезнаходження підрозділів. Також оприлюднення фото з увімкненою геолокацією дозволяє противнику виявити позиції та коригувати вогонь.

Показовим є приклад використання безпілотників і супутникового зв’язку. З одного боку, дрони дозволяють ефективно вести розвідку та коригувати дії підрозділів у реальному часі. З іншого – противник намагається впливати на них через засоби радіоелектронної боротьби: глушити сигнал, перехоплювати управління або визначити місцезнаходження оператора. Подібна ситуація і з супутниковим інтернетом: він забезпечує стабільний

зв’язок, але при неправильному використанні може стати джерелом витоку інформації. Це доводить, що навіть сучасні технології потребують грамотного та обережного застосування.

Основною проблемою залишається людський фактор. Навіть за наявності сучасних засобів захисту користувачі часто нехтують базовими правилами кібергігієни: використовують прості паролі, переходять за підозрілими посиланнями або передають службову інформацію через незахищені канали зв’язку. Додатковою складністю є постійна адаптація противника до умов.

Вирішення цих проблем потребує комплексного підходу. Насамперед необхідно проводити регулярні навчання з кібербезпеки та формувати навички безпечної роботи з інформацією. Важливо використовувати шифрування, захищені канали зв’язку та багатофакторну автентифікацію. Також слід обмежувати доступ до даних і контролювати їх поширення.

Отже, кібербезпека на полі бою є невід’ємною складовою сучасної війни. Поєднання технологій, організаційних заходів і відповідальної поведінки військовослужбовців дозволяє ефективно захищати інформацію та підвищувати результативність бойових дій.

Вакуленко Р. А., курсант
Науковий керівник – Райковський О. В.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ В АНАЛІТИЦІ ТА ПРИЙНЯТТІ РІШЕНЬ

Обсяг інформації, яка з’являється в інтернет мережі за різними аналітичними оцінками, у світі створюється понад 100 терабайтів даних щосекунди. І цей показник продовжує зростати. Згідно з дослідженням, у 2023 році на 65% збільшилася середня кількість пошукових запитів, адже щохвилини в Google здійснювалося майже шість мільйонів пошуків щохвилини. Кожне повідомлення в месенджері, пошуковий запит, відеодзвінок або завантажене фото — усе це лишає цифровий слід. Відтак у людства виникають проблеми зі швидкістю сприйняття, аналізом та обробкою цієї інформації. З’являється потреба в інструментах, які значно пришвидшать час і точно проаналізують та обробляють усі ці процеси. Допомогти виконати ці завдання нині може штучний інтелект (ШІ).

ШІ значно розширює можливості зібрати, проаналізувати, персоналізувати та адаптувати інформацію до даних йому запитів. Це в сучасних умовах має величезне значення, адже економить час і відповідно впливає на результативність роботи. Ще перевага штучного інтелекту в можливості глибокого аналізу, виділенні головного, встановленні закономірності в даних, які людині іноді важко, або навіть і неможливо помітити.

Однак, попри численні переваги штучний інтелект має і певні недоліки, що не дає можливості повністю опиратися на видані ним рішення. Це залежить від правильних вхідних даних, від їх якості та повноти. Відтак це додатковий час на перевірку інформації, особливо, коли йдеться про важливі документи, чи аналітику. Також наразі існує питання до впровадження важливих рішень, які генерує штучний інтелект. Він має безліч обмежень встановлених його розробниками і тому може видавати хибні, або упереджені алгоритми дій. Питання конфіденційності теж залишається відкритим. ШІ не завжди вдається врахувати і зрозуміти людські емоції, контекст або інші нюанси, які можуть бути важливими для ухвалення потрібного рішення і створення матеріалу.

Враховуючи переваги та недоліки штучний інтелект. ШІ є потужним і корисним інструментом в аналітиці та створенні матеріалу. Він значно підвищує швидкість і ефективність роботи та спрощує багато процесів. Проте, всі ці аспекти потребують уважного ставлення, контролю, регулювання, відповідального підходу, урахування ризиків та поєднання з людським критичним мисленням. Саме така взаємодія дозволить максимально ефективно використовувати потенціал штучного інтелекту. Усе це, в сучасних умовах розвитку інформаційних технологій відкриває нові можливості і у військовій сфері для аналітики та створення матеріалів психологічного впливу. Загалом штучний інтелект сприяє підвищенню ефективності майбутніх офіцерів та їх здатності діяти в сучасних умовах інформаційного простору.

Денщик В. В., курсант, Шведа О. Р., курсант
Науковий керівник – Райковський О. В.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ АНАЛІЗУ БОЙОВОЇ ОБСТАНОВКИ

Характер сучасних бойових дій залежить не тільки від чисельності особового складу й техніки, а також від наявності новітніх технологій. Сьогодні світ швидко прогресує в розвитку технологій, яскравим прикладом є штучний інтелект (далі – ШІ). Наявність цього інструменту в Збройних Силах України на даний момент є надзвичайно необхідною, адже за допомогою нього фахівці можуть систематизувати аналіз бойової обстановки. Використання ШІ дозволить уникнути систематичних помилок, які виникають через втому, брак часу, великий обсяг інформації та інтенсивність на полі бою. Наявність багатьох факторів, які стрімко змінюються, змушує командирів оперативно аналізувати інформацію та приймати рішення. За таких умов класичні підходи аналізу інформації втрачають ефективність. Застосування ШІ розглядається як один з інструментів підвищення ефективності у ході ведення бою.

Використання ШІ не є повністю відпрацьованим, незважаючи на швидкий розвиток цифрових технологій, адже їх впровадження у військову сферу супроводжується труднощами. Важливим фактором є швидкість аналізу великих обсягів інформації в таких системах, проте ускладнює отримання точних результатів висока невизначеність бойових дій. Часто дані, які надходять, можуть бути неповними або суперечливими, що впливає на якість аналізу. В умовах впливу зовнішніх факторів залишається відкритим питання адаптації алгоритмів до зміни обстановки та забезпечення їхньої стабільної роботи. Не менш актуальною є проблема етичних та безпекових обмежень ШІ, оскільки система не дозволяє формувати прямі рекомендації щодо знищення противника, вибору конкретних дій у бойовій обстановці та застосування зброї.

Також використання ШІ створює ризик витоку конфіденційної інформації у відкрите джерело, тому що дані передаються через мережу Інтернет та можуть оброблятися і зберігатися на віддалених серверах. Додатковим фактором ризику є використання файлів Cookie (файли ідентифікації користувача), вони накопичують інформацію про дії користувача в мережі та у поєднанні з іншими вразливостями системи можуть сприяти несанкціонованому доступу до інформаційних ресурсів.

Вирішення даних проблем полягає у створенні внутрішньо ізольованого ШІ на основі зібраних матеріалів, що будуть постійно оновлюватися новими, та функціонуватиме у межах захищеної системи Збройних Сил України. Це може реалізовуватися через розгортання власного сервера, на якому зберігатиметься внутрішня база даних, що дозволить уникнути використання мережі Інтернет. Відповідний механізм забезпечить надійність, безпеку та функціональність.

У результаті проведеного аналізу з'ясовано, що використання ШІ має високий потенціал у військовій сфері, а саме: скорочення часу обробки інформації, підвищення точності оцінки ситуації та покращення прийняття рішень. Також важливо розглядати ШІ не як заміну людини, а як допоміжний інструмент. Це забезпечує поєднання технологій та людського досвіду. Не менш важливим є те, що отримані результати можуть використовуватися у майбутньому для прийняття рішень та вдосконалення систем.

Токарчук В. Ю., курсант, Санкін Д. О., курсант
Науковий керівник – Тимчук С. В., канд. техн. наук
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВІРТУАЛЬНИХ ПРИВАТНИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ВІДДАЛЕНОГО КЕРУВАННЯ ПОСТАМИ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ РОЗВІДКИ

Повномасштабне вторгнення російської федерації в Україну 2022 року кардинально змінило підходи до організації радіоелектронної розвідки (РЕР). Умови інтенсивних бойових дій, масованих артилерійських обстрілів, ударів дронів-камікадзе та постійної загрози фізичного ураження об'єктів зробили віддалене керування постами РЕР не просто технологічною зручністю, а критично важливим засобом збереження життя та здоров'я військово-службовців. Технологія віртуальних приватних мереж (VPN) стала фундаментальною основою для створення розподілених систем РЕР, що дозволяють виконувати бойові завдання без безпосередньої присутності операторів у зонах ризику.

Суть технології VPN у воєнний період

В умовах війни VPN забезпечує не лише конфіденційність, а й фізичну безпеку персоналу. Зашифрований тунель між пунктом управління, розташованим у безпечній зоні або добре захищеному бункері, та технічними

засобами поста РЕР дозволяє операторам отримувати розвідувальну інформацію та керувати обладнанням на відстані сотень кілометрів.

Особливості використання VPN для постів РЕР

Гібридність транспортних середовищ. На відміну від цивільного застосування, де VPN зазвичай працює через стабільний інтернет, військові пости РЕР використовують VPN поверх динамічно змінюваних каналів: Starlink, 4G/5G через українських та роумінгових операторів, радіорелейні системи, тактичні радіостанції, навіть перехоплені ворожі лінії зв'язку. VPN має адаптуватися до миттєвої зміни транспорту без розриву сесії.

Асиметричність загроз. VPN для РЕР має протидіяти не лише пасивному перехопленню, а й активному радіоелектронному придушенню, фізичному ураженню інфраструктури, кібератакам спецслужб РФ. Це вимагає надмірного резервування, швидкої міграції тунелів між каналами та автоматичного відновлення з'єднання.

Жорсткі вимоги до латентності при керуванні. Дистанційне наведення антенних систем та пеленгація в реальному часі вимагають VPN-з'єднань із затримкою <100 мс, що обмежує вибір географії пунктів управління та типів каналів.

Інтеграція з закритими військовими протоколами. VPN для РЕР має бути сумісним із специфічними тактичними протоколами передачі даних (наприклад, адаптованими версіями Link-16, VMF), а не лише стандартним TCP/IP.

Маскування під цивільний трафік. Для уникнення виявлення постів РЕР VPN-трафік спеціально формується за параметрами звичайного відео- або веб-трафіку (трафік-шейпінг), використовуються IP-адреси цивільних хостингів, впроваджується стеганографія.

Фізична розосередженість ключів. Умови війни вимагають розподілу криптографічних ключів між кількома незалежними особами та географічно розосередженими сховищами для запобігання компрометації при захопленні пункту управління.

Автономність при обриві зв'язку. Пости РЕР мають локальні VPN-контролери з попередньо завантаженими політиками, що дозволяють ізольовано продовжувати роботу та накопичувати дані до відновлення з'єднання.

Переваги використання VPN у воєнний час

Збереження життя військовослужбовців. Головна перевага — мінімізація присутності операторів у зонах ураження. Один оператор може дистанційно керувати кількома постами РЕР, перебуваючи у безпечному місці.

Оперативність у критичних ситуаціях. VPN дозволяє миттєво переключати управління між постами при їх ураженні, дистанційно знищувати дані та переводити обладнання в резервний режим.

Маскування та дезінформація противника. VPN приховує реальне розташування пунктів управління та дозволяє створювати фальшиві цілі для ворожої розвідки.

Адаптація до руйнування інфраструктури. VPN працює через мобільні мережі, Starlink, радіорелейні системи або захоплені ворожі комунікації.

Недоліки та специфічні ризики війни

Залежність від цивільної інфраструктури. Ризик блокування комерційних мереж (Starlink) та залежність від іноземних провайдерів.

Радіоелектронне придушення. Комплекси РЕБ РФ паралізують канали зв'язку в критичний момент.

Фізична уразливість обладнання. VPN не захищає від фізичного ураження антенних систем.

Інсайдерські загрози. Різке розширення доступу через VPN ускладнює контроль особового складу.

Висновок. Особливості використання VPN для постів РЕР у воєнний період визначаються необхідністю адаптації до асиметричних загроз, гібридності транспортних середовищ, жорстких вимог латентності та пріоритету збереження життя військовослужбовців. Ці специфічні вимоги трансформують стандартну корпоративну технологію у критичний елемент бойової системи, що потребує постійної еволюції відповідно до досвіду протистояння рф.

Антонюк М. В., слухач
Науковий керівник – Шмуйло О. П.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

МЕТОДИКА ОБРОБЛЕННЯ ДАНИХ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ БІБЛІОТЕК DIRECT READOUT LABORATORY

Сучасні засоби дистанційного зондування Землі формують значні обсяги багатоспектральних даних, що потребують оперативного приймання, попереднього опрацювання, аналізу та тематичної інтерпретації. За умов

зростання потреби у швидкому отриманні аналітичної інформації актуальним є створення методик, які поєднують автоматизацію оброблення космічних знімків, розрахунок спектральних індексів і класифікацію типів земної поверхні в межах єдиного програмного рішення.

Метою магістерської роботи є розроблення методики оброблення даних дистанційного зондування Землі із використанням бібліотек Direct Readout Laboratory для підготовки, аналізу та тематичної класифікації космічних знімків за типами підстильної поверхні.

У роботі передбачається використання знімків у форматі GeoTIFF та багатоканальних растрових даних, отриманих із систем дистанційного зондування. Бібліотеки Direct Readout Laboratory розглядаються як інструментальний базис для організації етапів первинного читання, перетворення та підготовки даних до подальшого аналітичного опрацювання. Це дає змогу формувати єдиний технологічний ланцюг від отримання вхідних каналів до побудови тематичного результату.

Запропонована методика включає завантаження багатоспектральних даних, виділення необхідних спектральних каналів, обчислення індексів стану поверхні та подальше віднесення пікселів до визначених класів. Для підвищення інформативності аналізу доцільно використовувати індекси типу нормалізованого різницевого вегетаційного та інші похідні показники, що дають змогу розмежовувати рослинність, водні об’єкти, ділянки відкритого ґрунту, міську забудову та дорожню мережу.

Особливістю підходу є поєднання алгоритмічної обробки з програмною реалізацією, орієнтованою на практичне застосування. У межах програмного засобу користувач отримує можливість автоматизовано завантажувати вихідні дані, виконувати розрахунок індексів, аналізувати гістограми значень, задавати або уточнювати порогові критерії та формувати карту класифікації. Результатом оброблення є тематичне відображення території з розподілом на класи: водна поверхня, ліс, поле, міська забудова, пожежа.

Практична значущість дослідження полягає у створенні методики, яка може бути використана для моніторингу територій, оцінювання стану природних ресурсів, виявлення змін місцевості та підтримки прийняття рішень під час аналізу просторової інформації. Реалізація такої методики у вигляді спеціалізованого програмного забезпечення дає змогу скоротити час

оброблення та підвищити зручність роботи з даними ДЗЗ порівняно з використанням універсальних програмних пакетів.

Отже, розроблення методики оброблення даних дистанційного зондування Землі із використанням бібліотек Direct Readout Laboratory є перспективним напрямом удосконалення автоматизованого аналізу космічних знімків. Запропонований підхід забезпечує поєднання етапів підготовки даних, розрахунку спектральних індексів та класифікації поверхні в межах єдиного процесу і може слугувати основою для подальшого розширення функціональних можливостей програмного засобу.

Константінов С. М., курсант
Науковий керівник – Мірошніченко С. І.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

АНАЛІЗ ФАЙЛІВ ЗОБРАЖЕННЯ ДЛЯ ЗАХИСТУ ОБ'ЄКТІВ

В умовах сьогодення, коли здійснюється військова агресія Росії проти незалежної України керівництво держави значну увагу приділяє розвитку озброєння. На перший план виходять технології, які пов'язані зі збільшення можливостей видів зброї та захисту особового складу. Такі можливості надає втілення штучного інтелекту (ШІ) у розробку та озброєння військової технікі. Одним з таких видів озброєння є безпілотні засоби (БпЛА). Актуальність теми підкреслюють нещодавні події. Вони показали підвищенні можливостей БпЛА за допомогою ШІ по пошуку об'єктів та їх ураження без роботи оператора, який повинен наводити та корегувати рух БпЛА на ціль. Це може здійснюватися за допомогою зображення об'єкта, який зберігається в БпЛА та зрівняння його по зображенню під час польоту в потрібному районі. При визначенні об'єкта, як існуючий, БпЛА здійснює його ураження. Для захисту об'єкта або відведення БпЛА від цілі нам потрібно змінити структуру файлу з зображенням.

Якщо відкрити файл JPG текстовим редактором або натиснути F4, то можна побачити **рядок незрозумілих символів.**

Цю інформацію можна інтерпретувати як текст, оскільки саме на це чекає текстовий редактор. Але загальна структура JPG-файлу має вигляд:

[SOI] → [APP0 / APP1 / ...] → [DQT] → [SOF] → [DHT] → [SOS] →
[Image Data] → [EOI],

де SOI (Start Of Image) – початок файлу, завжди перши 2 байта;

APPn (Application Segments) – метадані (інформація про камеру, GPS координати, часові інтервали зйомки);

SOS (Start Of Scan) - початок реальних даних зображення.

Інша інформація стосується стиснення даних у файлі (квантування).

Слід зазначити, що файли з розширенням JPG мають чітку бінарну (двійкову) структуру, яка складається з сегментів (markers), кожний з яких розташовується один за одним. Кожен сегмент починається з байтів FF + код сегмента (наприклад, початок файлу буде виглядати, як FF D8, а метадані будуть мати вигляд FF E0 → APP0 (JFIF) та FF E1 → APP1 (EXIF) тощо. Прикладом вигляду файлу у 16-ковому форматі (HEX) є наступний вигляд:

FF D8 ... ← SOI
FF E0 ... ← APP0 (JFIF)
FF DB ... ← DQT
FF C0 ... ← SOF
FF C4 ... ← DHT
FF DA ... ← SOS
... ← Image Data
FF D9 ← EOI

Треба звернути увагу, що системи розпізнавання об’єктів на зображенні не порівнюють “зображення повністю”, а виділяють ключові точки на зображення (SIFT/ORB), його контури, пропорції та текстурні патерни (від англ. pattern – зразок, шаблон, модель – це елементи, що повторюються, закономірності, які властиві об’єкту). Це є ключовими факторами розпізнавання та можливими основними напрямами захисту об’єктів від ураження БпЛА такого типу. У зв’язку з чим системою захисту об’єкта від ураження (або зменшення ймовірності ураження) є:

створення надбудов, які змінюють фото об’єкта (зміна форми об’єкта, розмивання контурів);

порушення пропорцій об’єкта (зміна довжини/ширини частин, додавання асиметрії);

накладання неоднорідності на об’єкт (створення ілюзії іншої поверхні, накладання шумів на сигнали тощо);

використання фону (зливання або імітація зливання з фоном).

Іншим варіантом забезпечення захисту об’єктів при наявності відкритості або можливості розшифрування файлу та його перезапису можливо є “зміна

структуру файлу". Це стосується, насамперед зміни метаданих (зовнішня частина), обгортки файлу та бінарної структури (байтів). У метаданих можлива заміна GPS координат, часових значень тощо; у бінарної структурі – заміна сегментів (блоків, таблиць).

Кужель І. М., курсант
Науковий керівник – Райковський О. В.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ОРГАНІЗАЦІЯ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КІБЕРБЕЗПЕКИ ВІЙСЬКОВИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ У СУЧАСНИХ БОЙОВИХ ДІЯХ

Сучасні бойові дії дотичні з використанням цифрових систем управління та передачі даних. Під час бойових дій постійно аналізуються великі обсяги інформації, а оперативність та точність її аналізу визначають ефективність прийняття управлінських рішень. Відтак, виникає потреба у вдосконаленні підходів до захисту військових інформаційних ресурсів, що безпосередньо впливає на безпеку особового складу і ефективність бойових операцій.

Наявні сучасні напрацювання у сфері кібербезпеки, питання забезпечення стійкого захисту військових мереж у реальних умовах залишається невирішеною. Складність полягає в тому, що такі системи працюють у змінному середовищі, де дані можуть бути неповними або змінюватися в режимі реального часу. Класичні методи захисту не завжди здатні оперативно адаптуватися до протидії нових загроз. У дослідженні аналізується можливість підвищення ефективності кіберзахисту шляхом інтеграції сучасних рішень, зокрема автоматизованого спостереження, засобів виявлення вторгнень та адаптивних механізмів реагування на кіберзагрози.

Практичне застосування охоплює різні напрямки: від забезпечення систем управління військами та захисту каналів зв'язку до збереження достовірності розвідувальних даних і безпеці процесів. Використання сучасних систем автоматизованого моніторингу, систем виявлення вторгнень, механізмів реагування дозволяє підвищити надійність військових мереж у бойових умовах, де інформація змінюється в режимі реального часу.

Результат дослідження дає зрозуміти, що впровадження таких рішень сприяє шанс підвищити стійкість інформаційних систем до кібератак та

зменшити ризики втрати критичних даних. Важливо, що ці технології не підміняють людину, а доповнюють процес прийняття рішень у більш точному аналізу ситуації. Отримані результати можуть бути застосовані у вдосконаленні систем управління військовими мережами та підвищення рівня їх захищеності до бойових дій.

Ісаков О. О., курсант, Пуздрач М. С., курсант
Науковий керівник – Брановицький В. В.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ІНФОРМАЦІЙНИЙ ВПЛИВ ЯК ІНСТРУМЕНТ НА ПОЛІ БОЮ

Інформаційний компонент у сучасних збройних конфліктах став не просто додатковим фактором, а одним із ключових інструментів впливу на перебіг бойових дій та на стратегічне планування загалом. Формування суспільної думки, маніпуляція настроями населення, а також вплив на поведінку як цивільного населення, так і військових, що визначає більшу ймовірність про невдачу або успіх на полі бою. Інформаційна боротьба на сьогодні охоплює не лише поле бою, а й ширший соціальний та політичний спектр, що ускладнює традиційне розуміння війни як суто військового протистояння.

Гібридний характер сучасних конфліктів передбачає тісне переплетення силових, дипломатичних, економічних та інформаційних методів. У таких умовах інформаційний вплив може виступати як засобом підтримки власних дій, так і інструментом деморалізації противника або навіть міжнародної ізоляції. Інформаційні операції здатні викликати панічні настрої, змінити політичні погляди суспільства, спричинити соціальні заворушення чи підвищити стійкість до зовнішніх загроз. Новітні технології, зокрема розвиток соціальних мереж, миттєвий обмін даними та доступ до глобальних інформаційних ресурсів, суттєво підвищили швидкість і масштаб поширення інформації, що відкриває як нові можливості, так і нові ризики для національної безпеки.

Незважаючи на значну теоретичну та практичну увагу до питання інформаційного впливу, ще багато аспектів залишаються не до кінця вивченими. Дослідники стикаються з труднощами у вимірюванні ефективності інформаційних операцій, оскільки їхній вплив часто носить опосередкований характер і може проявлятися з часом. Також ускладнюється розмежування між легітимними формами впливу та дезінформацією, що особливо актуально в

умовах цифрової епохи. Протидія інформаційним загрозам вимагає не лише технічних засобів, а й розвитку критичного мислення у населення, вдосконалення законодавчих норм, а також підготовки спеціалістів, здатних швидко реагувати на нові виклики.

Отже, інформаційний вплив поступово формує нову парадигму ведення війни, де успіх визначається не тільки матеріальними ресурсами чи чисельністю армії, а й здатністю ефективно управляти інформацією та захищати власний інформаційний простір. Дослідження в цій галузі мають велике значення для підвищення обороноздатності держави, розвитку кібербезпеки, оптимізації процесів військового управління та підготовки фахівців з інформаційної безпеки. Усвідомлення ролі інформації як стратегічного ресурсу дозволяє вибудовувати гнучкіші й ефективніші моделі протидії сучасним загрозам.

Слоневський М. Р., курсант
Науковий керівник – Каменчук А. В.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ВІДОБРАЖЕННЯ ДАНИХ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ РОЗВІДКИ В ПРОГРАМНОМУ ЗАБЕЗПЕЧЕННІ DELTA ЗАСОБАМИ СУЧАСНИХ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ

Сучасні цифрові системи розвиваються дуже стрімко, зокрема геоінформаційні технології. Саме вони дають можливість забезпечувати не лише миттєвий зв’язок, а й здійснювати аналітичну обробку отриманої інформації. З часом будь -яка інформація стає менш актуальною, тому використання її саме в паперовому форматі для управлінського рішення - набуває менше актуальності. На сьогодні, саме швидкість одержання інформації може забезпечувати автоматизована система. Тому залишається важливим, використання ПЕОМів через стрімке збільшення кількості інформації.

У реаліях сучасної війни дані втрачають свою важливість без прив’язки до місцевості і часу. Мобільність підрозділів потребує автоматизації, тому інтеграція ГІС - технологій дозволяє скоротити процес до хвилин, що є дуже важливим саме для підрозділів усіх ланок. Швидкість прийняття рішень залежить від того, як швидко штаби отримають та проаналізують дані про

місцезнаходження та характер дій противника. Тому ПЗ «Delta» дає ідеальну платформу та дозволяє ефективно використовувати інформаційний простір (карту поля бою), де особливе місце в цьому процесі займають дані радіоелектронної розвідки, які стають важливим інформаційним шаром.

ПЗ «Delta» – система, яка призначена для забезпечення підрозділів ЗСУ актуальними даними про противника. Створена командирам всіх рівнів для планування операцій та бойових завдань, координації з іншими підрозділами,

Дані РЕР є дуже специфічними: це не лише координати, а й пеленги, частоти, ймовірні зони місцезнаходження противника. ГІС – технології, які знаходяться всередині ПЗ «Delta» дозволяє здійснити перетворення перетину пеленгів у конкретну точку, розрахувати «мертві зони» РЛС противника з врахуванням рельєфу місцевості, а також проаналізувати щільність випромінювання.

Щоб відобразити дані РЕР у середовищі «Delta» використовуються ГІС-технології, що дають можливість перетворити складні технічні параметри на зрозумілу тактичну обстановку, для подальшого оперативного оцінювання ситуації.

Використання інструментів ГІС у ПЗ «Delta» для відображення даних РЕР дає командиру переваги:

підтвердження достовірності цілей противника;

раннє виявлення загрози ще до їхньої появи у полі зору РЛС;

класифікація, що дає змогу визначити організаційно – штатну структуру противника за допомогою аналізу його роботи;

мінімізація людських помилок при нанесенні обстановки;

можливість накладання даних різних підрозділів для підтвердження об’єкта.

Сучасна війна ефективна лише тоді, коли дані інтегровані в загальновійськові системи управління (типу Delta або Кропива). ГІС виступає “спільною мовою”, яка перетворює специфічні дані радіоефіру у зрозумілі цілевказівки для інших бойових підрозділів.

Таким чином, поєднання засобів РЕР із сучасними ГІС - технологіями дає більше технологічної переваги над противником, забезпечуючи перехід від кількісного до якісного ведення бойових дій.

Ковалюк Б. П., слухач
Науковий керівник – Куз С. М.
Військова академія (м. Одеса)

ВЕДЕННЯ ГЕОПРОСТОРОВОЇ РОЗВІДКИ (GEOINT) ЗА ДОПОМОГОЮ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ДОСЯГНЕННЯ МАКСИМАЛЬНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

В умовах сучасної війни, значення геопросторової розвідки займає високу нішу в пріоритетності завдань, для успішного збору та обробки інформації, відповідно прийняття зважених рішень. Реалії сучасності доводять, щоб успішно виконувати бойові завдання по знищенню противника, що переважає кількісно, ми повинні переважати його якісно. Вирішення цього питання — максимальна цифровізація війська, використання в бойовій роботі програмних забезпечень на високому рівні, що дасть спроможність швидкому збору, обробці, аналізу та розповсюдженню інформації.

Передовим програмним забезпеченням (ПЗ) для ведення геопросторової розвідки є — ПЗ ІКС «DELTA», а саме його модуль - «MONITOR». Функціонал даного модулю дає змогу використовувати наступні інструменти: супутникові знімки різних провайдерів, карти-підкладки на базі супутникових знімків, а також штабні, топографічні, та інші карти, інформаційні шари, які наповнені різноманітною інформацією про місцевість та об’єкти інфраструктури на ній, глобальні шари, що ведуться центрами ISTAR, які наповнюють їх інформацією про противника та його об’єкти, постійно оновляються та редагуються для максимальної актуальності даних, історичні стани, що дають змогу проаналізувати стан необхідних об’єктів за певний період чи дату в минулому, 3-D моделі місцевості, створені за допомогою сканування засобами БпАК, а також багато інших розділів та віджетів, які облегшують та та пришвидшують роботу для розвідника.

Не менш вагомим є можливість відображення необхідної інформації на шарах, шляхом створення об’єктів. Ця функція надає змогу наносити тактичну обстановку, редагувати її, а найважливіше — функція надавання доступів до шарів, які оформлюються, дає змогу поширити інформацію всім необхідним посадовим особам, які є користувачами ПЗ ІКС «DELTA», що будує цифрову

систему розповсюдження інформації, планування, та звітності в середині підрозділів та частин.

Питання безпеки — ще один фактор, що надає перевагу даному ПЗ, над його аналогами. Безпека аргументується: розміщенням даного ПЗ в хмарному середовищі, постійною перевіркою недоліків та їх виправлення командою технічної підтримки, двохфакторна аутентифікація при кожному вході користувачами в систему.

Досліджуючи дане питання, мав нагоду спілкуватись з різноманітними людьми, посадовими особами, військовослужбовцями країн НАТО, відвідував лекційні та практичні курси на тему «Бойові інформаційні системи», також використовував збір інформації з відкритих джерел (література, інтернет мережа).

Підбиваючи підсумок проробленої роботи, можу з впевненістю сказати, що ПЗ ІКС «DELTA», а саме його модуль «MONITOR» - інструмент, що найефективніше дає змогу проводити геопросторову розвідку, за рахунок свого функціоналу. Аналогів, що можуть конкурувати з даним інструментом немає ні в ЗС країн НАТО, ні в Силах оборони України.

Герасимчук О. П., курсант
Науковий керівник – Скиба І. П.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

НАРАТИВИ ЯК ЕЛЕМЕНТ ВПЛИВУ

У сучасній війні важливу роль відіграють наративи. Наратив – це не просто розповідь чи історія, а структурований спосіб подання інформації, який діє на цінності та переконання цільової аудиторії. Особливо активно наративи використовуються в політичній сфері та медіа. Вони можуть бути спрямовані на дискредитацію опонента, виправдання злочинних дій або мобілізацію суспільства.

У контексті повномасштабної війни між Україною та росією наративи стали важливим інструментом впливу у інформаційному просторі. росія активно використовує наративи для виправдання агресії проти України, дискредитації вищого керівництва держави, а також впливу на міжнародну спільноту. Головним наративом є “Захист російськомовного населення на окупованих територіях”. Інші ж прив’язуються до історії, намагаючись нав’язати брехливу інформацію.

Однією з основних проблем є те, що такі наративи поширюються на міжнародну аудиторію через медіа та соціальні мережі. Що, в свою чергу, негативно впливає на рівень підтримки України. Також вплив відбувається на наше населення, викликаючи паніку та недовіру до влади.

Ще однією важливою проблемою є складність їх розпізнавання. Вони подаються у формі частково правдивої інформації, що ускладнює їх виявлення.

Для протидії російським наративам потрібно застосувати комплекс заходів. Для початку метод «вакцини». Тобто, попереджувати населення про те, яку саме дезінформацію може поширювати росія. Це робиться для того, щоб українське населення могло в подальшому самостійно розпізнавати брехливу інформацію.

Наступним кроком необхідно щоб держава та незалежні організації оперативно виявляли та протидіяли наративам у інформаційному просторі.

Розповсюдження сильних наративів на світову аудиторію, які базуються на правді, реальних подіях та міжнародному гуманітраному праві. Їх поширення на міжнародному рівні сприяє зміцненню підтримки України. Співробітництво та обмін досвідом з європейськими країнами підвищить ефективність протидії російським наративам та дезінформації.

Глибокий контент аналіз ворожої пропаганди не тільки дає змогу оцінити аргументи, що використовуються в повідомленнях та розробляти контраргументи, а й виокремлювати наративи, що використовуються, а отже і класифікувати повідомлення відповідно до них і виокремлювати основний напрямок зусиль ворога.

Нікольчак О. О., курсант
Науковий керівник – Беспалко І. А., канд. техн. наук, ст. досл.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ІНФОРМАЦІЙНО-ДОВІДКОВА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ІНФОРМАЦІЇ З ВІДКРИТИХ ДЖЕРЕЛ ПРО СВІТОВУ КОСМІЧНУ ДІЯЛЬНІСТЬ

У сучасних умовах розвитку космічних технологій та зростання об’ємів інформації, що публікується у відкритих джерелах, зокрема мережі Інтернет, особливу актуальність отримала задача оперативного отримання, систематизації та аналізу даних про космічну діяльність держав світу. На даний час відсутність єдиного середовища для централізованого узагальнення таких

даних ускладнює процес їх використання, особливо для аналітичної підтримки прийняття рішень.

Метою роботи є розробка підходів до створення інформаційно-довідкової системи моніторингу веб-ресурсів космічної спрямованості, яка дозволить забезпечити автоматизований збір, фільтрацію, класифікацію та збереження інформації з подальшим її наданням користувачам у зручному вигляді.

У доповіді пропонується розроблення інформаційно-довідкової системи (ІДС), що орієнтована на моніторинг тематичних веб-ресурсів, дозволяє автоматизувати процес збору, обробки та структурування інформації про космічну діяльність з різнорідних джерел.

ІДС моніторингу інформації з відкритих джерел про світову космічну діяльність являє собою комплекс взаємопов’язаних програмних та інформаційних компонентів, призначених для автоматизованого збору, обробки, зберігання та надання користувачам актуальної інформації, а саме:

підсистема збору інформації – забезпечуватиме автоматизований моніторинг визначеного переліку веб-ресурсів (сайти космічних агентств, наукових установ, новинні портали тощо);

підсистема обробки даних – призначена для фільтрації, нормалізації та аналізу отриманої інформації;

підсистема зберігання та доступу до даних – забезпечуватиме довготривале зберігання структурованої інформації, доступ користувачів до накопичених даних;

підсистема відображення інформації – забезпечуватиме зручне відображення результатів користувачу.

Базовим елементом ІДС є підсистема збору інформації, що забезпечує формування первинного інформаційного потоку, який в подальшому підлягає обробленню, аналізу та зберіганню. Ефективність функціонування всієї ІДС безпосередньо залежить від повноти, актуальності та достовірності даних, отриманих на цьому етапі.

Основне призначення підсистеми збору інформації – це автоматизований моніторинг визначеного переліку веб-ресурсів з космічної тематики з метою виявлення, вилучення та первинної фіксації нових або оновлених інформаційних матеріалів. До таких джерел можна віднести офіційні сайти космічних агентств, наукових установ, аналітичних центрів, новинні портали, а також спеціалізовані інформаційні платформи.

З технологічної точки зору підсистема збору інформації реалізується із застосуванням як спеціалізованих програмних засобів (наприклад, Scrapy для масштабованого збору даних або Selenium для обробки динамічного контенту) або аналогічних рішень для роботи з потоками новин, розроблених з використанням мови програмування високого рівня. Комбіноване використання зазначених інструментів дозволяє підвищити повноту охоплення джерел і надійність отримання інформації.

Актуальність розробки ІДС моніторингу відкритих джерел про космічну діяльність держав світу обумовлена необхідністю забезпечення своєчасного доступу до достовірної та релевантної інформації, а також зменшенням часових витрат на її пошук і обробку. Особливого значення це набуває в умовах зростання ролі космічних технологій у сфері безпеки та оборони. Використання такої ІДС є доцільним для підвищення ефективності інформаційного забезпечення у сфері космічної діяльності, зокрема в задачах оцінювання стану космічної обстановки та аналізу тенденцій розвитку космічних технологій.

Копач В. - І. І., курсант
Науковий керівник – Нагорний М. С.
Національна академія сухопутних військ
імені гетьмана Петра Сагайдачного

МАТРИЧНІ МЕТОДИ В СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ЯК ІНСТРУМЕНТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ПОЛІ БОЮ

Сучасне поле бою формується під впливом інформаційних технологій, які визначають швидкість обробки даних, рівень ситуаційної обізнаності та ефективність управлінських рішень. У цих умовах ключовим ресурсом стає не лише наявність інформації, а її структурована інтерпретація в реальному часі. Саме тому системи підтримки прийняття рішень набувають критичного значення як елемент цифрової інфраструктури бойового управління.

Одним із підходів, що забезпечує впорядкування складних інформаційних потоків, є використання матричних методів. У межах інформаційних технологій вони виступають засобом формалізації взаємозв’язків між об’єктами, параметрами та

джерелами даних. Такий підхід дозволяє інтегрувати різнорідну інформацію в єдину аналітичну модель, що значно спрощує її подальшу обробку.

Матричне представлення даних у системах підтримки прийняття рішень дає можливість описати структуру бойової обстановки через взаємодію підрозділів, ресурсів та факторів впливу. Це забезпечує не лише фіксацію поточного стану, але й виявлення прихованих залежностей, які не завжди очевидні при традиційному аналізі. У цифрових системах управління такі моделі можуть використовуватися для автоматизованої обробки інформації та формування рекомендацій щодо подальших дій.

Застосування матричних методів тісно пов’язане з принципами критичного мислення. Формалізація даних змушує здійснювати чітке розмежування між фактами, припущеннями та оцінками. Це дозволяє знизити вплив суб’єктивних факторів і уникнути типових логічних помилок, зокрема вибіркового сприйняття інформації або необґрунтованого узагальнення. У результаті процес прийняття рішень набуває більш об’єктивного та відтворюваного характеру.

Особливе значення матричні моделі мають у задачах аналізу достовірності інформації. У сучасних умовах інформаційного протиборства дані можуть надходити з великої кількості джерел, які відрізняються за рівнем надійності. Структуроване представлення цих джерел дозволяє здійснювати їх порівняльну оцінку, виявляти суперечності та визначати ступінь довіри. Це є важливим елементом інформаційної безпеки та підвищує якість аналітичних висновків.

Крім того, матричні методи можуть використовуватися для аналізу варіантів дій у межах цифрових систем підтримки прийняття рішень. Представлення альтернатив у структурованому вигляді дозволяє порівнювати їх за визначеними критеріями, враховувати взаємозалежності та оцінювати наслідки реалізації кожного з варіантів. Такий підхід фактично забезпечує основу для побудови алгоритмів вибору оптимальних рішень.

Важливо зазначити, що ефективність використання матричних методів визначається не лише їх формальною коректністю, але й якістю вхідних даних та здатністю користувача інтерпретувати результати. Тому їх застосування повинно поєднуватися з розвитком аналітичного мислення та навичок роботи з інформацією.

Таким чином, матричні методи є важливим компонентом інформаційних технологій на полі бою, оскільки вони забезпечують структуризацію даних, підтримують процес прийняття рішень та сприяють підвищенню ефективності управління в умовах невизначеності.

Корчук М. А., курсант
Науковий керівник – Гродзь Н. М., Ph.D.
Національна академія сухопутних військ
імені гетьмана Петра Сагайдачного

МАТЕМАТИКА СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОЦЕСІ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ

Математика є фундаментом сьогодення не тільки у сферах бізнесу, але і сучасних оборонних технологій, що дозволяє не лише прораховувати траєкторії, а й прогнозувати результати зіткнень, оптимізувати логістику та керувати автономними системами.

Іншими словами математика сучасних оборонних технологій — це комплекс наукових методів та алгоритмів, котрі у свою чергу забезпечують точність, автономність та ефективність зброї та систем управління.

Основні сфери, де, власне відбувається застосування математики у процесі ведення бойових дій включають наступне:

- математичне моделювання бойових дій, котре використовується для прогнозування результатів операцій та обґрунтування співвідношення сил, де класичним прикладом є так звані ланчестерівські моделі (диференціальні рівняння), які описують зміну чисельності військ у часі, залежно від їхньої вогневої потужності;

- управління безпілотними системами (БпЛА), тобто робота дронів базується на складних алгоритмах навігації, обробки зображень та теорії керування, і, відповідно, математичні методи дозволяють апаратам автономно орієнтуватися у просторі та розпізнавати цілі;

- кібербезпека та криптографія, як сучасний зв'язок і захист даних тримаються на теорії чисел та складних математичних шифрах, що унеможливлює перехоплення наказів ворогом;

- радіолокація та РЕБ для виявлення об'єктів і придушення сигналів противника здійснюється через цифрову обробку сигналів (перетворення Фур'є, статистичний аналіз), що дозволяє виокремити корисний сигнал із шуму;

- військова логістика у вигляді математичного програмування допомагає розраховувати оптимальні маршрути постачання боєприпасів та палива;

- теорія ігор використовується для прийняття стратегічних рішень у ситуаціях з високим рівнем невизначеності.

До ключових методів та інструментів сучасних технологій у процесі ведення бойових дій можна також віднести:

- стохастичний підхід, котрий дозволяє враховувати випадкові чинники (погода, людський фактор) та ризики ураження у моделях виживання;

- метод бойових потенціалів, котрий використовується органами управління на етапі планування для комплексного оцінювання можливостей сторін;

- імітаційне моделювання, котре включає використання ЕОМ для багаторазового «програвання» бойових ситуацій, що дозволяє виявляти закономірності без реальних втрат;

- віртуальні тренажери (VBS3) у процесі навчання бійців у симульованих середовищах, де кожен рух і постріл розраховуються математично в реальному часі.

Сучасна математика перетворює війну з «мистецтва» на точну науку, де перемагає той, хто швидше та точніше опрацьовує дані за допомогою алгоритмів. Алгоритми у свою чергу дозволяють спланувати тактичний рівень сучасних технологій у безпекових викликах сьогодення, оскільки планування економить час і дозволяє чітко і ретельно слідувати відповідним крокам-інструкціям. “Командна” або “покрокова” робота дозволяє чітко окреслювати плани і виконувати їх у повному обсязі. Сучасна зброя стає «розумною» завдяки математичним алгоритмам, які обробляють величезні масиви даних у реальному часі. На прикладі а**втономної навігації БпЛА, коли, власне** алгоритми обробки зображень та комп'ютерний зір дозволяють дронам орієнтуватися без GPS. Також **системи наведення можуть містити** математичні моделі для розрахунку траєкторії польоту ракет та снарядів з корекцією на вітер та опір повітря. Дуже часто використовуються а**втоматизовані системи управління (АСУ) для здійснення** оптимізації маршрутів передачі інформації та захист від радіорозвідки. Захист каналів зв'язку повністю базується на теорії чисел та складних обчислювальних алгоритмах (наприклад, RSA).

Отож, можна сформулювати висновок про те, що математика, як наука потрібна і дієва у відповідних сферах впливу перетворює сучасну війну з хаотичного процесу на систему, де перемога залежить від швидкості та якості алгоритмів обробки інформації і займає базисне значення у процесі планування та ведення бойових дій.

Міжнародна наукова курсантська конференція
«Сучасні технології в безпекових викликах сьогодення»

Тиндик Ю. В., курсант
Науковий керівник – Мовчан В. В.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ ВОГНЕВОГО УРАЖЕННЯ. ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ПРОБЛЕМ ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Ведення бойових дій у сучасній війні вкотре підтвердило, що саме людське життя є найвищою цінністю і навчений та підготовлений професіональний військовий може завдати ворогу набагато більше ураження та шкоди. Вивчення та впровадження досвіду ведення бойових дій привело Сили оборони України до використання наземних роботизованих комплексів для стримування противника та його знищення. Це виявилося ефективним підходом, що надає головну перевагу – максимальне убезпечення оператора комплексу, який керує з укриття та з безпечної відстані.

На безпілотні наземні роботизовані комплекси покладається широкий спектр завдань, від евакуації поранених, логістичного забезпечення, мінування ділянок місцевості і ведення розвідки до встановлення на їх платформи різноманітних засобів ближнього бою. Це і кулемети різноманітних калібрів, гранатомети, в тому числі і автоматичні станкові. Проте досвід використання встановленого важкого озброєння, а саме 40 мм автоматичного станкового гранатомета Mk 19 показав, що під час ведення вогню короткими чергами виникає сильна віддача, що розхитує платформу. Оператору для ведення влучного вогню доводиться чекати певний проміжок часу доки підвіска подолає коливання для стабілізації кутів наведення. Це, у поєднанні з нерівностями пересіченого ландшафту та складними ґрунтами, критично ускладнює прицілювання та ведення точного вогню. І на полі бою цей втрачений час “грає” не на користь комплексу на який вже починають полювати безпілотні літальні апарати.

З метою підвищення бойової ефективності комплексу під час вогневого ураження, що спричиняє додаткове навантаження на стабільність підвіски платформи та вирішення проблеми віддачі, нерівностей ґрунту необхідно розглядати впровадження систем стабілізації підвіски. Одним з найпростіших на нашу думку варіантів може бути використання механічних, гідравлічних або пружинних опор “лап” які під час ведення вогню зможуть упиратись в земну

поверхню і частково компенсувати віддачу зменшуючи повздовжні кути коливання, що в свою чергу буде призводити до скорочення часу для стабілізації. Більш складним варіантом може бути розробка та створення для важких комплексів приводів для коригування положення платформи.

Безперечно безпілотні наземні роботизовані комплекси є надійним засобом для ураження, чия вартість хоч і зависока в умовах війни проте ніщо в порівнянні з життям воїна. Постійний аналіз і пошуки вирішення виникаючих технічних проблем, їх вдосконалення будуть завжди підвищувати їхню бойову потужність.

Петрович А. І., курсант
Науковий керівник – Поліщук В. В., канд. військ. наук, доц.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В СУЧАСНІЙ ВІЙНІ: ШВИДКІСТЬ, ТОЧНІСТЬ, БЕЗПЕКА

У сучасному світі інформаційні технології відіграють дуже важливу роль у різних сферах життя, зокрема і у військовій діяльності. Сучасні бойові дії значно відрізняються від тих, що відбувалися кілька десятиліть тому. Якщо раніше головну роль відігравали кількість військ і техніки, то сьогодні все більшого значення набуває швидкість отримання інформації та можливість оперативно її використовувати. Саме інформація часто визначає успіх або невдачу виконання бойового завдання.

Одним із найважливіших напрямів застосування інформаційних технологій на полі бою є розвідка. Завдяки сучасним технічним засобам військові можуть отримувати важливі дані про місцезнаходження противника, його техніку та переміщення. Для цього використовуються різні засоби спостереження, супутникові системи та безпілотні літальні апарати. Такі технології дозволяють швидко отримувати інформацію та передавати її командуванню для подальшого прийняття рішень.

Важливим елементом сучасної війни є безпілотні технології. Безпілотні літальні апарати активно використовуються для проведення розвідки, спостереження за місцевістю та уточнення координат цілей. Завдяки їм

військові можуть бачити ситуацію на значній відстані та виявляти позиції противника. Крім того, безпілотники дозволяють виконувати небезпечні завдання без прямого ризику для життя військовослужбовців.

Не менш важливим є використання сучасних систем зв'язку. У бойових умовах дуже важливо, щоб підрозділи могли швидко обмінюватися інформацією та координувати свої дії. Сучасні цифрові засоби зв'язку забезпечують передачу голосових повідомлень, текстових даних та координат місцевості. Це значно полегшує управління підрозділами та підвищує ефективність виконання бойових завдань.

Також значну роль відіграють автоматизовані системи управління військами. Вони допомагають швидко обробляти великі обсяги інформації, аналізувати ситуацію на полі бою та визначати найбільш доцільні варіанти дій. Завдяки таким системам командири можуть швидше приймати рішення та ефективніше керувати підрозділами у складних умовах бойової обстановки.

Інформаційні технології активно застосовуються і в системах навігації. Сучасні навігаційні засоби дозволяють точно визначати місцезнаходження військових підрозділів, планувати маршрути руху та уникати небезпечних ділянок місцевості. Це особливо важливо під час виконання складних бойових завдань або переміщення техніки в незнайомих районах.

Разом з тим розвиток інформаційних технологій створює і нові загрози. Однією з таких загроз є кібератаки, які можуть впливати на роботу систем зв'язку, управління або передачі даних. Саме тому важливим завданням сучасних військових структур є забезпечення надійного захисту інформаційних систем та підтримання високого рівня кібербезпеки.

Отже, можна зробити висновок, що інформаційні технології сьогодні є невід'ємною складовою сучасних бойових дій. Вони допомагають швидко отримувати необхідну інформацію, забезпечують ефективний зв'язок між підрозділами та підвищують якість управління військами. Подальший розвиток цих технологій буде ще більше впливати на характер ведення війни та можливості сучасних збройних сил.

Обушний В. В., курсант
Науковий керівник – Єгоров В. О., Ph.D.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ У ПРИЙМАЧАХ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ РОЗВІДКИ: БОРОТЬБА З ПЕРЕШКОДАМИ

У сучасних умовах ведення бойових дій радіоелектронна розвідка відіграє ключову роль у виявленні та аналізі роботи засобів зв'язку і управління противника. Ефір сьогодні є перенасиченим – у ньому одночасно працюють різні радіостанції, радари та інші джерела випромінювання, а також активно застосовуються засоби радіоелектронної боротьби, зокрема навмисні перешкоди. У таких умовах головним завданням приймача є не просто зафіксувати сигнал, а виділити його з-поміж завад і зберегти зміст переданої інформації. Саме тут важливу роль починає відігравати штучний інтелект.

Основною проблемою є складна електромагнітна обстановка. Противник застосовує активні та пасивні перешкоди, які можуть маскувати або спотворювати сигнали. Часто радіосигнали мають низьку потужність або коротку тривалість, що ускладнює їх виявлення. Крім того, мають місце такі явища, як багатошляхове поширення сигналу, інтерференція та накладання частот, що додатково спотворює прийняту інформацію. У результаті оператор може отримати сигнал із викривленим змістом або взагалі його не ідентифікувати. Ще однією проблемою є великий обсяг радіоефіру, який потрібно контролювати. Людина фізично не здатна оперативно аналізувати всі сигнали, особливо в умовах бойової обстановки, де рішення потрібно приймати швидко.

Для підвищення ефективності радіоелектронної розвідки застосовуються системи зі штучним інтелектом. Робота починається з прийому сигналів широкосмуговими антенами, які здійснюють радіомоніторинг у заданому діапазоні частот. Отримані сигнали оцифровуються і передаються на обробку. На етапі первинної обробки застосовуються адаптивні фільтри, які пригнічують шум і перешкоди. Далі система виконує спектральний аналіз і визначає ділянки, де може міститися корисний сигнал. У випадках, коли сигнал зашумлений або частково приглушений, ШІ використовує алгоритми відновлення, що дозволяють реконструювати сигнал без зміни його змісту. Це особливо важливо для перехоплення голосових повідомлень або цифрових даних. Важливою

особливістю є адаптивність системи. Штучний інтелект здатен навчатися на нових сигналах і поступово підвищувати ефективність протидії перешкодам, які застосовує противник. Крім того, сучасні системи можуть працювати в режимі реального часу, автоматично визначаючи пріоритетні сигнали та відсікаючи другорядні. Це дозволяє швидко реагувати на зміни обстановки та зосереджувати увагу на найбільш важливих джерелах випромінювання. Додатково застосовується об'єднання даних з кількох приймальних каналів або антен, що підвищує точність виявлення та дозволяє краще виділяти сигнал навіть у складних умовах завад. У результаті формується більш повна та достовірна картина радіоелектронної обстановки. Таким чином, використання штучного інтелекту дозволяє не лише підвищити якість обробки сигналів, але й значно скоротити час їх аналізу, що є критично важливим у сучасному радіоелектронному протиборстві.

Отже, використання штучного інтелекту в засобах радіоелектронної розвідки дозволяє значно підвищити ефективність виявлення та аналізу сигналів противника. Системи стають більш стійкими до перешкод, швидше обробляють інформацію та забезпечують збереження її змісту. Незважаючи на складність і високу вартість, такі технології є перспективними і відіграють важливу роль у сучасному радіоелектронному протиборстві. Головною перевагою є висока швидкість обробки радіосигналів у режимі реального часу. Штучний інтелект дозволяє ефективно працювати навіть в умовах інтенсивного радіоелектронного протиборства, коли рівень перешкод дуже високий. Система здатна точно класифікувати сигнали, визначати їх джерело та відновлювати інформацію без спотворення змісту. Крім того, вона адаптується до нових типів перешкод і підвищує свою ефективність з часом. Ще однією важливою перевагою є те, що частина функцій реалізується програмно, що дозволяє зменшити кількість окремих технічних засобів і оптимізувати витрати на обладнання. До основних недоліків належать складність розробки та впровадження таких систем, а також високі вимоги до обчислювальних ресурсів. Для роботи в реальному часі потрібні потужні процесори та спеціалізоване обладнання. Ефективність системи залежить від якості навчання, тому можливі помилки при розпізнаванні нових або складних сигналів. Крім того, створення і обслуговування таких систем потребує значних фінансових витрат.

Омельченко В. В., курсант, Кучерявенко В. В., курсант
Науковий керівник – Опанюк Ю. В., Ph.D.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

АВТОМАТИЗАЦІЯ АКУСТИЧНИХ ЗАСОБІВ ПСИХОЛОГІЧНОГО ВПЛИВУ

В умовах сучасного збройного конфлікту гібридного типу психологічний вплив виступає одним із ключових інструментів здобуття некінетичної переваги над противником. Збройні Сили України активно інтегрують новітні інформаційні технології в тактичну ланку управління, зокрема під час виконання завдань тактичними групами психологічних операцій (ПсО) з метою дезінформації та введення противника в оману. Застосування інноваційних технологій дозволяє компенсувати обмеження застарілих зразків озброєння та суттєво підвищити бойову ефективність підрозділів на лінії бойового зіткнення.

Водночас, ефективність традиційних засобів тактичних груп ПсО, основним інструментом яких залишаються звукомовні станції з радіусом дії до 5 км, критично знижується. Це зумовлено насиченням поля бою безпілотними літальними апаратами (БпЛА) противника, що підвищує вразливість бойових розрахунків звукомовних станцій. Додатковими факторами, що ускладнюють проведення заходів впливу, є дефіцит спеціальних агітаційних боєприпасів для артилерійських систем та застосування противником БпЛА з керуванням через оптоволокно, які є стійкими до впливу наявних засобів радіоелектронної боротьби. Зазначені тенденції формують нагальну потребу в концептуальній адаптації засобів психологічного впливу до реалій високотехнологічної війни.

З огляду на об'єктивні фізичні закономірності поширення акустичних хвиль та зростаючу технологічну оснащеність противника, пріоритетним завданням стає збереження життя та здоров’я особового складу підрозділів ПсО. Найбільш перспективним вектором розвитку в цьому контексті є комплексна автоматизація діяльності тактичних груп. Інноваційним рішенням є інтеграція сучасних акустичних систем спрямованої дії (типу LRAD) на базис наземних роботизованих комплексів (НРК). Така архітектура дозволяє здійснювати ефективний психологічний вплив на живу силу противника через звукомовні засоби дистанційно, виключаючи необхідність перебування військовослужбовців у зоні безпосереднього вогневого ураження.

Впровадження дистанційно-керованих платформ зі звукомовними засобами не лише мінімізує ризики для військовослужбовців, але й суттєво

розширює оперативні можливості підрозділів ПсО, підвищуючи їхню загальну живучість. Таким чином, в умовах інтенсивного технологічного розвитку засобів збройної боротьби та зниження ефективності традиційних звукомовних засобів , автоматизація процесів психологічного впливу шляхом поєднання НРК та новітніх звукомовних станцій є критично необхідним кроком для забезпечення адаптації підрозділів до вимог сучасного поля бою.

Lavrentieva S. A., cadet
Scientific supervisor – Rybitskyi I. V., Dr. Sc. (Tech.), Prof.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

METHODS AND MEANS ANALYSIS FOR TEMPERATURE CONDITIONS MEASUREMENT IN ARTILLERY AMMUNITION MANUFACTURING PROCESS

When manufacturing artillery shells, it is of the utmost importance to maintain the correct temperature conditions throughout all stages of the process. Specific temperature regimes are applied at each stage of manufacture; in particular, during the melting of explosives, the temperature must be maintained within the range of 80–150°C, whereas when processing metal casings, the temperature may reach 800–1100°C. It is important not only to achieve the required temperatures but also to ensure a smooth transition between them. If the material is heated or cooled too rapidly, cavities may form inside the explosive, or worse, accidental detonation may occur.

To ensure continuous and accurate monitoring of temperature conditions, a comparison was carried out of a range of modern instruments, including non-contact devices such as thermal imagers and pyrometers, and contact devices such as thermistors and thermocouples.

Non-contact thermometers offer a number of advantages, including the ability to measure temperature remotely. They operate on the principle that the intensity of infrared radiation is proportional to the temperature of the surface emitting it. However, in the manufacturing processes of ammunition, a great deal of smoke and dust accumulates in the workshops, which can significantly impede the passage of infrared radiation. Furthermore, the emissivity of metal changes when heated to such high temperatures. This leads to inaccuracies in temperature measurement and, in some cases, makes measurement impossible. Furthermore, non-contact thermal

imaging methods only provide the surface temperature of the casing, which does not allow for a full assessment of the temperature conditions of the explosive material.

Contact-type sensors, such as thermistors, measure temperature through direct contact with the surface or, importantly, can be embedded within the explosive material during its formation. They offer high accuracy but are highly inert to temperature changes. Furthermore, they lack mechanical robustness and may fail or be completely destroyed by excessive vibration loads during the process of filling the projectile with explosive. Consequently, for monitoring temperature conditions in the manufacturing processes of artillery munitions, their use is not appropriate in our case.

Based on an analysis of the manufacturing processes for artillery ammunition, it was decided that the most appropriate approach in this case is to use contact temperature measurement methods, specifically Type K thermocouples. These devices are ideally suited to such challenging conditions due to the following advantageous properties they possess. In particular, thermocouples are capable of withstanding both the relatively low melting points of explosives and the high temperatures maintained during metal heating. Furthermore, they can withstand significant vibration loads and retain their characteristics when exposed to aggressive chemicals. Furthermore, they have stable characteristics over time, do not require constant recalibration, and have relatively low thermal inertia.

These advantages of Type K thermocouples make it possible to respond promptly to changes and maintain stable temperature conditions during the manufacture of artillery ammunition, as well as to prevent accidents.

Савчук К. В., курсант, Ящук О. О., курсант
Науковий керівник – Тимчук С. В., канд. техн. наук
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОБОТИ МАНЕВРЕНОГО ПІДРОЗДІЛУ РАДІОЕЛЕКТРОНОЇ РОЗВІДКИ

В умовах сучасної війни високої інтенсивності ефективність виконання завдань маневреними підрозділами радіоелектронної розвідки (РЕР) залежить від своєчасної обробки здобутих розвідувальних матеріалів та передачі отриманих відомостей для споживачів з її одночасним відображенням на геопросторових платформах. Одним із інструментів для відображення

розвідувальних даних є геоінформаційні системи (ГІС), що поєднують дані про джерела випромінювання та здобуті відомості про діяльність противника в єдиний інформаційний простір із відображенням в режимі реального масштабу часу.

На етапі **підготовки** маневреного підрозділу РЕР до убуття в район виконання завдань, у тому числі визначення електромагнітної доступності, можливо використовувати програмне забезпечення "SAS.Planet". Її головні переваги для підрозділів РЕР є:

- завантаження (кешування) супутникової карти високої роздільної здатності (дозволяє працювати в режимі офлайн) та топографічних карт (із відображенням висот);

- доступ до кількох картографічних сервісів одночасно ("Google Maps", "Bing Maps", "OpenStreetMap") для швидкої верифікації об'єктів у населених пунктах;

- точне визначення координат, вимірювання відстаней і побудова профілів місцевості в офлайн режимі;

Загалом, використання програмного забезпечення "SAS.Planet" дозволяє оператору ще до виїзду в район виконання завдань підготувати детальні карти та визначити зони ймовірної фіксації сигналів.

Під час виконання розвідувальних завдань для відображення здобутої інформації пріоритет надається системі "Delta", яка є ключовою системою про ситуаційну обізнаність на полі бою. Вона дає змогу маневреному підрозділу РЕР:

- наносити виявлені об'єкти на цифрову карту в реальному часі;

- своєчасно поширювати отриману інформацію серед суміжних підрозділів.

Завдяки хмарним технологіям і повній відповідності стандартам НАТО платформа "Delta" створює єдине інформаційне поле відображення обстановки. Наприклад, оператор маневреного підрозділу РЕР фіксує сигнал джерела випромінювання (радіостанція чи засіб РЕБ) і в режимі часу наближеного до реального відображає виявлений об'єкт розвідки в "Delta", до шару якого мають доступ розрахунки мінометних/артилерійських підрозділів або ударних БпЛА наших сил. Водночас, це дозволяє своєчасно скоординувати дії маневрених груп щодо пеленгування джерела радіовипромінювання і наносити вогневе ураження по виявленому противника.

Поєднання картографії "SAS.Planet" і платформи "Delta" значно підвищує мобільність, швидкість і ефективність маневрених підрозділів РЕР. Результат – максимально короткий цикл "виявлення сигналу → прийняття рішення → вогневе ураження цілі".

Альтернативи для платформи ситуаційної обізнаності та обміну даними:

- програмний комплекс “Кропива”
- “Віраж-планшет”
- QGIS (з плагінами для завантаження супутникових знімків) – потужне відкрите ГІС-рішення для глибокого радіочастотного аналізу та створення власних шарів що в поєднанні з ПЗ “Delta” може використовуватись як вагомий інструмент для своєчасної обробки та передачі даних.

Перспективним напрямком розвитку ГІС для підрозділів РЕР є впровадженням алгоритмів автоматизованого розрахунку зон електромагнітної доступності на основі цифрових моделей рельєфу, інтегрованих модулів аналізу проходження радіохвиль для виміру дальності.

Отже, застосування ГІС у маневрених підрозділах РЕР підвищує ефективність виконання завданнь за рахунок поєднання "SAS.Planet" та "Delta", що збільшує оперативність обробки та візуалізацію даних. Водночас використання альтернативних рішень «Кропива» чи QGIS, дозволяє розширити можливості аналізу взаємодії з підрозділами в умовах динамічної зміни обстановки. Інтеграція цих інструментів створює стійку екосистему для максимально швидкого переходу від виявлення сигналу до вогневого ураження цілі.

Швець П. М., курсант
Науковий керівник – Хлоп’ячий В. А.
Харківський національний університет Повітряних Сил
імені Івана Кожедуба

УДОСКОНАЛЕННЯ АЛГОРИТМУ АВТОМАТИЧНОГО ЗАПУСКУ ТУРБОРЕАКТИВНОГО ДВИГУНА Р-95Ш З УРАХУВАННЯМ ПАРАМЕТРІВ РОЗГОНУ РОТОРА ТА ТЕПЛОВОГО СТАНУ

У сучасних умовах ведення бойових дій ефективність застосування штурмової авіації значною мірою визначається рівнем бойової готовності літального апарата. Одним із ключових факторів забезпечення готовності є надійність та оперативність запуску силової установки, особливо в умовах обмеженого часу підготовки, низьких температур навколишнього середовища та нестабільних параметрів енергопостачання.

Аналіз експлуатації турбореактивних двигунів (ТРД) показує, що існуючі системи автоматичного запуску, зокрема система запуску двигуна Р-95Ш літака Су-25, реалізують керування пуском за жорстко заданою часовою циклограмою. Такий підхід не враховує фактичні параметри процесу розгону ротора та тепловий стан двигуна, що може призводити до зниження ймовірності успішного запуску, особливо при повторних пусках або в складних кліматичних умовах. Основним обмеженням є відсутність адаптації алгоритму до реальних динамічних характеристик пускового процесу.

Об’єктом дослідження є процес запуску турбореактивного двигуна Р-95Ш. Предметом дослідження є алгоритми керування автоматичним запуском двигуна. Метою роботи є підвищення надійності та ефективності запуску ТРД шляхом удосконалення алгоритму керування з урахуванням параметрів розгону ротора та теплового стану двигуна.

Система автоматичного запуску двигуна Р-95Ш забезпечує послідовне виконання етапів розкрутки ротора, подачі палива та запалювання паливно-повітряної суміші. Основними елементами системи є стартер-генератор СТГ-12ТМО, панель автоматичного запуску ПАЗ-8-1 та агрегат запалювання СКН-22-1. Розкрутка ротора високого тиску на початковому етапі здійснюється стартер-генератором, після чого відбувається подача палива та займання суміші в камері згоряння. Перехід між етапами реалізується за часовими інтервалами, що задаються програмним пристроєм.

Теоретичною основою аналізу пускового процесу є динаміка обертального руху ротора, яка може бути описана рівнянням балансу моментів:

$$M_{ст} - M_{оп} - M_{нагр} = J(d\omega/dt)$$

де $M_{ст}$ – момент, що розвивається стартером; $M_{оп}$ – момент опору компресора; $M_{нагр}$ – момент навантаження; J – приведений момент інерції ротора; ω — кутова швидкість.

З наведеного рівняння випливає, що ключовим параметром, який характеризує ефективність розгону, є похідна кутової швидкості $d\omega/dt$.

У штатному алгоритмі запуску контроль параметрів обмежується досягненням заданих значень частоти обертання ротора та часових інтервалів, без урахування швидкості зміни цих параметрів. Водночас саме динаміка розгону визначає ефективність переходу до етапу подачі палива та стабільність процесу займання.

У роботі запропоновано удосконалення алгоритму керування запуском шляхом введення додаткових критеріїв контролю:

- частоти обертання ротора n(t);
- швидкості її зміни dn/dt;
- температури газів за турбіною $T_г$.

Запропонований алгоритм передбачає:

1. Адаптивне визначення моменту подачі палива на основі досягнення не тільки порогового значення n, але й достатнього значення dn/dt, що забезпечує стійке займання.

2. Контроль температури газів за турбіною з метою запобігання перегріву при невдалому запуску або перезбагаченні суміші.

3. Оптимізацію моменту відключення стартер-генератора на основі аналізу прискорення ротора, що дозволяє уникнути надлишкового теплового навантаження на його обмотки.

Реалізація такого підходу дозволяє перейти від жорсткої часової циклограми до адаптивного алгоритму керування, який враховує фактичний стан двигуна та умови запуску. Це особливо важливо при експлуатації в умовах низьких температур або при обмежених можливостях джерел електроживлення.

Очікуваними результатами впровадження запропонованого алгоритму є:

- підвищення ймовірності успішного запуску двигуна;
- скорочення часу виходу на режим малого газу;
- зниження теплового навантаження на стартер-генератор;
- зменшення кількості повторних запусків;
- підвищення ресурсу елементів пускової системи.

Таким чином, удосконалення алгоритму автоматичного запуску двигуна Р-95Ш шляхом введення контролю динамічних та теплових параметрів дозволяє підвищити ефективність пускових процесів та забезпечити більш надійну роботу силової установки в умовах реальної експлуатації штурмової авіації.

Корчевський О. П., курсант
Науковий керівник – Стрельбіцький М. А., д-р. техн. наук, проф.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ LORAWAN ДЛЯ МОНІТОРИНГУ МІСЦЕЗНАХОДЖЕННЯ ПЕРСОНАЛУ В УМОВАХ ДІЇ ЗАСОБІВ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ

Сучасні бойові дії характеризуються високою інтенсивністю застосування засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ), що створює значні виклики для систем управління та моніторингу власних підрозділів. Традиційні засоби супутникової навігації та стільникового зв'язку є вразливими до завад та можуть бути легко виявлені засобами радіотехнічної розвідки противника. У цьому контексті впровадження енергоефективних мереж дальнього радіусу дії стає перспективним напрямом для забезпечення прихованого та стійкого відстеження особового складу.

Технологія LoRaWAN має низку переваг, що дозволяють використовувати її в умовах безпекових викликів сьогодення. По-перше, робота у широкому спектрі з використанням модуляції з розширенням спектра забезпечує високу завадостійкість, що критично важливо при спробах противника придушити сигнали зв'язку. По-друге, низька потужність випромінювання кінцевих пристроїв значно ускладнює їх виявлення та пеленгацію засобами РЕБ противника порівняно з іншими стандартами бездротового зв'язку.

Практична реалізація системи трекінгу на базі LoRaWAN дозволяє отримувати дані про координати військовослужбовців у режимі реального часу навіть за відсутності покриття мережі Інтернет або супутникового зв'язку, використовуючи розгорнуту мережу шлюзів. Це підвищує рівень безпеки персоналу та дозволяє ефективно координувати дії підрозділів при виконанні завдань з охорони державного кордону або в зонах бойових зіткнень.

Таким чином, інтеграція технології LoRaWAN у систему управління підрозділами дозволяє мінімізувати вплив засобів РЕБ противника на процеси збору інформації та забезпечує стійкість системи моніторингу в умовах сучасних загроз.

Шапірко К. В., курсант, Осадча Т. Д., курсант
Науковий керівник – Сікан Ю. В.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ БАЗОЮ ДАНИХ ДЛЯ ПОСТІВ ОБРОБЛЕННЯ ДОБУВНИХ ПІДРОЗДІЛІВ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ РОЗВІДКИ

У сучасних операційних умовах підрозділи радіоелектронної розвідки стикаються з критичним зростанням щільності сигнального середовища. Величезний масив вхідних параметрів (перехоплені випромінювання, пеленгаційні дані, ідентифікаційні ознаки) часто обробляється за застарілими алгоритмами, що створює низку системних проблем:

Низька оперативність: Через відсутність єдиного контуру автоматизація на рівні окремого поста, значна частина даних вводиться та верифікується вручну. Це збільшує «плече» доставки розвідінформації від моменту перехоплення до доповіді командуванню до кількох годин, що в умовах динамічного бою нівелює цінність даних.

Похибки ідентифікації: Відсутність доступу до оновлюваних бібліотек сигнатур у реальному часі призводить до помилкової класифікації джерел випромінювання (за статистикою навчань, рівень помилок сягає 30–40%).

Децентралізація та втрата даних: Мобільні та автономні пости часто працюють ізольовано. Без механізмів інтелектуальної синхронізації дані дублюються або втрачаються при переміщенні чи втраті зв’язку, що унеможливлює ведення цілісної історії радіоелектронної обстановки.

Для вирішення зазначених проблем пропонується впровадження спеціалізованої системи управління базами даних, побудованої на принципах edge-computing та модульної архітектури.

Технічні особливості рішення: Гібридна модель зберігання: Використання стеку PostgreSQL + PostGIS (для геопросторових даних) та TimescaleDB (для оптимізації часових рядів сигналів). Система передбачає локальне зберігання на посту з автоматичною фоновою синхронізацією при відновленні каналів зв’язку.

Автоматизація збору: Пряма інтеграція з апаратною частиною (комплекси типу «Кольчуга», Р-330 та сучасні SDR-рішення) для реєстрації сигналів без участі оператора.

Аналітичний блок: Впровадження алгоритмів машинного навчання для автоматичного порівняння перехоплених параметрів з еталонними сигнатурами.

Візуалізація: Динамічне відображення пеленгів та зон покриття через інтеграцію з ГІС-платформами (QGIS, Leaflet), що дозволяє будувати карту РЕО в реальному часі.

Система розробляється з урахуванням вимог до криптографічного захисту згідно з ДСТУ та підтримкою багаторівневого доступу залежно від грифу секретності інформації.

Перехід від ручної обробки до автоматизованої СУБД дозволяє досягти наступних показників:

1. Часова оптимізація: Цикл обробки сигналу (від детектування до формування звіту) скорочується до 1–5 хвилин.

2. Підвищення вірогідності: Завдяки використанню великих масивів історичних даних та автоматизованих бібліотек, точність розпізнавання об'єктів підвищується до 90–95%.

3. Оптимізація ресурсу: Зниження навантаження на особовий склад дозволяє скоротити кількість операторів обробки на 40%, переорієнтувавши їх на аналітичну роботу замість механічного введення даних.

4. Стійкість системи: Автономні режими роботи забезпечують збереження розвідувальної інформації навіть у критичних умовах (втрата живлення, відсутність зв'язку з центром).

Впровадження спеціалізованого ПЗ СУБД трансформує технічні можливості засобів РЕР у реальну інформаційну перевагу, забезпечуючи командування актуальними та достовірними даними для прийняття рішень у стислі терміни.

Шкурат С. О., курсант
Науковий керівник – Гузик Н. М., канд. фіз.-мат. наук, доц.
Національна академія сухопутних військ
імені гетьмана Петра Сагайдачного

МОДЕЛЮВАННЯ КОНФЛІКТНИХ СИТУАЦІЙ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ АПАРАТУ МАТРИЧНИХ ІГОР ТА СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

У сучасних умовах ведення бойових дій, що характеризуються високою динамічністю, невизначеністю та значним обсягом інформації, особливого значення набувають методи прийняття рішень. Одним із ефективних інструментів формалізації конфліктних ситуацій є теорія ігор, зокрема матричні ігри, які дозволяють моделювати протиборство сторін із протилежними інтересами. Такі моделі забезпечують можливість кількісного аналізу варіантів дій, оцінювання ризиків та вибору оптимальних стратегій.

Матричні ігри є зручним інструментом опису ситуацій, у яких рішення однієї сторони безпосередньо впливають на результати іншої. У військовій сфері це може стосуватися вибору маршрутів безпілотних літальних апаратів, варіантів розгортання підрозділів, способів ведення розвідки або протидії противнику. Платіжна матриця у такому випадку відображає виграші або втрати сторін залежно від обраних стратегій, що дозволяє формалізувати складні тактичні ситуації.

Важливу роль у розв’язуванні матричних ігор відіграють методи аналітичної геометрії, які забезпечують наочне та інтерпретоване представлення задачі. Зокрема, у випадку ігор, де одна зі сторін має лише дві активні стратегії, задача зводиться до побудови системи лінійних функцій, що відповідають стратегіям гравців. Геометрична інтерпретація дозволяє розглядати ці функції як прямі на площині, визначати їх перетини та знаходити оптимальні змішані стратегії через аналіз мінімаксних значень. Такий підхід сприяє глибшому розумінню сутності задачі та дозволяє візуалізувати процес прийняття рішень.

Особливої ефективності цей підхід набуває при використанні сучасних цифрових платформ візуалізації, зокрема Desmos. Даний інструмент дозволяє оперативно будувати графіки лінійних функцій, що відповідають стратегіям гравців, змінювати параметри моделей у реальному часі та спостерігати за

зміною положення точок перетину. Це дає змогу швидко знаходити оптимальні рішення матричних ігор, підвищує наочність та значно скорочує час аналізу. Використання Desmos є особливо доцільним у навчальному процесі та при первинному опрацюванні бойових сценаріїв, коли важливо не лише отримати результат, а й зрозуміти логіку його формування.

Застосування аналітичної геометрії у поєднанні з цифровою візуалізацією дозволяє визначати область допустимих рішень, аналізувати поведінку функцій виграшу та оцінювати стійкість оптимального рішення до зміни умов. У військово-прикладних задачах це може відповідати оцінці різних варіантів дій противника та вибору найбільш ефективної стратегії реагування. Інтерактивність платформи забезпечує можливість швидкого коригування вхідних даних відповідно до змін обстановки.

Разом із тим, у реальних умовах сучасної війни обсяг даних та кількість можливих стратегій значно зростають, що ускладнює використання виключно аналітичних методів. У таких випадках ключову роль відіграють інші цифрові платформи, зокрема табличні інструменти, які дозволяють автоматизувати обчислення та реалізовувати ітераційні методи розв’язування матричних ігор. Зокрема, метод Брауна–Робінсона може бути ефективно реалізований у середовищі Excel, що дає змогу виконувати велику кількість ітерацій та отримувати наближені значення оптимальних стратегій.

У контексті інформаційних технологій на полі бою поєднання аналітичних методів, засобів візуалізації та обчислювальних платформ створює комплексний інструмент підтримки прийняття рішень. Наприклад, під час планування застосування безпілотних систем можна змоделювати взаємодію з противником як матричну гру, враховуючи різні варіанти дій обох сторін. Використання Desmos дозволяє швидко оцінити структуру задачі та виявити оптимальні області рішень, тоді як табличні інструменти забезпечують точні чисельні результати.

Досвід російсько-української війни свідчить про зростання ролі інформаційних технологій та математичних методів у забезпеченні ефективності бойових дій. Використання матричних ігор дозволяє формалізувати невизначеність і протидію противника, а застосування аналітичної геометрії разом із цифровими платформами забезпечує як наочність, так і оперативність аналізу. Такий підхід дозволяє поєднати теоретичні основи з інтерактивними інструментами візуалізації та обчислення, що сприяє підвищенню обґрунтованості, швидкості та ефективності прийняття рішень в умовах невизначеності та динамічної бойової обстановки.

Гамузинський В. О., курсант
Науковий керівник – Литвиненко Н. І., канд. техн. наук, ст. наук. співроб.
Військовий інститут Київського національного університету
імені Тараса Шевченка

ПІДХОДИ ДО ОНОВЛЕННЯ ТОПОГРАФІЧНІХ КАРТ НА ОСНОВІ КОМБІНОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

Під час сучасних бойових дій успішне виконання завдань вимагає наявності у військ точної геопросторової інформації та її постійного оновлення. Традиційні методи збору картографічних даних, засновані на польових вимірюваннях чи класичному аерофотозніманні, часто є занадто повільними або неможливими в умовах активних боїв чи щільної протиповітряної оборони. Оновлення топографічних карт є важливою складовою сучасної геопросторової підтримки, оскільки актуальна картографічна інформація потрібна для управління підрозділами, логістики та планування операцій, оскільки жодне окреме джерело не може повністю задовольнити потреби військ щодо масштабності, детальності та оперативності, виникає потреба у застосуванні комбінованих джерел отримання даних. Такий підхід інтегрує можливості супутникових систем дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), безпілотних літальних апаратів (БПЛА) та глобальних навігаційних супутникових систем (ГНСС), що дозволяє значно підвищити ситуаційну обізнаність командирів.

Супутникові системи відіграють ключову роль у створенні та глобальному оновленні сучасних топографічних карт. Сучасні космічні апарати забезпечують регулярне отримання багатоспектральних зображень, що дає можливість аналізувати стан об’єктів на великих територіях. Зображення з високою роздільною здатністю дозволяють ідентифікувати будівлі, дорожню інфраструктуру, промислові об’єкти, а також фіксувати зміни ландшафту під впливом бойових дій. Це особливо важливо у ситуаціях, коли доступ до території обмежений або небезпечний. Під час воєнних дій через руйнування інфраструктури та обмеження пересування отримання даних традиційними методами ускладнене, тому супутникові знімки дозволяють оперативно визначати масштаби руйнувань та стан транспортних мереж.

Важливою складовою процесу оновлення просторових баз даних на основі супутникових знімків стало використання комп’ютерного аналізу

зображень. Технології штучного інтелекту дозволяють автоматично виявляти нові об’єкти або зміни на супутникових знімках, що значно скорочує час обробки інформації. Нейронні мережі здатні розпізнавати типи будівель, дорожні структури та технічні споруди, що є необхідними для коректного відображення оперативної обстановки на топографічній карті.

Водночас для максимальної деталізації тактичної обстановки на локальних ділянках основним інструментом є БПЛА. Вони дозволяють безпечно та оперативно збирати дані для створення великомасштабних ортофотопланів, спеціальних карт і 3D-моделей місцевості. Основою для створення таких матеріалів є масив аерофотознімків, отриманих з БПЛА літакового або мультироторного типу. Для якісної фотограмметричної обробки зйомка має відповідати суворим вимогам. Критично важливим є перекриття сусідніх кадрів на рівні 70–80 відсотків, що є обов'язковою умовою для їх автоматизованого зшивання. Також на результат суттєво впливає освітлення: найкраще підходить розсіяне світло, адже різкі тіні ускладнюють розпізнавання контурів. Для точного відтворення об'ємного рельєфу зазвичай комбінують зйомку вертикально вниз та під нахилом.

Отримані БПЛА та супутниками матеріали проходять етап комплексної просторової за допомогою спеціалізованих програмних комплексів. Процес обробки аерофотознімків починається з вирівнювання: алгоритми знаходять спільні точки на кадрах і визначають просторове положення камери. Далі генерується щільна хмара точок, що стає каркасом цифрової моделі поверхні. Суттєве значення під час інтеграції комбінованих джерел мають навігаційні супутникові системи. Поєднання супутникових координат з оновленими знімками створює можливість формувати достовірні картографічні моделі. Обов'язковим етапом є просторова прив'язка створеної моделі чи ортофотоплану до системи координат WGS-84 за допомогою контрольних точок. Це забезпечує високу метричну точність кінцевого продукту для карт різних масштабів та його взаємосумісність.

Готові просторові дані широко застосовуються у військах. Ортофотоплани є базою для точної прив'язки бойових порядків та визначення координат виявлених цілей для їх ураження. Детальна інформація про рельєф, гідрографію і рослинність дозволяє командирам аналізувати прохідність місцевості та планувати маршрути пересування. Високоточні 3D-моделі допомагають оцінювати умови маскування, будувати профілі видимості,

визначати невидимі для противника зони та планувати приховане пересування. Інтеграція цих даних у системи управління боєм формує для особового складу єдину достовірну картину поля бою.

Таким чином, підходи до оновлення топографічних карт на основі комбінованих джерел є передовим та вкрай необхідним інструментом сучасної геопросторової підтримки Збройних Сил України. Цей комплексний підхід гарантує безпрецедентну оперативність, рівень деталізації та безпеку отримання інформації безпосередньо в зоні бойових дій. Своєчасний збір даних з космосу та повітря, їх правильна обробка та генерація точних матеріалів у єдиній системі координат є критичною передумовою для об'єктивного оцінювання обстановки й успішного виконання бойових завдань.

Чуб О. В., курсант
Науковий керівник – Гармаш Н. В.
Харківський національний університет Повітряних Сил
імені Івана Кожедуба

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ «ІНФРАСТРУКТУРА ЯК КОД» IAC ДЛЯ ШВИДКОГО ВІДНОВЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ПІСЛЯ КІБЕРІНЦИДЕНТІВ

Сучасний розвиток інформаційних технологій у військовій сфері супроводжується зростанням кількості та складності кіберзагроз. Особливу небезпеку становлять деструктивні атаки (wiper-атаки, ransomware), спрямовані на знищення даних, виведення з ладу систем управління та порушення безперервності виконання бойових завдань. У таких умовах здатність оперативно відновити працездатність інформаційних систем набуває стратегічного значення, оскільки час простою безпосередньо впливає на ефективність управління військами та виконання операцій. Метою даної роботи є обґрунтування доцільності застосування технологій «інфраструктура як код» (Infrastructure as Code, IaC) для підвищення стійкості інформаційних систем військового призначення до кіберінцидентів та скорочення часу їх відновлення.

Традиційні методи відновлення інформаційних систем, що ґрунтуються на резервному копіюванні даних та ручному налаштуванні обладнання, мають суттєві обмеження. По-перше, процес відновлення триває годинами або навіть

добами, що в умовах динамічного бойового зіткнення є неприпустимим. По-друге, резервні копії можуть містити приховані уразливості або бути скомпрометованими ще до моменту атаки, що призводить до повторного зараження під час відновлення. По-третє, ручне налаштування систем підвищує ризик помилок, які можуть порушити вимоги інформаційної безпеки. Використання технологій IaC дозволяє подолати зазначені обмеження за рахунок автоматизації процесів розгортання та відновлення інфраструктури на основі програмного коду, що зберігається в системах контролю версій.

Застосування підходу «інфраструктура як код» у контексті забезпечення кіберстійкості військових інформаційних систем дає можливість реалізувати низку важливих переваг. По-перше, досягається значне скорочення середнього часу відновлення (Mean Time to Recovery, MTTR) – з багатогодинних показників до 15–30 хвилин завдяки паралельному автоматизованому розгортанню обчислювальних ресурсів, мережевих налаштувань та засобів захисту. По-друге, забезпечується відтворюваність конфігурацій – відновлена система є ідентичною еталонному безпечному стану, що унеможливлює збереження «сплячих» загроз. По-третє, політики безпеки (конфігурації міжмережевих екранів, систем виявлення вторгнень, розмежування доступу) інтегруються безпосередньо в код розгортання, що виключає їх випадкове або навмисне порушення під час відновлювальних робіт.

Особливу увагу доцільно приділити захисту самого середовища управління IaC. Оскільки код інфраструктури зберігається у репозиторіях (наприклад, Git) та виконується через автоматизовані пайплайни (CI/CD), компрометація цих компонентів може надати зловмиснику контроль над процесами відновлення. Тому необхідним є впровадження принципів нульової довіри (Zero Trust) для пайплайнів розгортання: багатофакторна автентифікація адміністраторів, використання динамічних (одноразових) облікових даних для доступу до інфраструктури, обов’язкове код-рев’ю змін та автоматизоване сканування конфігурацій на відповідність вимогам безпеки до моменту розгортання.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на розробку типових архітектурних рішень із використанням IaC для автоматизованого розгортання захищених автоматизованих систем управління військами, а також на створення методик оцінки ефективності такого підходу в умовах імітації кібератак.

Чуб О. В., курсант
Науковий керівник – Гармаш Н. В.
Харківський національний університет Повітряних Сил
імені Івана Кожедуба

ВІРТУАЛІЗАЦІЯ РОБОЧИХ МІСЦЬ (VDI) ЯК СТРАТЕГІЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕРЕРВНОСТІ УПРАВЛІННЯ В УМОВАХ МАСОВАНИХ КІБЕРАТАК ТА ФІЗИЧНОГО ЗНИЩЕННЯ ІНФРАСТРУКТУРИ

Сучасні гібридні військові конфлікти характеризуються одночасним застосуванням засобів вогневого ураження об’єктів критичної інфраструктури та масованих кібератак, зокрема з використанням програм-вимагачів (ransomware) та вірусів, що знищують дані (wiper). У цих умовах традиційна модель організації робочих місць (локальні персональні комп’ютери, фізичні сервери в зоні бойових дій) демонструє критичну вразливість, оскільки вихід з ладу кінцевих пристроїв або втрата доступу до офісних приміщень призводять до тривалого простою систем управління. Метою роботи є обґрунтування застосування інфраструктури віртуальних робочих столів (VDI) як стратегічного інструменту забезпечення безперервності управління військовими структурами та органами державної влади в умовах комплексного впливу загроз.

Віртуалізація робочих місць (VDI) передбачає централізоване розміщення обчислювальних ресурсів та даних користувачів у захищеному дата-центрі (або географічно розподіленому кластері), тоді як кінцевий пристрій (тонкий клієнт, ноутбук, планшет) виконує лише функцію відображення зображення та передачі введення. Такий підхід дозволяє реалізувати принцип «нульової довіри» (Zero Trust) та забезпечує низку ключових переваг у кризових умовах. По-перше, забезпечується ізоляція даних: фізичне знищення або захоплення кінцевого пристрою не призводить до витоку службової інформації чи втрати доступу до робочого середовища. По-друге, досягається стійкість до кібератак: у разі компрометації кінцевої точки (наприклад, зараження вірусом-вимагачем) достатньо завершити сеанс та запустити «чистий» образ віртуального робочого столу з попереднього бекапу, що скорочує час відновлення (Recovery Time Objective) з днів до хвилин.

Особливого значення технологія VDI набуває в умовах фізичного знищення інфраструктури. Використання сучасних протоколів (Blast Extreme, PCoverIP) дозволяє персоналу працювати з ресурсомісткими додатками (зокрема, системами управління військами, геоінформаційними системами) навіть через канали зв'язку з низькою пропускною здатністю або супутниковий інтернет, що є критичним при пошкодженні наземних мереж. Крім того, розгортання резервних потужностей VDI у хмарних середовищах або мобільних дата-центрах забезпечує безперервність роботи органів управління навіть у разі повної втрати основного майданчика розміщення.

Для оцінки ефективності застосування VDI у системі забезпечення безперервності управління доцільно використовувати методи ймовірнісного моделювання, зокрема мережі Байєса. Цей інструмент дозволяє кількісно оцінити ймовірність збереження працездатності системи управління за різних сценаріїв кібератак та фізичних уражень, а також визначити критичні елементи інфраструктури, що потребують пріоритетного захисту.

Таким чином, впровадження інфраструктури віртуальних робочих місць є не просто технічним рішенням для оптимізації витрат, а стратегічно необхідним елементом забезпечення резильєнтності (стійкості) систем управління в умовах гібридної війни. Перехід від моделі «захисту периметра» до моделі «чистого пристрою» на базі VDI дозволяє гарантувати безперервність управлінських процесів незалежно від стану фізичної інфраструктури та рівня кіберзагроз, що підтверджує необхідність подальшого впровадження цих технологій у діяльність військових формувань та органів державної влади.

Мурга М. Є., курсант, Клименко Т. О., курсант
Науковий керівник – Романчев А. М.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

РОЛЬ ЦИФРОВИХ СИСТЕМ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ПРОЦЕСІВ УПРАВЛІННЯ ВІЙСЬКАМИ

Сучасні бойові дії все більше залежать від використання інформаційних технологій. Вони дозволяють швидко передавати дані, доводити накази та забезпечувати взаємодію між підрозділами під час виконання завдань. Через

високу інтенсивність бойових дій командири часто потребують максимально актуальної інформації: де знаходяться свої сили і противник, у якому вони стані, наскільки забезпечені, а також які особливості має місцевість. У таких умовах важливу роль починають відігравати автоматизовані системи, що збирають, обробляють і відображають розвідувальні дані. Їх впровадження в систему управління військами допомагає покращити керування підрозділами та загальну ефективність дій.

Разом з тим, однією з проблем залишається недостатня обізнаність командира про реальну обстановку. Це пов’язано з різними причинами: інформація може надходити із затримкою, можливості спостереження обмежені, а самі розвідувальні дані часто є неповними або розрізненими. У результаті прийняття рішень ускладнюється, а підрозділи не завжди встигають швидко реагувати на зміни ситуації.

Саме тому сьогодні активно впроваджуються нові інформаційні рішення, які допомагають підвищити рівень ситуаційної обізнаності. Особливе місце займають цифрові системи управління боєм. Вони дають можливість отримувати дані з різних джерел і об’єднувати їх у єдину картину. Частина таких систем уже використовується на практиці, інші ще розробляються. Одним із прикладів є система DELTA, яка об’єднує інформацію з розвідки, безпілотних апаратів, засобів спостереження та інших джерел. Подібні системи застосовуються під час планування і координації дій підрозділів.

У подальшому розвиток таких технологій пов’язаний із використанням автоматичного аналізу даних та штучного інтелекту. Це дає змогу обробляти великі обсяги інформації та швидше оцінювати обстановку. У результаті підвищується узгодженість дій підрозділів і скорочується час на прийняття рішень.

Отже, використання сучасних цифрових систем у процесі управління військами дозволяє краще орієнтуватися в бойовій обстановці, швидше реагувати на зміни та ефективніше координувати дії підрозділів.

Федчук Л. В., слухач, Семенюк В. В., слухач
Науковий керівник – Шпак С. В.
Національна академія сухопутних військ
імені гетьмана Петра Сагайдачного

АКТУАЛЬНІСТЬ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ДІАГНОСТИЦІ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ, БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ

Досвід російсько-української війни довів, що динаміка сучасного бою вимагає радикального прискорення процесів технічного обслуговування та ремонту озброєння та військової техніки. В умовах високої інтенсивності бойових дій традиційні методи діагностики стають недостатньо ефективними. Ключовим рішенням цієї проблеми є впровадження інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень, прикладом яких є розробка NeoLens.

Актуальність використання штучного інтелекту у сфері технічного обслуговування та ремонту обумовлена необхідністю швидкого відновлення техніки безпосередньо в польових умовах силами екіпажів, які не завжди мають глибоку профільну підготовку. Система NeoLens, функціонуючи як ШІ-асистент, дозволяє ідентифікувати поломки за кодами помилок або візуальними ознаками, надаючи покрокові інтерактивні інструкції. Це критично важливо для експлуатації іноземних зразків бронетехніки, таких як HMMWV, MaxPro або M113, де логістичне плече до стаціонарних ремонтних баз є занадто довгим.

Особливого значення ШІ-діагностика набуває у сегменті безпілотних систем: розвідувальних та ударних БпЛА, а також наземних роботизованих комплексів. Оскільки кількість та складність таких систем на полі бою постійно зростає, виникають наступні переваги впровадження інформаційних технологій:

Автономність обслуговування. Можливість роботи ШІ-асистента в офлайн-режимі дозволяє проводити технічне обслуговування та ремонт наземних роботизованих комплексів в умовах відсутності зв’язку або дії засобів радіоелектронної боротьби.

Предиктивне обслуговування. Аналіз даних про напрацювання вузлів безпілотних платформ дозволяє штучному інтелекту прогнозувати вихід з ладу двигунів чи інших систем до моменту їхньої критичної відмови.

Уніфікація бази знань. Інтелектуальна система акумулює досвід експлуатації тисяч одиниць дронів різних модифікацій, створюючи єдиний стандарт діагностики для мобільних ремонтних груп.

Оскільки з часом ситуація на фронті ускладнюється та противник знаходить нові способи запускати свої БПЛА на більшу відстань у глибину ліній оборони ЗСУ, зростає також актуальність використання таких систем діагностики і для інженерної техніки, яка використовується для механізації робіт із підготовки позицій наших військ. ШІ-асистент дозволить ефективно проводити діагностику ушкоджень від ураження ударними літальними апаратами противника та якнайшвидше відновити техніку для продовження виконання завдань за призначенням.

Таким чином, інтеграція систем типу NeoLens у процеси технічного забезпечення Збройних Сил України дозволяє трансформувати ремонтну логістику. Це забезпечує перехід до інтелектуального супроводу техніки, що безпосередньо впливає на підвищення коефіцієнта технічної готовності підрозділів та збереження життів особового складу через мінімізацію часу перебування техніки в недієздатному стані на лінії зіткнення та в глибині оборони.

Гнатюк В. О., слухач
Науковий керівник – Котенко В. М ., канд. техн. наук, доц.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

АНАЛІЗ ЧАСТОТНО-ЧАСОВОЇ СТРУКТУРИ РАДІОСИГНАЛІВ ПЕРСПЕКТИВНИХ ЗАВАДОЗАХИЩЕНИХ ТА СКРИТИХ СИСТЕМ ЗВ'ЯЗКУ

У сучасних умовах розвиток систем радіозв'язку відбувається дуже швидко, і разом із цим зростають вимоги до їх надійності. На практиці особливо важливо забезпечити завадозахищеність і скритність сигналів, тобто здатність стабільно працювати навіть за наявності перешкод і залишатися малопомітними для сторонніх засобів спостереження.

Одним із ключових аспектів дослідження є аналіз частотно-часової структури радіосигналів. Вона дозволяє зрозуміти, як сигнал поводиться у часі та як розподіляється його енергія в частотній області. Завдяки цьому можна оцінити ефективність сигналу та його стійкість до різних типів завад.

У системах зв'язку часто використовуються сигнали зі складною структурою. Зокрема, це сигнали з розширеним спектром, які займають широку смугу частот і мають відносно низьку спектральну щільність потужності. Це

ускладнює їх виявлення та робить більш стійкими до навмисних перешкод. Також застосовується перебудова робочої частоти, коли сигнал змінює свою частоту за певним законом, що дозволяє уникати впливу вузькосмугових завад.

На практиці використовуються багаточастотні сигнали, які забезпечують передачу інформації одночасно на кількох частотах. Наприклад, подібні підходи застосовуються в сучасних цифрових системах зв'язку. Це підвищує надійність передачі даних, хоча й ускладнює структуру самого сигналу та його аналіз.

Для дослідження таких радіосигналів застосовують різні методи. Найбільш відомим є перетворення Фур'є, яке дозволяє визначити спектральний склад сигналу. Водночас, якщо параметри сигналу змінюються з часом, доцільно використовувати короткочасне перетворення Фур'є або вейвлет-перетворення. Вони дають змогу більш точно простежити зміну спектра сигналу в часі.

У сучасних системах також широко впроваджуються адаптивні підходи. Це означає, що параметри сигналу можуть змінюватися залежно від умов роботи, наприклад рівня завад або характеристик каналу зв'язку. Такий підхід дозволяє підвищити ефективність використання ресурсів і забезпечити стабільний зв'язок.

Окремо варто відзначити питання скритності сигналів. Для цього часто використовують шумоподібні сигнали, які важко відрізнити від природного шуму. Аналіз їх частотно-часових характеристик дозволяє оцінити, наскільки ефективно реалізовано приховування сигналу.

Певною перевагою перед іншими видами складних сигналів має квазі шумовий багаточастотний сигнал утворений шляхом фазової модуляції гармонічного коливання високої частоти гармонійним сигналом проміжної частоти. Дослідженню частотно-часових характеристик сформованого вказаним методом сигналу, в науково технічній літературі приділялося мало уваги. Не досліджувалася залежність частотно-часових характеристик в залежності від параметрів модуляції. Тому виникає задача розробки математичного апарату дослідження комплексної обвідної спектру багаточастотного сигналу та розробки практичних рекомендацій по його реалізації в системах зв'язку.

Таким чином аналіз частотно-часової структури радіосигналів є важливим елементом при створенні сучасних систем зв'язку. Його використання дозволяє підвищити завадозахищеність, надійність і скритність передачі інформації. У подальшому розвиток цього напряму буде пов'язаний із впровадженням нових методів обробки сигналів, у тому числі із застосуванням адаптивних алгоритмів.

Снопко В. О., курсант
Науковий керівник – Скиба І. П.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ АНАЛІЗУ РОЗВІДДАНИХ

У сучасному світі воєнні конфлікти є динамічними та супроводжуються значними обсягами інформації, що потребують оперативної і точної обробки. Традиційний аналіз розвідувальних даних часто є недостатньо ефективним через вплив людського фактору, обмеженість ресурсів і часові обмеження. За таких умов особливого значення набуває впровадження технологій штучного інтелекту.

За допомогою штучного інтелекту можна швидко автоматизувати обробку великих масивів даних, підвищити точність розпізнавання об’єктів і формувати прогнози розвитку подій. Такі технології інтегруються у процеси збору та аналізу інформації з різних джерел, зокрема супутникових знімків, безпілотних літальних апаратів, радіоперехоплень, відкритих джерел і кіберпростору.

До основних напрямів використання належать: обробка зображень і відео за допомогою систем обробки та аналізу зображень, які забезпечують розпізнавання військової техніки та пересування сил противника в режимі реального часу, аналіз текстових даних на основі методів автоматичного аналізу тексту для виявлення загроз та інформаційних операцій, об’єднання різнорідних даних для формування цілісної картини бойової обстановки.

Застосування алгоритмів машинного навчання відкриває можливості для виконання складних аналітичних завдань, зокрема ідентифікації стратегічно важливих об’єктів, виявлення нетипових відхилень у поведінці противника та оцінювання можливих сценаріїв розвитку ситуації.

Одним із напрямків є використання генеративного штучного інтелекту, який здатний аналізувати великі обсяги розвідувальної інформації та пропонувати можливі варіанти дій. Це значно скорочує час на планування операцій і підвищує темпи ведення бойових дій. Однак результати роботи таких систем потребують обов’язкової перевірки людиною через ризик помилок і складність оцінки достовірності.

Попри наявні переваги, застосування штучного інтелекту у військовій сфері не є повністю безпечним. Існує вразливість до різноманітних кібератак. Крім того, існує ризик отримання хибних результатів, що може мати критичні наслідки в умовах бойових дій.

Тому варто розглянути можливість організації локального штучного інтелекту, який працює автономно, без постійного підключення до зовнішніх мереж. За допомогою цього можна знизити ризики несанкціонованого доступу, перехоплення або підміни даних, оскільки обробка інформації відбувається без передачі її через публічні канали зв'язку. Також локальні системи забезпечують вищий рівень контролю над даними.

В умовах сучасного бою використання штучного інтелекту є важливим фактором підвищення ефективності розвідувальної діяльності. Його застосування забезпечує швидку обробку інформації та підвищує точність аналізу. Водночас необхідними залишаються контроль з боку людини, забезпечення високої якості даних і відповідальне використання технологій, так як навіть не значні помилки можуть призвести до не правильних висновків.

Таким чином, особовий склад має розуміти, як застосовуються такі системи. Вони повинні вміти критично оцінювати результати, отримані за допомогою ШІ та своєчасно виявляти можливі порушення у системі. Раціональне поєднання можливостей штучного інтелекту та людського досвіду здатне суттєво підвищити ефективність аналізу інформації та як результат дій на полі бою.

Ткаченко Д. М., курсант
Науковий керівник – Литвиненко Н. І., канд. техн. наук, ст. наук. співроб.
Військовий інститут Київського національного університету
імені Тараса Шевченка

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ГЛИБИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ АНАЛІЗУ ДАНИХ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ

Сучасний стан дистанційного зондування Землі характеризується переходом від традиційних методів аналізу, що спиралися на чітко визначені математичні алгоритми та ручну інтерпретацію, до інтелектуальних систем обробки даних, що

базуються на фундаментних моделях та методах самокерованого навчання. Ця трансформація зумовлена необхідністю обробки великих обсягів інформації, що надходять від сучасних супутникових угруповань.

Штучний інтелект розвивається у всіх сферах, зокрема і в геоінформаційних системах. Основною технологічною галуззю, що забезпечує цей прогрес обробки супутникових зображень, є глибинне навчання, яке є спеціалізованою підмножиною машинного навчання в межах загальної концепції штучного інтелекту. На відміну від класичного машинного навчання, де параметри розпізнавання об’єктів мають описуватися фахівцями вручну, моделі глибинного навчання на основі багатошарових нейронних мереж здатні самостійно виокремлювати ієрархію ознак безпосередньо з пікселів зображення.

Існує кілька основних завдань комп’ютерного зору кожна з яких має своє призначення. Зокрема, класифікація зображень, виявлення об'єктів, варіації сегментації, перетворення зображень, наприклад, збільшення роздільної здатності або прибирання шуму на зображенні, а також виявлення змін. Ефективність цих процесів залежить від обраної архітектури нейронної мережі, яка фактично є математично обґрунтованою структурою взаємозв’язків між нейронами та порядком проходження сигналу крізь обчислювальні шари. Архітектури створюються під конкретні запити: одні оптимізовані для швидкості опрацювання потоку інформації, інші - для досягнення максимальної просторової точності при виділенні дрібних деталей.

Згорткові нейронні мережі використовують операцію згортки для автоматичного формування просторових ієрархій ознак. У задачах ДЗЗ вони застосовуються переважно для класифікації, де необхідно ідентифікувати домінуючий тип земного покриву на фрагменті знімка. Популярні моделі, такі як ResNet або EfficientNet, демонструють високу стійкість до варіативності спектральних характеристик об'єктів. Для завдань, що потребують попіксельної класифікації, пріоритетними є архітектури типу U-Net та її модифікації, наприклад, DeepLabV3+. Дані моделі дозволяють зберігати просторову роздільну здатність знімка за рахунок використання прямих зв’язків, що критично важливо для точного картографування гідрографічних об'єктів, лісових масивів та меж сільськогосподарських угідь.

Об’єктне розпізнавання за допомогою алгоритмів YOLO та Faster R-CNN спрямована на локалізацію дискретних об'єктів з побудовою обмежувальних рамок. Алгоритми сімейства YOLO реалізують підхід регресії для одночасного

прогнозування координат об'єктів та їхніх класів, що забезпечує високу швидкість обробки. Для аналізу змін використовуються сіамські нейронні мережі, що дозволяють проводити порівняльний аналіз мультичасових знімків. Дана архітектура аналізує кореляцію між двома станами однієї території, що є базовим інструментом для оцінки масштабів урбанізації або наслідків стихійних лих.

Сама обробка відбувається у кілька етапів, починаючи від попередньої корекції атмосферних викривлень, геометричної прив’язки знімка до координат, навчання власної моделі або ж завантаження існуючої, і закінчуючи безпосередньою класифікацією або виявленням, під час якого навчена модель генерує аналітичний результат. Підсумкові дані перетворюються у зручні для користувача векторні дані.

Таким чином, впроваджуючи методи глибинного навчання , аналіз даних дистанційного зондування стає автоматизованим процесом обробки значних інформаційних потоків. Застосування спеціалізованих нейромережевих структур забезпечує точне розпізнавання об’єктів та моніторинг змін земної поверхні. Кінцеві векторні дані можуть слугувати важливим інструментом для виконання завдань та прийняття рішень в різних секторах, зокрема у військовій сфері.

Михальчук Д. С., курсант
Навчальний керівник – Єгоров В. О., Ph.D.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ІНФОРМАЦІЙНІ МОЖЛИВОСТІ КОМПЛЕКСУ РАДІОМОНІТОРИНГУ ТА АНАЛІЗУ СИГНАЛІВ «ХОРТИЦЯ-М» У СУЧАСНИХ УМОВАХ БОЙОВИХ ДІЙ

У сучасних умовах ведення бойових дій важливу роль відіграє своєчасне отримання радіотехнічної інформації про роботу засобів зв’язку противника. Одним із ефективних інструментів для вирішення таких завдань є комплекс радіомоніторингу «Хортиця-М», призначений для контролю радіоефіру та аналізу параметрів сигналів.

Комплекс забезпечує автоматичне сканування радіочастотного спектра, виявлення активних сигналів та визначення їх характеристик: частоти, виду модуляції та тривалості передачі.

Програмно-апаратні засоби комплексу використовують цифрові методи обробки сигналів, зокрема спектральний аналіз і фільтрацію, що дозволяє ефективно визначати джерела випромінювання.

До складу комплексу входять антенно-фідерні пристрої, приймальні модулі широкого діапазону частот та програмне забезпечення для відображення результатів моніторингу.

Отже, застосування комплексу «Хортиця-М» підвищує ефективність радіотехнічної розвідки та забезпечує підрозділи актуальною інформацією про радіообстановку.

ПАНЕЛЬ 2
Роль безпілотних технологій у сучасній війні

Мусіяк О. О., курсант
Науковий керівник – Сороківська – Обіход А. І., Ph.D.
Національна академія сухопутних військ
імені гетьмана Петра Сагайдачного

РОЛЬ УКРАЇНСЬКИХ БЕЗПІЛОТНИКІВ У ВІЙНІ В СИРІЇ

Громадянська війна в Сирії – це збройний конфлікт, що розпочався з сирійської революції в березні 2011 року, коли народне невдоволення режимом Башара Асада спровокувало масштабні протести та продемократичні мітинги по всій Сирії в рамках ширшої Арабської весни. Режим Б. Асада відповів на протести силою, що призвело до появи збройних опозиційних груп та повстання цивільного населення, яке переросло у затяжну громадянську війну, що тривала майже 14 років і завершилася падінням режиму Б. Асада в грудні 2024 року, хоча післявоєнні зіткнення та суперечки тривали до 2026 року.

Вирішальну роль у війні в Сирії відіграли безпілотні літальні апарати (БПЛА), трансформувавши її у війну дронів. БПЛА застосовувалися для розвідки, наведення артилерії та нанесення ударів, підвищивши точність вогню. Сирія стала полігоном, де БПЛА підтвердили свою спроможність кардинально змінювати оперативний темп і результати сучасних воєнних конфліктів.

Зокрема, сирійські повстанці отримали допомогу від України. Київ постачав безпілотники для наступу, який повалив режим Б. Асада. Сирійські повстанці, які прийшли до влади в Дамаску в кінці 2024 року, отримували безпілотники та іншу підтримку від українських розвідників, які прагнули підірвати авторитет російської федерації та її сирійських союзників. За наявною інформацією українська розвідка направила близько 20 досвідчених операторів БПЛА та близько 150 безпілотників до штабу повстанців в провінції Ідліб для надання допомоги організації “Хаят Тахрір аш-Шам”, провідному повстанському угрупованню, що базувалося у північно-західному регіоні Сирії.

На думку західних експертів, допомога з Києва відіграла лише скромну роль у поваленні президента Сирії Башара Асада, але стала помітною частиною ширших українських зусиль щодо таємного удару по російських операціях на

Близькому Сході, в Африці та всередині самої росії. Прихована програма допомоги України Сирії була таємницею Полішинеля, хоча високопосадовці адміністрації президента США неодноразово заявляли у відповідь, що вони про неї знають. Мотивація України є очевидною: зіткнувшись з російським натиском усередині своєї країни, українська розвідка шукала інші фронти, де вона могла б завдати росії репутаційних втрат та підірвати авторитет серед її союзників.

У статті від 3 червня 2024 року газета "Kyiv Post" цитувала джерело в українській військовій розвідці, яке повідомило, що з початку року сирійські повстанці, підтримувані українськими оперативниками, завдали численних ударів по російських військових об'єктах у регіоні. Також у публікації містилося посилання на відеозаписи, на яких було видно атаки на бункер, білий фургон та інші цілі, які, за їхніми словами, були атаковані підтримуваними Україною повстанцями в Сирії. Газета зазначила, що операцію в Сирії проводив спеціальний підрозділ під назвою "Хімік" Головного управління розвідки України (ГУР) у співпраці із сирійською опозицією.

У свою чергу, російські посадовці вже декілька місяців скаржилися на дії українських воєнізованих формувань у Сирії. Також, Олександр Лаврентьєв, спеціальний представник росії з питань Сирії, заявив у листопаді 2024 року в інтерв'ю ТАСС: "у нас справді є інформація про те, що українські фахівці з Головного управління розвідки України перебувають на території Ідлібу". Міністр закордонних справ російської федерації Сергій Лавров у вересні 2024 року зробив аналогічну заяву щодо "емісарів української розвідки" в Ідлібі. Він стверджував, що вони проводили "брудні операції", згідно з повідомленнями проурядової сирійської газети "Аль-Ватан", яка стверджувала, що керівник ГУР генерал-лейтенант Кирило Буданов особисто зв'язувався з представниками "Хаят Тахрір аш-Шам".

Перед початком наступу "Хаят Тахрір аш-Шам", який повалив режим Б. Асада, російські посадовці стверджували, що зв'язок України з повстанським угрупованням був спробою завербувати сирійських бійців для війни проти кремля. У вересневому повідомленні на онлайн-сайті під назвою "Cradle" стверджувалося, що Україна запропонувала "Хаят Тахрір аш-Шам" 75 безпілотних літальних апаратів в рамках угоди "дрони за бійців". Але немає жодних незалежних доказів, які б підтверджували це російське твердження.

Примітно, що російські джерела намагалися применшити роль України у швидкому просуванні повстанців до Дамаску. Зокрема, у статті від 2 грудня

2024 року видання “Middle East Eye” цитувало російський акаунт у “Telegram”, який, відображав погляди російських військових, зменшуючи допомогу Києва: “члени ГУР відвідали Ідліб, але вони перебували там лише короткий час – недостатньо, щоб навчити сирійців керувати БПЛА з нуля та що у повстанців вже давно існує власна програма БПЛА”.

Мартинюк О. С., курсант
Науковий керівник – Бібік А. В.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

РОЛЬ БЕЗПІЛОТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ТРАНСФОРМАЦІЇ СУЧАСНОЇ ВІЙНИ: РОЗВІДКА, УРАЖЕННЯ ТА СТІЙКІСТЬ БОЙОВИХ СИСТЕМ

Безпілотні технології у сучасній війні перетворилися з допоміжного засобу розвідки на системоутворюючий елемент бойових дій, який визначає темп операцій, точність ураження та загальну стійкість військ. Їхня ключова роль полягає у радикальному скороченні часу між виявленням цілі та нанесенням удару: малорозмірні розвідувальні БпЛА забезпечують безперервне спостереження, а ударні (зокрема FPV і баражувальні боєприпаси) дозволяють негайно реалізувати результат розвідки у вигляді точкового ураження, формуючи практично безперервний контур “розвідка – рішення – удар”. У російсько-українській війні це призвело до якісної зміни структури вогневого ураження: за оцінкою KSE Institute, до 2025 року безпілотники залучалися до ураження 80–85% фронтових цілей, що ілюструє масштаб «дронізації» тактичного рівня та перехід до масового застосування дешевих платформ.

Практичний ефект від БпЛА проявляється не лише у підвищенні результативності, а й у зміні економіки війни. Високий темп втрат і «витратність» дронів зробили критично важливими промислову масштабованість, швидке відновлення та адаптацію конструкцій під конкретні умови фронту. Водночас ударні дрони частково компенсують дефіцит артилерійських боєприпасів і знижують потребу в масованій артилерії там, де потрібне точкове знищення техніки, вогневих точок або укриттів; IISS прямо зазначає, що суттєве нарощування виробництва strike-drones (зокрема FPV)

може зменшити потребу України в артилерійських боєприпасах і посилити логіку війни на виснаження. На цьому тлі формується новий тип тактичних підходів, де малі підрозділи, оснащені БпЛА, отримують непропорційно високий вплив на поле бою через точність, оперативність і здатність діяти в умовах обмежених ресурсів.

Одночасно безпілотна перевага неминуче породила еволюцію протидії. Сторони інтенсивно розвивають засоби радіоелектронної боротьби, маскування, хибні цілі, розосередження, мобільні групи ППО та спеціалізовані засоби перехоплення, а бойові порядки змінюються під вимогу мінімізувати помітність і зменшити час перебування на позиціях. Європейський інститут досліджень безпеки підкреслює, що масштаби застосування та рівень втрат БпЛА є надзвичайно високими, а оцінки виробництва свідчать про масовий характер «споживання» дронів обома сторонами, що фактично перетворює безпілотну компоненту на окремий промислово-логістичний фронт. У таких умовах вирішальними стають не тільки технічні характеристики апарата, а й швидкість циклу “виробництво – доставка – застосування – ремонт/утилізація”, наявність підготовлених операторів, якісні канали зв’язку та стійкість до РЕБ.

На рівні доктрин і організації військ безпілотники сприяють формуванню “тактичного розвідувально-ударного комплексу”, коли сенсори та засоби ураження інтегруються в єдиний процес для досягнення точності і темпу. Саме цей феномен детально аналізується у фахових військових публікаціях, які вказують на те, що досвід України демонструє нове покоління точнісної війни на тактичному рівні, де малі UAS стають визначальним чинником бойової ефективності сухопутних підрозділів. Таким чином, роль безпілотних технологій у сучасній війні полягає у системній перебудові способу ведення бойових дій: від домінування поодиноких дорогих платформ до масових мережевих рішень, де ключовими є швидкість прийняття рішення, точність ураження, стійкість зв’язку та здатність держави підтримувати високий темп інновацій і виробництва в умовах протиборства.

Крисюк М. Ю., курсант
Науковий керівник – Бедрій Н. А.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ТРАНСПОРТУВАННЯ ВАНТАЖІВ ЗА ДОПОМОГОЮ УДАРНИХ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ У ТЕМНУ ПОРУ ДОБИ

Сучасна війна побудована на застосуванні новітніх технологій та засобів. Ударні безпілотні авіаційні комплекси (далі УБпАК) багаторазового застосування займають одну з ключових позицій серед засобів ураження противника. Але також дані засоби виконують і інші завдання, а саме: мінування, розмінування, підсвічування цілей, встановлення інженерних загороджень та транспортування вантажів. УБпАК дає можливість здійснювати логістичне забезпечення в найнебезпечніші ділянки без загрози життю та здоров'ю особового складу.

Збройні Сили України мають великий каталог УБпАК, які можуть підіймати та транспортувати певну вагу на різну дистанцію. З досвіду ведення бойових дій можна проаналізувати, що найбільший відсоток доставлення вантажів (боєприпаси, їжа, паливно-мастильні засоби та інше) відбувається саме в темну пору доби, це обумовлюється тим, що дані засоби в денний (світлий) час доби легко виявити та завдати по ньому вогневого ураження. Але із цього випливає один із суттєвих негативних факторів, щодо пошуку даного доставленого вантажу особовим складом, переважно піхотою. УБпАК повинен швидко скинути вантаж та повернутись на злітно-посадковий майданчик, адже довге перебування над однією точкою збільшує вірогідність його знищення ворогом. У результаті скид здійснюється у приблизно визначеній зоні, після чого особовий склад на місцевості змушений самостійно здійснювати пошук доставленого вантажу, що в умовах обмеженої видимості може займати значний час. Раціональним технічним рішенням для підвищення ефективності пошуку є оснащення вантажу світловими хімічними індикаторами – фосфорними світловими паличками «світлячками», закріпленими з чотирьох сторін. Такий підхід забезпечує візуальну ідентифікацію вантажу незалежно від його положення після приземлення та значно полегшує орієнтацію особового складу

у темний час доби. З фізичної точки зору хімічні світлові палички працюють за принципом хемілюмінесценції та випромінюють світло у видимому діапазоні спектра без суттєвого виділення теплової енергії. Відсутність помітного теплового випромінювання означає, що такі індикатори практично не фіксуються тепловізійними системами, а також не створюють значущого сигналу в інфрачервоному діапазоні, який використовується більшістю безпілотних платформ для нічної навігації та спостереження, тим більше, враховуючи їхню робочу висоту польоту. Водночас, для людського ока, світіння фосфорних паличок є чітко помітним на фоні темної місцевості. Додатковою перевагою даних засобів є їх доступність, низька вартість, малі габаритно-масові характеристики та простота експлуатації. Світлові палички не потребують електроживлення, спеціального обслуговування або попередньої підготовки, що робить їх доцільними для масового застосування в умовах бойових дій.

Таким чином, використання фосфорних світлових паличок для маркування вантажів, що доставляються УБпАК у темну пору доби, дозволяє суттєво скоротити час їх пошуку, знизити ризики для особового складу та підвищити живучість безпілотних авіаційних комплексів за рахунок зменшення часу перебування над районом скидання.

Мартинюк О. С., курсант
Науковий керівник – Бібік А. В.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

РОЛЬ БЕЗПІЛОТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СУЧАСНІЙ ВІЙНІ

Сучасна парадигма ведення збройної боротьби зазнає фундаментальних трансформацій, де визначальним фактором успіху стає рівень інтеграції безпілотних технологій у загальну систему управління військами. Для Державної прикордонної служби України, яка з перших годин повномасштабного вторгнення діє у складі Сил оборони, роль безпілотних авіаційних комплексів (БпАК) вийшла далеко за межі суто моніторингового функціоналу. Сьогодні прикордонні підрозділи — це повноцінні бойові

одиниці, що самостійно здійснюють активну повітряну розвідку, високоточне корегування артилерійського вогню та складні ударні місії на найбільш напружених ділянках фронту. Досвід відсічі агресії довів, що безпілотні системи докорінно змінили характер бойових дій на рубежах, перетворивши їх на зону безперервного технологічного протистояння, де швидкість впровадження інновацій безпосередньо корелює з виживаністю особового складу.

Трансформація ролі безпілотників відбулася через перехід від пасивного спостереження до стратегії активної оборони та випереджального ураження. Пріоритетом розвитку є створення ешелонованої оборони, де БпЛА інтегровані в єдиний інформаційно-ударний простір. Це дозволяє прикордонним нарядам та мобільним групам діяти проактивно, нейтралізуючи сили противника ще на етапі їхнього розгортання. Ефективність такої моделі базується на безперервному надходженні даних у реальному часі, що скорочує цикл від ідентифікації цілі до її знищення до лічених хвилин. Проте інтенсивність боїв висуває жорсткі вимоги до завадозахищеності техніки, оскільки зони дислокації прикордонників є районами найвищої щільності застосування ворожих засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ).

Однією з найгостріших проблем є вразливість каналів управління та передачі відеоданих. Стандартні частотні діапазони легко блокуються, що призводить до втрати техніки та ситуаційної обізнаності. Аналіз підтверджує, що в умовах активного купольного РЕБ імовірність успіху місії без засобів криптографічного захисту становить менше 40%. Це зумовлює необхідність переходу до програмно-визначених радіосистем (SDR), здатних адаптуватися до завад безпосередньо під час польоту. Додатково складність підсилюється специфікою місцевості — лісові масиви та рельєф створюють зони «радіотіні». Для подолання цього бар'єру пропонується впровадження Децентралізованої Адаптивної Мережі Ретрансляції (ДАМР). Суть концепції полягає у переході до динамічної сітчастої топології (mesh-network), де кожен апарат у групі стає інтелектуальним вузлом ретрансляції, забезпечуючи зв'язок «за горизонтом» та миттєву переконфігурацію мережі у разі втрати одного з елементів.

Застосування ударних систем, зокрема FPV-дронів, докорінно змінило тактику протидії бронетехніці. Прикордонні комендатури, маючи кваліфіковані розрахунки, здатні наносити вогневе ураження на глибину до 20 км, що в багатьох ситуаціях ефективно замінює важку артилерію. Економічна перевага очевидна: вартість дрона на кілька порядків нижча за ціну знищеного танка. Це

дозволяє реалізувати стратегію технологічного виснаження ворога, де точність компенсує чисельну перевагу. Важливим аспектом є інтеграція штучного інтелекту в польотні контролери. Впровадження комп'ютерного зору для автономного термінального наведення робить дрон нечутливим до «окопного» РЕБ на останніх метрах траєкторії, підвищуючи ймовірність точного влучання у рухому ціль до 85%.

Перспективи розвитку лежать у площині повної цифровізації поля бою та синхронізації повітряних систем із наземними роботизованими платформами. Створення замкнених розвідувально-ударних контурів дозволяє досягти вирішальної переваги у швидкості прийняття рішень. Впровадження засобів автоматизованого управління роями безпілотників дозволить масштабувати операції, забезпечуючи масованість удару при мінімальному ризику для людей. Підсумовуючи, безпілотні технології стали фундаментом стратегії ДПСУ. Тільки через постійну модернізацію зв’язку, вдосконалення алгоритмів ШІ та глибоку підготовку офіцерів як операторів інтелектуальних систем можна забезпечити технологічну перевагу та надійну безпеку державних рубежів у сучасній війні високих технологій.

Сторчак Д. Є., курсант
Науковий керівник – Полоз О. А., Ph.D.
Національна академія сухопутних військ
імені гетьмана Петра Сагайдачного

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЗАХИСТУ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ ПІДРОЗДІЛІВ ВІД БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ТИПУ «ЛАНЦЕТ»

Захист артилерійських підрозділів від баражуючих боєприпасів типу «Ланцет» повинен здійснюватися на основі комплексного підходу, що передбачає поєднання організаційних, інженерних, тактичних та технічних заходів. Досвід бойових дій останніх років свідчить, що застосування окремих, несистемних заходів не забезпечує належного рівня живучості артилерійських систем в умовах постійної загрози з боку безпілотних засобів ураження. Ефективність захисту досягається лише за умови їх взаємодоповнення та узгодженого застосування з урахуванням конкретної обстановки, характеру місцевості та інтенсивності бойових дій.

Важливу роль у протидії баражуючим боєприпасам відіграють організаційні заходи, які включають ретельне планування бойової роботи артилерійських підрозділів з урахуванням часу перебування на вогневих позиціях та необхідності їх регулярної зміни. Скорочення часу знаходження артилерійських систем на одній позиції після виконання вогневого завдання істотно знижує ймовірність їх виявлення та подальшого ураження. Особливого значення набуває завчасна підготовка запасних і хибних вогневих позицій, а також маршрутів маневру, що дозволяє швидко змінювати район розташування підрозділу без втрати боєздатності. Не менш важливим є суворе дотримання режиму радіомовчання та обмеження використання засобів зв'язку, які можуть бути використані противником для ведення радіоелектронної розвідки.

Інженерні заходи спрямовані на зменшення уразливості артилерійських систем у разі їх виявлення. Обладнання капонірів, укриттів і перекриттів дозволяє суттєво знизити наслідки ураження, у тому числі при близьких розривах або прямому влучанні бойової частини. Застосування маскувальних засобів, зокрема маскувальних сіток і підручних матеріалів, сприяє зменшенню візуальної та теплової помітності техніки, що ускладнює її ідентифікацію оптико-електронними засобами наведення. Додаткову роль відіграє створення хибних позицій та використання макетів артилерійських систем, які змушують противника витрачати баражуючі боєприпаси на другорядні або несправжні цілі.

Тактичні заходи захисту передбачають раціональне розосередження артилерійських систем на місцевості та недопущення їх надмірного зосередження на обмеженій площі. Практика бойових дій підтверджує доцільність застосування маневру після кожного вогневого завдання, що відповідає принципу швидкої зміни позицій і дозволяє скоротити час можливого впливу противника. Важливим чинником також є узгодження дій артилерійських підрозділів із підрозділами протиповітряної оборони та радіоелектронної боротьби, що забезпечує своєчасне інформування про повітряну обстановку та підвищує ефективність реагування на загрози.

Технічні заходи полягають у застосуванні засобів радіоелектронної боротьби, спрямованих на порушення каналів управління та наведення баражуючих боєприпасів, а також у використанні засобів протиповітряної оборони ближньої дії та технічних засобів виявлення безпілотних літальних

апаратів. Своєчасне виявлення загрози з повітря дозволяє або знищити баражуючий боєприпас, або забезпечити маневр артилерійського підрозділу з метою уникнення ураження. Таким чином, лише комплексне та системне застосування всіх зазначених заходів може забезпечити прийнятний рівень захисту артилерійських підрозділів від баражуючих боєприпасів типу «Ланцет» у сучасних умовах ведення бойових дій.

Зуєв Т. Є., курсант
Науковий керівник – Токар А. М., канд. техн. наук, ст. дослід.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

РОЗВІДЗАХИЩЕНІСТЬ СИСТЕМ ІДЕНТИФІКАЦІЇ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

У сучасних бойових умовах системи ідентифікації безпілотних літальних апаратів повинні працювати не лише точно, а й непомітно для противника. Такі системи передають інформацію по радіоканалу, тому їх сигнали можуть бути виявлені засобами радіоелектронної розвідки. Навіть якщо інформація зашифрована, сам факт випромінювання сигналу вже може видати місце-знаходження або активність системи. Це створює ризик радіоперехоплення.

Здатність сигналу залишатися непомітним називається енергетичною скритністю. Виявлення сигналу відбувається на фоні шуму і має ймовірнісний характер: противник може або не помітити сигнал, або навпаки — помилково прийняти шум за сигнал. Імовірність виявлення залежить від співвідношення сигнал–шум, тривалості спостереження та характеристик приймача.

Щоб зменшити ризик виявлення, необхідно знижувати спектральну помітність сигналу — тобто розподіляти його енергію ширше в частотній області та зменшувати щільність потужності. Також важливо ускладнювати структуру сигналу, щоб його було складніше розпізнати стандартними методами радіомоніторингу та радіоперехоплення.

Отже, підвищення енергетичної та структурної скритності є ключовим напрямом удосконалення систем ідентифікації БпЛА, оскільки саме це забезпечує їхню стійкість та ефективну роботу в умовах активної радіоелектронної протидії.

Демидюк М. О., курсант
Науковий керівник – Салій Д. В.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

АНАЛІЗ РОЗВИТКУ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В УДАРНИХ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТАХ

Ще близько 20-ти років тому, мало хто говорив про штучний інтелект, не кажучи вже про штучний інтелект в ударних безпілотних літальних апаратах. Проте, впродовж останнього десятиліття ми спостерігаємо за тим, як безпілотний літальний апарат перетворився з допоміжного засобу розвідки на повноцінний інструмент ведення бойових дій. Ключовим чинником цієї трансформації стало впровадження технологій штучного інтелекту, підвищення обчислювальних можливостей мікроконтроллерів, які можуть бути розміщені на борту ударного БпЛА. Якщо раніше ефективність ударних безпілотників визначалась переважно технічними характеристиками платформи та якістю зв'язку з оператором, то сьогодні визначальну роль відіграють алгоритми обробки даних, автономного аналізу обстановки та підтримки прийняття рішень. Розвиток ШІ в цій сфері відображає тенденцію цифровізації військових систем і переходу до моделей ведення війни, заснованих на єдиному інформаційному просторі.

Початкові моделі ударних безпілотників функціонували за принципом дистанційного керування з елементами автоматичної стабілізації польоту. Оператор відповідав за навігацію, пошук цілей і прийняття рішення щодо застосування озброєння. Автоматизація обмежувалася підтриманням курсу, висоти та виконанням простих запрограмованих маршрутів. З розвитком обчислювальних технологій з'явилися системи автоматичного захоплення та супроводження цілей. Камери з цифровою обробкою зображення дозволили виділяти об'єкти на фоні місцевості та утримувати їх без постійного ручного коригування. Це стало першим кроком до інтеграції ШІ в ударні БпЛА.

Сучасний етап характеризується впровадженням нейронних мереж, здатних виконувати складні завдання розпізнавання цілей та об'єктів, аналізу моделей поведінки та прогнозування подальшого розвитку ситуації. Ударні БпЛА дедалі частіше оснащуються бортовими модулями, що забезпечують локальну обробку даних без необхідності постійної передачі інформації на наземну станцію. Такий підхід підвищує автономність і зменшує залежність від стійкості каналів зв'язку.

Одним із центральних напрямів є автономна навігація в умовах обмеженого або відсутнього супутникового сигналу. Ударний безпілотник аналізує дані з інерційних сенсорів, відеокамер та інших датчиків для побудови внутрішньої моделі простору. Це дозволяє йому коригувати маршрут у разі зміни рельєфу, появи перешкод та відсутності GPS.

Другий напрям пов’язаний з автоматичним виявленням та класифікацією цілей і об’єктів. БпЛА навчається розпізнавати техніку, фортифікаційні споруди та інші об’єкти на основі великого масиву даних. Завдяки цьому скорочується час між фіксацією потенційної цілі та передачею інформації оператору. У перспективі такі алгоритми можуть самостійно сортувати об’єкти за рівнем пріоритетності відповідно до заданих критеріїв.

Третій напрям спрямований на підвищення рівня автономності ударних безпілотних систем під час виконання бойових завдань. Завдяки використанню ШІ ударний БпЛА може самостійно аналізувати зміну обстановки під час польоту, коригувати маршрут наближення до цілі та обирати оптимальну траєкторію атаки.

У майбутньому можна очікувати посилення інтеграції ударних БпЛА в єдині інформаційні мережі. Обмін даними між різними платформами дозволить створювати спільну картину обстановки та підвищить ефективність координації. Окремим напрямом стане розвиток групових систем, де декілька ударних БпЛА взаємодіють між собою та виконують спільне завдання.

Розвиток штучного інтелекту суттєво змінює концепцію застосування ударних безпілотних літальних апаратів. Інтеграція ШІ підвищує автономність, швидкість обробки інформації та ефективність виконання завдань. Водночас складність технологій, етичні виклики та правові аспекти потребують системного підходу до регулювання й контролю. Подальший прогрес у цій галузі визначатиметься здатністю поєднати інноваційні можливості ШІ з новітніми безпілотними ударними апаратами.

Северенчук М. О., курсант, Бартошенко Б. О., курсант
Науковий керівник – Дмитрук В. В.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ЗАСОБИ СИМУЛЯЦІЇ ДІЙ БЕЗПІЛОТНИХ НАЗЕМНИХ КОМПЛЕКСІВ

Актуальність використання симуляторів для підготовки екіпажів та технічного персоналу безпілотних наземних комплексів (далі – БпНК) зумовлена необхідністю формування стійких умінь та навичок управління в умовах, максимально наближених до реальних, без ризику втрати дороговартісної техніки. Сучасний оператор БпНК повинен не тільки дистанційно керувати платформою, а й миттєво аналізувати дані, що надходять від наземного апарата, що в умовах стресу чи радіоелектронних завад є критично складним завданням.

Симулятори дозволяють багаторазово відпрацьовувати типові та позаштатні ситуації (втрата зв’язку, дезорієнтація на місцевості, технічні збої), формуючи “м'язову пам'ять” та алгоритмічне мислення фахівця. Крім того, навчальні класи стимуляторів забезпечують можливість групового злагодження, де оператори БпНК вчаться взаємодіяти з піхотними підрозділами або безпілотними літальними апаратами у єдиному інформаційному просторі. Таким чином, програмні стимулятори є базовим елементом професійної підготовки, що гарантує високу живучість техніки та ефективність виконання місій у реальних умовах.

Одним із таких засобів є програмний стимулятор “Фронтир”, який ефективно використовується у навчальному процесі. Симулятор дозволяє здійснювати підготовку спеціалістів із застосування безпілотних наземних комплексів, безпілотних авіаційних комплексів тактичного класу та імітаційного моделювання обстановки для підготовки командирів ланки батальйон-взвод підрозділів безпілотних систем на віртуальній тривимірній місцевості.

Використання симулятора “Фронтир” під час проведення занять дає можливість:

– планувати та керувати груповими місіями, в тому числі автономними (без зв’язку з комплексом);

– здійснювати контроль виконання завдань за допомогою даних телеметрії, відеофіксації;

– активувати режим ручного керування та здійснювати його за допомогою зовнішніх контролерів або віртуального контролера;

– змінювати налаштування підключених БпНК;
– здійснювати контроль стану підключених БпНК;
– налаштовувати потоки даних між комплексами і наземною станцією;
– використовувати онлайн і офлайн мапи;
– використовувати додаткові інформаційні шари на мапах.

Таким чином, симулятор “Фронтир” є фундаментальною платформою для підготовки висококваліфікованих фахівців. Використання симулятора дозволяє перенести основний тягар навчання з реальних полігонів у контрольоване віртуальне середовище, де помилка оператора призводить до аналізу сценарію, а не до втрати дороговартісного апарата. Такий підхід не лише гарантує безпеку персоналу та збереження технічного ресурсу, а й забезпечує якісно новий рівень тактичної виучки, дозволяючи відпрацьовувати складні алгоритми взаємодії в умовах сучасного цифрового поля бою. Впровадження спеціалізованих симуляторів у навчальний процес є обов'язковою умовою для формування професійних компетентностей, необхідних для ефективної експлуатації та бойового застосування сучасних БпНК.

Мацегора Д. А., курсант, Кликова А. О., курсант
Науковий керівник – Мажара І. П., Ph.D.
Харківський національний університет Повітряних Сил
імені Івана Кожедуба

ВИЗНАЧЕННЯ ДОЦІЛЬНИХ ТАКТИЧНИХ ПРИЙОМІВ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ ПЕРЕХОПЛЮВАЧІВ ДЛЯ БОРОТЬБИ З БЕЗПІЛОТНИМИ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ ПРОТИВНИКА

Зростання інтенсивності застосування безпілотних літальних апаратів (БпЛА) противника підвищує роль спеціалізованих підрозділів перехоплювачів у системі протиповітряної оборони. Ефективність перехоплення визначається не лише тактико-технічними характеристиками перехоплювача, а й обраним способом наведення та умовами ведення повітряного бою (час доби, погода, рівень перешкод, точність первинної інформації). Завершальна фаза перехоплення, що включає атаку цілі, є найбільш чутливою до помилок супроводження і потребує формалізованого опису для навчання, аналізу та уніфікації досвіду.

У роботі систематизовано підходи до бойового застосування безпілотних літальних апаратів на завершальній фазі повітряного бою, коли безпілотний винищувач (перехоплювач) після візуального виявлення, розпізнання та взяття цілі на супроводження виконує маневр для зайняття тактично вигідного положення та реалізації атаки. Запропоновано уніфікований опис "сфери атаки" як околу цілі з поділом простору на сегменти відносно напряму зближення, що полегшує порівняння прийомів атаки та їх комбінування залежно від умов обстановки. Наведено порівняльний аналіз найбільш уживаних методів наведення ("Паралельного зближення", "Прямого зближення", "Погоня", "Маневр", та "Триточковий") з позицій вимог до інформації про рух цілі, чутливості до похибок радіолокаційної інформації та обмежень за швидкісними можливостями перехоплювача. Сформульовано методичний підхід до вибору доцільних тактичних прийомів як задачі багатокритеріального відбору за факторами видимості, метеоумов, радіоелектронної протидії, маневреності цілі та характеристик бортових сенсорів. Наведено узагальнений порівняльний аналіз методів "Погоня", окремо та в комбінації за методами "Маневр" та "Погоня", "Триточковий" з акцентом на умовах застосування та обмеженнях.

Розглянута модель атаки повітряної цілі перехоплювачем на завершальному етапі протиповітряного бою, яка дозволяє спростити класифікацію способів бойового застосування БпЛА-перехоплювача за напрямом атаки за рахунок розділу сфери атаки на чотири сегменти горизонтальною та вертикальною площиною.

Визначені напрями удосконалення підготовки та організації застосування безпілотних літальних апаратів через системне накопичення даних, типізацію траєкторій та адаптацію процедур наведення до умов перешкод.

З метою вдосконалення тактичних прийомів застосування БпЛА-перехоплювачів пропонується:

– системно накопичувати та проводити аналіз окремих повітряних боїв у зоні відповідальності кожного відділення БпЛА-перехоплювачів, складати карти із визначенням типових траєкторії польоту БпЛА противника та напрямків з найбільшою інтенсивністю прольотів;

– обирати місця старту БпЛА-перехоплювача відповідно до проведеного аналізу досвіду повітряних боїв з метою зменшення польотного часу до зони візуального виявлення цілі;

– у разі масованого застосування противником ударних БпЛА та при наявності інформації від засобів попереднього виявлення цілі заздалегідь висувати перехоплювач в район візуального виявлення цілі, режим чергування у повітрі (“Патрулювання”);

– за наявності технічних можливостей в районах посиленого патрулювання розвідувальних БпЛА (баражуючих боєприпасів) противника облаштовувати додаткові позиції (“Засідки”) із визначенням для екіпажів пріоритетних цілей;

– у разі застосування противником зразків БпЛА, які потенційно можуть бути оснащені засобами ухилення, атаку проводити із максимальним прискоренням, якщо БпЛА-перехоплювачі мають фугасну (осколкову) бойову частину та його максимальна швидкість перевищую швидкість цілі не менше ніж в два рази або із уповільненим прискоренням з метою збереження візуального супроводження цілі під час виконання нею маневру ухилення та подальшою повторною атакою БпЛА-перехоплювача.

Тетева Д. Ю., курсант
Науковий керівник – Левінськова Н. В., доц.
Військовий інститут Київського національного університету
імені Тараса Шевченка

РОЛЬ БЕЗПІЛОТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СУЧАСНІЙ ВІЙНІ

Повномасштабна російсько-українська війна, що розпочалася 24 лютого 2022 року, стала каталізатором безпрецедентних змін у концепції ведення збройної боротьби. Безпілотні системи – повітряні, морські та наземні – протягом 2022–2026 рр. пройшли шлях від допоміжних засобів розвідки до ключового компонента архітектури озброєнь, здатного вирішувати завдання тактичного, оперативного й стратегічного рівнів. Як зазначають фахівці Державного науково-дослідного інституту авіації, безпілотні авіаційні системи класу Deep Strike вже здатні уражати об'єкти на глибині до 2000 км . Актуальність дослідження зумовлена тим, що жоден попередній збройний конфлікт не демонстрував настільки масштабного й багатовимірного застосування безпілотних платформ, а набутий Україною досвід формує нову воєнну доктрину для армій усього світу.

На початку повномасштабного вторгнення підрозділи Сил оборони використовували переважно комерційні квадрокоптери для аеророзвідки та коригування артилерійського вогню, проте фронт швидко сформував запит на ударні платформи масового виробництва. Технологічний прорив відбувся у 2024 р., коли Міністерство оборони допустило до експлуатації понад 330 зразків безпілотних систем вітчизняного виробництва – у 4,4 рази більше, ніж у попередньому році. За даними заступника міністра оборони О. Козенка, станом на 2025 р. виробнича спроможність досягла 10 млн одиниць щорічно, 60–70 % з яких становлять FPV-дрони. Для системної підтримки оборонних розробників у 2023 р. створено державний кластер Brave1, який за два роки функціонування видав понад 600 грантів на суму 2,2 млрд грн, профінансував більш ніж 540 проєктів, а до його екосистеми увійшли понад 2100 розробників із 4600 активними напрацюваннями. У 2025 р. національний бюджет передбачив 2,9 млрд грн на грантову підтримку defence tech.

Інституційне оформлення безпілотної складової збройних сил не має світових аналогів. 25 червня 2024 р. Указом Президента створено Сили безпілотних систем (СБС) – перший у світі окремий рід сил, що системно застосовує повітряні, морські та наземні безпілотні й роботизовані платформи. За даними Міністерства оборони, СБС поєднують передові технології з асиметричними підходами до ведення бойових дій, а їхні підрозділи діють уздовж усієї лінії зіткнення й виконують операції глибокого ураження. Станом на 2025–2026 рр. до складу СБС входять 9-та та 20-та окремі бригади безпілотних систем, 414-та ударна бригада, а також 385-та окрема бригада морських безпілотних комплексів спеціального призначення – перший у світі підрозділ морських дронів, сформований ще у серпні 2023 р.

Морський вимір безпілотної війни заслуговує окремої уваги. Платформи MAGURA V5, створені для Головного управління розвідки, та Sea Baby, розроблені Службою безпеки, еволюціонували від одноразових засобів ураження до багатоцільових носіїв, здатних нести ракетні системи, FPV-дрони та турелі. Бойове навантаження Sea Baby зросло до 2 тонн, а радіус дії – понад 1500 км. За підрахунками польських дослідників, опублікованими у Political Science and Security Studies Journal, лише MAGURA V5 уразив 14 кораблів Чорноморського флоту, 8 з яких знищено повністю. Унікальним прецедентом стало знищення у грудні 2024 р. гелікоптера Мі-8 за допомогою морського дрона MAGURA з ракетою Р-73 – перший подібний випадок в історії. У квітні 2025 р. СБС представили новий протикорабельний безпілотник «Алігатор-9» як багатоцільову платформу для різних засобів ураження.

Паралельно набуває стратегічного значення наземна роботизація. У грудні 2024 р. Україна здійснила першу в історії повністю безпілотну штурмову операцію – наземні роботи у зв'язці з FPV-дронами атакували ворожі позиції без безпосередньої участі особового складу. Кодифіковані у січні 2025 р. бойові платформи «Равлик» та Droid, а також раніше випробуваний у Курській операції комплекс «Лють» виконують бойові, логістичні та евакуаційні завдання, суттєво зменшуючи втрати серед піхоти.

Окремим технологічним вектором є впровадження штучного інтелекту (ШІ) у безпілотні платформи. Як зазначають О. Трофименко, Н. Логінова та інші дослідники, перспективними напрямами є інерційні навігаційні системи, адаптивне програмне забезпечення для протидії засобам радіоелектронної боротьби (РЕБ) та локальна обробка даних за допомогою спрощених ШІ-алгоритмів. Практичним втіленням став модуль автономного термінального наведення TFL-1 компанії The Fourth Law, який забезпечує самонаведення FPV-дрона на останніх 500 м польоту в умовах радіоелектронного придушення за вартості 50–100 доларів – менш ніж 10 % повної собівартості баражуючого боєприпасу. Водночас ворог також нарощує автономність: розвідка зафіксувала використання ударного безпілотника V2U на базі обчислювальної платформи NVIDIA Jetson Orin, здатного до автономного пошуку цілей за допомогою комп'ютерного зору. У липні 2025 р. М. Федоров наголосив, що повна автономність дронів залишається стратегічною метою, а технології ШІ вже активно використовуються для декодування знімків, нанесення цілей у реальному часі та донаведення на базі FPV-дронів.

Отже, безпілотні технології перетворилися на вирішальний чинник збройного протистояння, порівнянний за масштабом трансформації із появою вогнепальної зброї. Досвід російсько-української війни доводить: перемога дедалі більшою мірою залежить від здатності держави масштабувати виробництво, скорочувати цикл зворотного зв'язку від лінії зіткнення до конструкторського бюро та інтегрувати елементи автономності й штучного інтелекту в бойові платформи всіх доменів – повітряного, морського та наземного.

Зварич А. О., курсант
Науковий керівник – Калита О. І.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

ВИКОРИСТАННЯ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ, ОСНАЩЕНИХ СТРІЛЕЦЬКОЮ ЗБРОЄЮ ТА ПРОТИТАНКОВИМИ КЕРОВАНИМИ РАКЕТАМИ, ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ЗАСІДОК ТА ВІДВОЛІКАННЯ ВОГНЮ ПРОТИВНИКА

Сучасний етап розвитку збройних конфліктів, зокрема досвід російсько-української війни, демонструє стрімке зростання ролі безпілотних технологій. Поряд із літальними апаратами, все більшого тактичного значення набувають наземні роботизовані комплекси (НРК). Особливу увагу науковців та військових практиків привертає застосування бойових НРК, оснащених стрілецькою зброєю (кулеметами калібру 7,62 мм або 12,7 мм) та протитанковими ракетними комплексами (ПТРК), для виконання специфічних завдань: організації засідок та відволікання вогню противника.

Актуальність цього дослідження зумовлена необхідністю мінімізації втрат особового складу під час виконання високоризикованих бойових завдань на лінії зіткнення або в «сірій зоні». Застосування НРК дозволяє дистанціювати оператора від безпосередньої лінії вогню, зберігаючи при цьому ефективність вогневого впливу на ворога.

Організація засідок із використанням бойових НРК має низку тактичних переваг. По-перше, роботизована платформа здатна перебувати на вогневій позиції в режимі очікування тривалий час, не демаскуючи себе тепловим випромінюванням (на відміну від живого екіпажу) чи шумом. По-друге, низький силует більшості сучасних НРК суттєво ускладнює їх візуальне виявлення. При наближенні ворожої піхоти або бронетехніки, оператор дистанційно активує систему озброєння. Використання ПТРК на базі НРК дозволяє ефективно вражати важкоброньовані цілі з неочікуваних напрямків, після чого платформа може або відійти на заздалегідь підготовлені позиції, або продовжувати вести стримуючий вогонь зі стрілецької зброї. Відсутність екіпажу на борту нівелює психологічний фактор страху, дозволяючи вести бій до повного використання боєкомплекту.

Другим важливим напрямком тактичного застосування є використання НРК для відволікання вогню противника (тактика хибних цілей). В умовах щільної оборони ворога штурмові дії піхоти супроводжуються критичним ризиком потрапляння під зосереджений вогонь прихованих вогневих точок. Виведення озброєного НРК у напрямку позицій противника змушує останнього реагувати на очевидну загрозу. Ворог змушений розкривати свої кулеметні гнізда, позиції гранатометників та снайперів, концентруючи вогонь на машині. У цей час підрозділи аеророзвідки фіксують виявлені вогневі точки для їх подальшого придушення артилерією або ударними FPV-дронами, а штурмові групи отримують вікно можливостей для безпечнішого маневру та зближення з противником.

Незважаючи на значний тактичний потенціал, ефективність застосування бойових НРК безпосередньо залежить від вирішення низки технічних викликів. Ключовою проблемою залишається стійкість каналів управління та передачі відеосигналу в умовах активної протидії засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ) противника. Перспективним шляхом вирішення цієї проблеми є перехід на оптоволоконні системи зв'язку для управління НРК на коротких дистанціях (до кількох кілометрів), що забезпечує абсолютну стійкість до РЕБ та неможливість пеленгації локації оператора. Іншим вагомим викликом є забезпечення прохідності колісних чи гусеничних платформ на складних рельєфах та в умовах сильно зруйнованої міської забудови.

Підсумовуючи, можна стверджувати, що інтеграція бойових НРК у тактику дій піхотних підрозділів суттєво підвищує їх бойові спроможності. Використання таких платформ для засідок і відволікаючого вогню є не просто технологічною новацією, а критично необхідним кроком для збереження життя військовослужбовців та здобуття асиметричної переваги на сучасному полі бою. Подальший розвиток тактики застосування НРК вимагає тісної взаємодії інженерів-розробників та бойових підрозділів для постійної адаптації техніки до мінливих умов ведення війни.

Морган В. Р., курсант
Науковий керівник – Кольцов Р. Ю., канд. техн. наук, доц.
Військовий інститут Київського національного університету
імені Тараса Шевченка

ІНТЕГРАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ LIDAR У СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ БЕЗПІЛОТНИМИ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ ТА НАЗЕМНИМИ РОБОТИЗОВАНИМИ КОМПЛЕКСАМИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЇХНЬОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПІД ЧАС ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ

Сучасний характер ведення бойових дій свідчить про стрімке зростання ролі безпілотних і роботизованих технологій. На полі бою все ширше застосовуються безпілотні літальні апарати (БПЛА) та наземні роботизовані комплекси (НРК), які здатні виконувати різноманітні завдання. Такі системи активно використовують для проведення розвідки, коригування вогню, доставки боєприпасів та провізії, а також виконання інших тактичних і бойових завдань. Використання подібних технологій дозволяє значно зменшити ризики для військовослужбовців та підвищити ефективність виконання завдань у складних умовах. Разом із тим, ефективність функціонування безпілотних і роботизованих платформ значною мірою залежить від їхньої здатності точно орієнтуватися у просторі, швидко обробляти інформацію про навколишнє середовище та своєчасно реагувати на можливі перешкоди. Особливо важливою є можливість стабільної роботи таких систем у складній, динамічній або невизначеній обстановці, коли традиційні методи навігації можуть бути недостатньо ефективними або взагалі недоступними. У зв’язку з цим особливої актуальності набуває впровадження сучасних сенсорних технологій, які забезпечують високий рівень точності сприйняття навколишнього середовища. Однією з таких перспективних технологій є використання сенсорів LiDAR.

LiDAR (Light Detection and Ranging) являє собою систему, що використовує лазерні імпульси, які відбиваються від об’єктів, після чого фіксується час повернення відбитого сигналу. На основі цього часу система обчислює відстань до поверхні або предмета. У результаті формується так звана «хмара точок» - велика сукупність координат, що відображає розташування об’єктів і їхню геометричну форму у просторі. Зібрані дані дають можливість формувати детальну тривимірну модель простору, виявляти об’єкти та

визначати відстань до них з високою точністю. Завдяки таким сенсорам БПЛА та НРК можуть точніше визначати положення у просторі та своєчасно виявляти об’єкти, що становлять перешкоду для подальшого руху. Це особливо важливо під час польотів на невеликих висотах або під час руху в районах зі складним рельєфом. Безпілотні системи за допомогою лазерних сенсорів можуть не тільки краще орієнтуватися у просторі та обирати найбільш відповідний шлях до виконання завдання, а й будувати 3D-карти місцевості, які в свою чергу можуть бути дуже корисними для подальших тактичних дій.

Однією з важливих переваг технології LiDAR є можливість підтримувати навігацію навіть у ситуаціях, коли виникають проблеми із супутниковими навігаційними системами, зокрема через роботу засобів РЕБ. У таких випадках поєднання LiDAR з інерційними системами навігації дозволяє безпілотним платформам зберігати орієнтацію у просторі та продовжувати виконувати поставлені завдання навіть без стабільного GPS-сигналу.

Для НРК застосування лазерного сканування також має величезне значення. Під час руху в умовах міської забудови, на пересіченій місцевості або в районах зі зруйнованою інфраструктурою такі системи повинні швидко оцінювати навколишню обстановку та знаходити безпечний шлях для пересування. Завдяки LiDAR роботизовані платформи отримують точні дані про розташування об’єктів довкола, що дозволяє більш ефективно будувати траєкторію руху та уникати перешкод. Це, у свою чергу, зменшує необхідність постійного дистанційного керування з боку оператора.

Окрему роль відіграє поєднання сенсорних даних LiDAR із сучасними методами обробки інформації. Використання алгоритмів машинного навчання дозволяє автоматично аналізувати отримані дані, розпізнавати різні об’єкти, визначати типи елементів місцевості та оцінювати можливі варіанти подальшого руху. У перспективі подібні рішення можуть сприяти створенню більш автономних роботизованих систем, які зможуть самостійно виконувати частину завдань без постійної участі людини.

Отже, застосування технології LiDAR у системах управління БПЛА та НРК суттєво підвищує точність навігації, сприяє зростанню рівня автономності безпілотних систем та допомагає протидіяти засобам РЕБ. Подальший розвиток у впровадження подібних технологій може значно підвищити ефективність використання безпілотних платформ у сучасних умовах, а також забезпечити їхню більш надійну роботу в складному та динамічному середовищі.

Gorchakov I. R., cadet, Chernietsova K. A., cadet
Scientific supervisor – Sheygas O. K., Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

"SHAHED" UNMANNED AIRCRAFT DETECTION AND IDENTIFICATION TECHNOLOGIES

In the current context of full-scale aggression against Ukraine, the issue of detecting and neutralizing unmanned aerial vehicles, particularly those of the "Shahed-136" type, has become critically important. Existing air defense systems need to be upgraded, adapted, and relieved of some of their burden, as it is not effective to use expensive missiles to destroy relatively cheap drones.

Before determining the most effective and cheapest way to destroy a drone, it must first be detected and identified. Like any physical object, a UAV has revealing characteristics that allow its presence in space to be detected. The visibility of the device depends on the level of its signatures in the radio frequency, infrared, and visible spectra, as well as its acoustic signature.

To counteract these UAVs, the Ukrainian Armed Forces actively use mobile fire groups (further – MVG), which carry out early detection, warning, and destruction of targets using small arms and direct cover. Another promising solution in the fight against "Shahed-136" kamikaze drones is the idea of using light aircraft (helicopters) for air patrols and their destruction.

At the same time, there is active discussion of the idea of expanding the use of combat helicopters, which have proven their effectiveness in combating UAVs.

Particular attention is drawn to the latest short-range air defense systems using artificial intelligence. One of these developments is Sky Sentinel - an automated turret that independently detects air targets of the Shahed type and fires from a large-caliber machine gun.

Another promising direction is the development and use of Ukrainian interceptor drones that have already been tested in combat conditions. A striking example is the Sting quadcopter, created by the Wild Hornets engineering group.

The process of detecting a Shahed type drone includes a number of sequential actions and elements that work together to ensure effective counteraction to the threat. First of all, a system is deployed that involves the installation of various sensors and technical means to detect enemy drones. These can be different types of specialized systems capable of recording the appearance of UAVs.

Next, information is collected from several sources - data from installed sensors and mobile applications, in particular "ePPO", as well as reports from law enforcement officers and ordinary citizens who saw suspicious objects in the sky. All this information is transmitted to a central server or stored in a cloud environment.

The received data is processed - usually using artificial intelligence systems of the Internet of Things (IoT), which allows not only to detect Shahed-type drones, but also to filter out false signals - both accidental and deliberately provocative, which can mislead air defense forces.

The results of the analysis are displayed on interactive maps, where you can see the possible path of the UAV in a certain area. In the event of a confirmed threat, users receive instant notifications via mobile applications, which allows them to react faster.

Several main methods can be used to detect a Shahed drone, each of which has its own advantages and limitations. Effective detection is usually achieved by a combination of these methods, which reduces the number of false positives and increases accuracy.

One approach is the acoustic method, which is based on the installation of special microphones in certain places to capture the characteristic sound of the drone's engine.

Another approach is radio frequency detection, where sensors are used to intercept radio signals transmitted to or from the UAV. Since Shahed operates at certain frequencies, this allows you to determine its presence in the air.

Visual methods involve the use of optical cameras and thermal imagers, which allow you to capture and identify drones by their external features.

The most effective approach is to integrate several methods into one system. For example, combining acoustic sensors with radar or radio frequency sensors allows you to compensate for the shortcomings of one tool at the expense of the advantages of another. To effectively detect the Shahed UAV, the system must meet several key requirements. First of all, reliability and stability of operation are important - the system must be constantly operational, with a high level of protection against technical failures and errors.

Liamtsev M. S., cadet, Seryozhenko I. S., cadet
Scientific supervisor – Khudov H. V., Dr. Sc. (Tech.), Prof.
Ivan Kozhedub Kharkiv National University of the Air Force

EXPERIMENTAL RESEARCH ON DETERMINING THE COORDINATES OF AN UNMANNED AERIAL VEHICLE USING A NETWORK OF TWO SMALL MOBILE DEVICES WITH SIMULINK MODELLING SIMULINK MODELLING

Today, the detection of aerial objects such as unmanned aerial vehicles (UAVs) using traditional radar equipment is associated with a number of difficulties. This is due to the small geometric dimensions of UAVs, their low effective scattering surface, and their use at low and extremely low altitudes. An additional factor is that the use of active radar stations is accompanied by their own emissions, which can reveal their operation and increase the risk of being hit by enemy weapons.

In this regard, passive radio-technical reconnaissance methods based on the reception and analysis of radio signals generated by UAV's onboard systems are becoming increasingly relevant. When using UAVs, several radio communication channels are used, including a control channel, a telemetry data transmission channel, a video information transmission channel, and navigation signals from satellite systems. The presence of such radio signals makes it possible to use them as a source of information for passive detection and location systems for UAVs.

Small mobile receiving devices, particulary Software-Defined Radio (SDR) receivers and portable spectrum analysers such as TinySA, can be used to implement such systems. Due to their small size, mobility and relatively low cost, such devices can be used to form distributed radio monitoring networks that can be quickly deployed in combat areas.

This paper considers an approach to determining the coordinates of UAVs using a network of two small mobile receiving stations. The coordinates of the radio emission source are determined using the triangulation method, which is based on determining the intersection point of bearings obtained from different receiving positions.

To study the effectiveness of the proposed approach, a simulation model of the radio emission source coordinate determination system was developed in MATLAB Simulink. The model specifies the coordinates of the receiving points and the

coordinates of the radio emission source in the Cartesian coordinate system. Based on these parameters, the true values of the bearings to the signal source are calculated for each receiving point.

The first stage of the study considers the operation of the system in ideal conditions without taking into account measurement errors. The simulation results showed that, under ideal conditions, the intersection point of the bearings completely coincides with the true position of the radio emission source. However, in real conditions, measuring the direction to the signal source is accompanied by random errors that can arise due to noise in the receiving path, instability of the antenna system parameters, or the influence of external radio-electronic interference. To take these factors into account, the second stage of modelling involves the generation of random errors in bearing measurements. As a result of modelling, the distribution of the determined coordinates of the unmanned aerial vehicle relative to its true position was obtained. The analysis showed that in most cases the distribution of errors has the form of an error ellipse, which is characteristic of passive location systems.

The simulation results confirm the possibility of using a network of small mobile receiving devices to determine the coordinates of unmanned aerial vehicles in passive radio reconnaissance systems. The use of simulation modelling in the MATLAB Simulink environment allows investigating the influence of measurement errors and the geometry of the location of receiving points on the accuracy of determining the coordinates of an air object.

Якимів В. С., курсант
Науковий керівник – Ковальчук О. Р.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

ЗАСТОСУВАННЯ СЛУЖБОВИХ СОБАК У ПОЄДНАННІ З БЕЗПІЛОТНИМИ АВІАЦІЙНИМИ КОМПЛЕКСАМИ ПІД ЧАС ВЕДЕННЯ РОЗВІДКИ В УМОВАХ СУЧАСНИХ БОЙОВИХ ДІЙ

Розвідка є одним із найважливіших видів бойового забезпечення, що безпосередньо впливає на ефективність прийняття рішень командирами всіх рівнів. Сучасний збройний конфлікт на території України переконливо

демонструє, що традиційні методи ведення розвідки потребують суттєвого вдосконалення з урахуванням наявних загроз – широкого застосування противником засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ), мінування місцевості та маскування живої сили у закритих спорудах і підземних комунікаціях.

Безпілотні авіаційні комплекси (БАК) набули масового поширення як інструмент тактичної розвідки завдяки мобільності, здатності вести спостереження у реальному часі та відносній доступності. Водночас їхнє застосування пов'язане з низкою обмежень: залежністю від умов видимості та погодних чинників, уразливістю до засобів РЕБ противника, а також неможливістю виявлення об'єктів у закритих приміщеннях та підземних спорудах.

Службові собаки традиційно застосовуються для виявлення вибухових речовин, пошуку живої сили та патрулювання. Їхні унікальні сенсорні можливості – нюх, що перевищує людський у тисячі разів, – дозволяють виявляти противника, замаскованого від оптичних засобів спостереження. Однак дії кінологічного розрахунку (КР) в зоні прямого вогневого контакту несуть значний ризик для особового складу.

Концепція комплексного застосування службових собак та БАК базується на взаємному доповненні можливостей обох засобів. На першому етапі БАК здійснює аерофотозйомку та відеоспостереження ділянки для визначення загальної обстановки, виявлення відкритих позицій противника та безпечних маршрутів висування. На другому етапі КР висувається за визначеним маршрутом, а БАК забезпечує безперервне прикриття та попередження про загрози у реальному часі. Собака виявляє замасковану живу силу, мінно-вибухові загородження та підземні схованки, що є недоступними для оптичних сенсорів безпілотника.

Практичний досвід застосування такої моделі взаємодії свідчить про підвищення ефективності виявлення засідок та прихованих вибухових пристроїв. БАК у режимі реального часу транслює зображення оператору, який координує рух КР, що суттєво знижує ймовірність потрапляння особового складу під вогонь противника. Використання БАК з тепловізійними камерами у нічний час розширює діапазон проведення розвідувальних заходів.

Реалізація даної концепції потребує вирішення низки завдань: розроблення відповідних тактичних прийомів та стандартних операційних процедур (СОП); підготовки КР до взаємодії з операторами БАК; забезпечення

стійкого каналу зв'язку між елементами розвідувального підрозділу; захисту каналів управління БАК від засобів РЕБ противника.

Таким чином, поєднання можливостей службових собак та безпілотних авіаційних комплексів формує якісно новий рівень тактичної розвідки. Комплексне застосування цих засобів дозволяє компенсувати індивідуальні недоліки кожного з них, підвищити безпеку особового складу та забезпечити ефективне виконання розвідувальних завдань в умовах сучасного збройного конфлікту.

Чоларія Р. Г., курсант
Науковий керівник – Тупиця І. М., Ph.D.
Харківський національний університет Повітряних Сил
імені Івана Кожедуба

ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРЯМКІВ ІНТЕГРАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЙ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ У БЕЗПІЛОТНІ СИСТЕМИ

Активне застосування безпілотних систем (БпС) в сучасних збройних конфліктах супроводжується динамічною інтеграцією в зазначені системи сучасних інформаційних технологій. Це дозволяє створити умови для:

1. Скорочення часових затримок на обробку великих масивів даних. Так, в умовах виконання розвідувальних місій засобами безпілотної авіації технології інтелектуального аналізу даних (машинне навчання, комп’ютерний зір т. і.) дозволяють суттєво підвищити оперативність обробки постійно зростаючих обсягів розвідувальної інформації, що формуються комплексами повітряної розвідки.

2. Оперативного виявлення деструктивного впливу противника на канали керування та телеметрії БпС. Так, використання технологій інтелектуального аналізу даних на базі машинного навчання дозволяє створити умови для своєчасного виявлення аномалій в лініях керування та контролю.

3. Підвищення стійкості навігаційних систем БпС до кібервпливу противника за рахунок використання інструментів візуальної навігації.

4. Виконання місій групового застосування БпС як в ударних цілях, так і з метою захисту військових об’єктів та об’єктів критичної інфраструктури.

Таким чином, метою інтеграції технологій інтелектуального аналізу даних в БпС є створення умов для підвищення їх автономності при виконанні розвідувально-

ударних місій. Практична реалізація зазначеного напрямку на БпС призводить до зростання вимог як до персоналу (необхідність навичок з використання сучасних інформаційних технологій), так і до обчислювальних ресурсів, що використовуються (з метою забезпечення процесу обробки великих масивів даних та прийняття відповідних рішень в масштабі часу, наближеного до реального). Для вирішення вищезазначених вимог пропонується комплексний підхід, суть якого полягає у використанні платформ типу "No-Code" для формування програмних модулів відповідно до місій, що виконуються, та графічних процесорів хмарних сервісів для обробки великих масивів даних.

Ільченко Д. С., курсант, Хохлов Н. Б., курсант
Науковий керівник – Єгоров В. О., Ph.D.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

КОМПЛЕКСУВАННЯ ЗАСОБІВ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ РОЗВІДКИ З БЕЗПІЛОТНИМИ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ

У сучасних умовах ведення бойових дій важливу роль відіграє своєчасне отримання та аналіз інформації про діяльність противника. Одним із ключових інструментів забезпечення інформаційної переваги є радіоелектронна розвідка (РЕР), яка дозволяє здійснювати виявлення, аналіз і визначення місцезнаходження джерел радіовипромінювання. Особливої актуальності набуває поєднання побудови засобів радіоелектронної розвідки з безпілотними літальними апаратами (БпЛА), що значно розширює можливості отримання розвідувальної інформації.

Використання БпЛА як платформи для розміщення складових елементів радіоелектронної розвідки дає змогу підвищити ефективність ведення радіоперехоплення. Безпілотні літальні апарати характеризуються високою мобільністю, відносно швидким розгортанням та можливістю виконання завдань на значній відстані від основних сил. Це дозволяє проводити розвідку без безпосереднього ризику для особового складу та зменшує ймовірність виявлення розвідувальних підрозділів противником. Крім того, збільшення висоти приймальної антени сприяє покращенню умов прийому сигналів та розширенню зони контролю радіоефіру.

Комплексування БпЛА із засобами РЕР відкриває можливість реалізації низки важливих функцій. До них належать виявлення активних радіопередавачів противника, визначення їх основних параметрів, а також пеленгування джерел випромінювання з подальшим уточненням їх координат. Отримані дані можуть використовуватися для аналізу радіоелектронної обстановки, планування подальших дій підрозділів, а також для наведення засобів вогневого ураження. Таким чином, інтеграція БпЛА та систем радіоелектронної розвідки сприяє підвищенню ефективності сучасних розвідувальних систем.

Разом з тим, практична реалізація таких комплексів пов’язана з певними технічними труднощами. Насамперед це стосується обмежень, пов’язаних із масогабаритними характеристиками складових, які повинні відповідати можливостям безпілотної платформи. Важливим фактором також є енергоспоживання обладнання, оскільки ресурси бортового живлення БпЛА є обмеженими. Окрему увагу необхідно приділяти впливу електромагнітних завад, які можуть виникати від бортових систем БпЛА та впливати на якість прийому сигналів.

Ще одним важливим аспектом є забезпечення надійної передачі отриманої розвідувальної інформації до пунктів управління. В умовах активного застосування противником засобів радіоелектронної боротьби існує ризик придушення або перехоплення каналів зв’язку. Тому при створенні подібних систем необхідно передбачати використання захищених каналів передачі даних та ефективних методів обробки сигналів.

Отже, комплексування засобів радіоелектронної розвідки з безпілотними літальними апаратами є перспективним напрямом розвитку сучасних розвідувальних технологій. Поєднання мобільності безпілотних платформ із можливостями складових елементів засобів РЕР дозволяє значно підвищити ефективність виявлення та аналізу радіоелектронної активності противника. Подальший розвиток таких систем пов’язаний із удосконаленням технічних характеристик обладнання, зменшенням його масогабаритних параметрів, а також впровадженням сучасних алгоритмів обробки та передачі розвідувальної інформації.

Дубина Д. В., курсант
Науковий керівник – Шеремета О. Р.
Національна академія сухопутних військ
імені гетьмана Петра Сагайдачного

ПРОЦЕС ПІДГОТОВКИ САПЕРІВ ДЛЯ ЗНИЩЕННЯ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ПРЕДМЕТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

При виконанні завдань інженерної підтримки забезпечення мобільності своїх військ (сил) в сучасних реаліях ведення бойових дій з метою підтримання швидкості просування підрозділів у зоні проведення бойових дій постійно виникає необхідність проведення знищення виявлених ВНП. Традиційні способи вимагають тривалої зупинки підрозділу для можливості застосування групи розгородження, що часто стає причиною їх можливого ураження. Для пришвидшення процесу та безпеки залученого особового складу виникає необхідність застосування безпілотних літальних апаратів (БПЛА), що обладнані системами для транспортування та точного скидання на ВНП легких зарядів призначених для їхнього знищення.

Процес підготовки саперів для знищення ВНП за допомогою дронів в сучасних умовах включає загальний курс оператора БПЛА та спеціальне навчання під час опанування військово-спеціальних дисциплін. Загальний курс підготовки фахівців містить вивчення аеродинаміки, повітряної навігації та відпрацювання спеціальних польотів на низьких висотах в умовах відсутності прямої видимості. Значна увага навчаємих приділяється опануванню електронної програми ситуаційної обізнаності “Дельта”. За допомогою даної програми, яка дозволяє організовувати on-line стрімінг для колегіального прийняття рішення на спосіб знищення. На заняттях за саперним фахом при виконанні завдань з подолання загороджень одним з напрямків виконання робіт є пошук та знищення малорозмірних об’єктів типу протитанкових мін з залученням БПЛА. Застосовують процедуру пошуку, яка включає прольоти на низькій висоті до 10 м та високій відстані понад 150 м, рух по горизонтальному колу або вертикально розташованому еліпсу, вісімкою. Тренування скидання включає метання вагового імітатора 30 мм пострілу до гранатомета з прилаштованим пластиковим стабілізатором способом одиночного та подвійного кидання, закидання у шурф під кутом 45 градусів.

Заключним етапом навчання є процес всебічної підготовки в плані роботи з боєприпасами, які призначені для знищення ВНП за допомогою БПЛА. Проходить вивчення повного циклу дій військовослужбовців, від порядку отримання боєприпасу до забезпечення питань техніки безпеки під час під'єднання даних засобів до систем скиду. Слід вважати, що процес знищення ВНП за допомогою БПЛА в сьогоднішніх реаліях дозволяє досягати значних результатів, при дотриманні ряду умов а саме: підготовки пілотів, які здатні працювати в складних умовах пов'язаних з ворожою протидією системами РЕБ, здатністю якісно здійснювати пошук та ідентифікацію ВНП на місцевості та дотримання заходів безпеки під час застосування засобів призначених для знищення ворожих мін, боєприпасів та СВП.

Отже, підготовка саперів для знищення мін за допомогою дронів дає можливість підготувати фахівців, які зможуть більш якісно проводити розвідку та розмінування місцевості від мін.

Zbartskei S. O., cadet
Scientific supervisor – Kostianets O. Y., Cand. Sc. (Tech.)
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

NALYSIS THE POSSIBILITY OF USING A SOLID-STATE TRANSMITTER-RECEIVER MODULES FOR CREATING SMALL-SIZED RADAR STATIONS IN THE CENTIMETER WAVE RANGE

The war in Ukraine has become a powerful catalyst for the development of advanced types of weaponry and military technologies. The realities of modern confrontation have shown that classical large-scale combat operations are being replaced by localized missions with active use of robotic equipment. Success on the battlefield increasingly depends on who can first implement unique autonomous systems capable of operating independently and quickly adapting to changing conditions. That is why robotic systems equipped with elements of artificial intelligence are developing extremely dynamically today. Their widespread use creates new challenges for defense, and the key task becomes the timely and effective detection of such devices, particularly unmanned aerial systems, which are increasingly influencing modern combat operations.

The use of these devices significantly affects both the nature of direct combat operations and the functioning of the state's economic systems. The overwhelming share of air attack means falls on low-cost unmanned platforms, the mass use of which creates an excessive load on the air defense system. To effectively detect and neutralize them, it is necessary to use specialized radar stations, in particular RPS-42 and RPS-82. However, practice has shown that the available resources of these radars are insufficient to counter large-scale attacks, which requires further scientific and technical research in the field of creating new models of this weapon.

In the process of developing modern radar systems, especially in wartime conditions, the key task is to find solutions that combine cost-effectiveness with high speed of implementation. Military equipment requires not only reliability and high functionality, but also the ability to quickly adapt to changing combat conditions. That is why technologies that minimize the costs of creating a weapon model and reduce the time for its introduction into mass production are of particular importance.

One of the most common and proven approaches in this area is the use of commercial-off-the-shelf (COTS) technologies, which involve the use of ready-made industrial components that have already undergone mass production and have proven reliability. The use of COTS components allows you to significantly reduce financial costs at the design stage, reduce the time for integrating the latest technologies into military systems, and ensure the rapid implementation of radar complexes.

In addition to economic advantages, this approach contributes to the standardization of equipment, ensuring the interchangeability of individual units and modules. This, in turn, reduces the burden on logistics structures, simplifies the maintenance process and increases the flexibility of military infrastructure. Thanks to this, the army gets the opportunity to quickly modernize existing systems, adapt them to new tasks and maintain a high level of combat capability even with limited resources.

Studies show that one of the most effective COTS elements for military radio electronics is the use of civilian communication technology, namely Wi-Fi, which operates in the required frequency ranges. The use of devices of this class will allow the formation and processing of signals of radar stations in the S-band. The search and evaluation of the capabilities of such an element base confirmed that Analog Devices chips have integrated modules for synthesizing signals with the necessary parameters and their digital processing.

To create a full-fledged radar station, it is necessary to use transistor amplifiers in the transmitting and receiving channels. The combination of such systems with

phrased antenna arrays allows you to create a full-fledged radar station capable of solving the problems of detecting small aerodynamic objects. Thus, the results obtained can be used as a basis for the modernization of existing systems and the development of promising radar weapons in the S-band.

Кліщ Б. М., курсант
Науковий керівник – Матвєєв Г. А.
Національна академія сухопутних військ
імені гетьмана Петра Сагайдачного

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ У ЛОГІСТИЧНИХ ЦІЛЯХ У ХОДІ БОЙОВИХ ДІЙ

Сучасні збройні конфлікти характеризуються високою інтенсивністю бойових дій, широким застосуванням високоточної зброї, безпілотних систем та автоматизованих засобів управління. У таких умовах логістичне забезпечення військ стає одним із ключових факторів підтримання боєздатності підрозділів. Одним із перспективних напрямів розвитку військової логістики є застосування наземних роботизованих комплексів (НРК), які здатні виконувати широкий спектр завдань без безпосередньої участі людини або з мінімальним залученням операторів.

Одним із важливих аспектів застосування НРК у логістичних цілях є доставка матеріальних засобів до підрозділів, що перебувають на передньому краї оборони. Традиційні способи підвозу, такі як використання автомобільної техніки або ручне транспортування, часто супроводжуються значними ризиками через можливість ураження артилерією, мінометами або безпілотними літальними апаратами противника. Використання роботизованих платформ дозволяє здійснювати підвезення необхідних ресурсів без залучення значної кількості військовослужбовців, що зменшує ймовірність втрат серед особового складу.

Крім доставки вантажів, наземні роботизовані комплекси можуть виконувати завдання евакуації поранених із поля бою. Оснащені спеціальними платформами або медичними модулями, такі системи здатні транспортувати поранених до пунктів надання медичної допомоги. Це особливо актуально в

умовах інтенсивних бойових дій, коли доступ медичного персоналу до поранених є обмеженим або небезпечним.

Ще одним напрямом використання НРК у логістиці є забезпечення підрозділів боєприпасами та технічними засобами під час виконання бойових завдань. Роботизовані платформи можуть діяти у складних умовах місцевості, включаючи пересічену місцевість, лісові масиви або урбанізовану територію. Завдяки компактним розмірам та низькому рівню шуму вони можуть залишатися малопомітними для противника, що підвищує ефективність виконання логістичних завдань.

Суттєвою перевагою наземних роботизованих комплексів є можливість їх інтеграції в єдину систему управління військами. Завдяки використанню сучасних засобів зв'язку та навігації оператор може контролювати роботу комплексу на значній відстані, а в перспективі – забезпечити автономне виконання маршрутів доставки. Використання елементів штучного інтелекту та систем навігації дозволяє НРК самостійно обирати оптимальні маршрути руху, обходити перешкоди та адаптуватися до змін бойової обстановки.

Водночас застосування НРК у логістичних цілях має і певні обмеження. До основних проблем належать залежність від стабільного каналу зв'язку, обмежена вантажопідйомність порівняно з традиційними транспортними засобами, а також можливість радіоелектронного впливу з боку противника. Крім того, роботизовані системи потребують відповідної технічної підтримки, обслуговування та підготовки операторів.

У перспективі розвиток наземних роботизованих комплексів у логістичній сфері буде пов'язаний із підвищенням рівня автономності, збільшенням дальності керування, покращенням прохідності та вантажопідйомності платформ. Також важливим напрямом є інтеграція роботизованих систем із безпілотними літальними апаратами та іншими автоматизованими засобами, що дозволить створити комплексні системи забезпечення військ у зоні бойових дій.

Таким чином, застосування наземних роботизованих комплексів у логістичних цілях є перспективним напрямом розвитку військової справи. Вони дозволяють підвищити ефективність матеріально-технічного забезпечення підрозділів, зменшити ризики для особового складу та забезпечити безперервність постачання в умовах сучасного бою. Подальший розвиток технологій та накопичення досвіду їх застосування сприятиме розширенню функціональних можливостей НРК і підвищенню їх ролі у системі логістичного забезпечення військ.

Лук'янчук І. О., курсант
Науковий керівник – Волков А. Ф.
Харківський національний університет Повітряних Сил
імені Івана Кожедуба

ТРАНСФОРМАЦІЯ ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ В УМОВАХ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ: ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ-ПЕРЕХОПЛЮВАЧІВ, ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

На сьогоднішній день в провідних країнах світу відбувається трансформація протиповітряної оборони, зумовлена швидким розвитком безпілотних літальних апаратів і зміною характеру повітряних загроз. Застосування традиційних засобів протиповітряної оборони (ППО), які створювалися передусім для протидії літакам, крилатим і балістичним ракетам, виявилося економічно необґрунтованим та у багатьох випадках недостатньо ефективним для боротьби з дешевими й масовими засобами повітряного нападу – різноманітним безпілотними літальними апаратами (БпЛА).

Як вирішення цієї проблеми вперше в світі в Україні відбувається формування нового підходу до організації протиповітряної оборони, у межах якого безпілотні апарати почали застосовуватися як засоби перехоплення. Поява таких рішень свідчить про поступовий перехід до багаторівневої моделі протиповітряної оборони, де поряд із традиційними зенітними ракетними комплексами діють численні мобільні й відносно дешеві засоби – БпЛА-перехоплювачі.

Використання БпЛА-перехоплювачі, як складової системи ППО має низку переваг. Передусім це значно нижча вартість одного перехоплення та можливість масштабування їх виробництва, що дозволяє створювати щільне протиповітряне прикриття. Не менш важливою є їхня спроможність маневрувати та діяти на гранично малих висотах, де традиційні засоби ППО іноді мають обмеження у виявленні та ураженні повітряних цілей.

Водночас інтеграція БпЛА-перехоплювачі у систему ППО супроводжується низкою проблем, які потребують комплексного вирішення. Однією з них є проблема точного наведення. На сьогодні, через обмежені можливості самостійного виявлення повітряних цілей БпЛА-перехоплювачем, його наведення здебільшого здійснюється в ручному режимі або в

напівавтономному режимі лише на кінцевому етапі перехоплення. У разі масованих атак повітряних цілей це призводить до збільшення часу реагування та підвищує ризик втрати цілей повітряного противника. Одним із можливих шляхів вирішення цієї проблеми є інтеграція БпЛА-перехоплювачів у єдину інформаційну мережу, яка поєднує засоби розвідки та управління. Додатково перспективним напрямом є впровадження алгоритмів машинного зору та елементів штучного інтелекту, що дає змогу БпЛА автономно розпізнавати ціль на фінальному етапі перехоплення та зменшує залежність від оператора.

Ще однією важливою проблемою є забезпечення взаємодії БпЛА-перехоплювачів із власними засобами ППО, радіоелектронної боротьби та іншими безпілотними системами. У сучасних умовах насичення повітряного простору різними БпЛА, які можуть належати противнику, дружнім підрозділам або залишатися необлікованими, зростає ризик виникнення так званого дружнього вогню або ненавмисного подавлення власних засобів засобами радіоелектронної боротьби. Для мінімізації таких ризиків необхідним є впровадження систем централізованого контролю повітряного простору, у межах яких інформація про польоти власних апаратів синхронізується між різними підрозділами. Одним із можливих рішень є створення цифрових систем обліку польотів та інтегрованих карт повітряної обстановки, доступних для операторів різних підрозділів у режимі реального часу. Крім того, доцільним є розподіл частотних діапазонів для різних типів систем, використання стійких до завад каналів зв’язку, а також впровадження напівавтономних режимів роботи, коли БпЛА-перехоплювач здатний завершити перехоплення навіть у разі короткочасної втрати зв’язку з оператором.

Водночас, попри значні переваги БпЛА-перехоплювачів, їх застосування не може повністю замінити традиційні засоби ППО. Надмірний перекіс у бік безпілотних систем може створити небезпечні прогалини в системі протиповітряної оборони. Оптимальною моделлю розвитку є поєднання різних засобів у межах багаторівневої ешелонованої системи ППО, що дозволить поєднати високу ефективність традиційних засобів ППО із економічною доцільністю використання БпЛА-перехоплювачів.

Таким чином, використання БпЛА-перехоплювачів як нового елементу протиповітряної оборони, здатного підвищити ефективність боротьби з сучасними типами повітряних загроз, є важливою складовою трансформації системи ППО. Повноцінне впровадження БпЛА-перехоплювачів потребує

вирішення низки організаційних і технологічних питань від створення інтегрованих систем наведення до налагодження взаємодії між різними підрозділами та засобами боротьби.

Isaieva T. S., cadet
Scientific supervisor – Parkhomenko M. V., Cand. Sc. (Tech.)
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

REAL-TIME OBJECT DETECTION IN AERIAL RECONNAISSANCE USING DEEP LEARNING

Automated object detection in real time is a key component of modern aerial reconnaissance systems. Processing data obtained from unmanned aerial vehicles (UAVs) makes it possible to quickly obtain critical information and improve the effectiveness of decision-making in combat conditions, where response time is crucial. The increasing volume of video and image data complicates analysis and increases the risk of losing important information. Traditional image processing methods do not provide the required accuracy and speed under complex conditions. Deep learning techniques, particularly Convolutional Neural Networks (CNNs), enable the automation of image analysis and significantly improve object detection accuracy.

Despite the rapid development of deep learning and computer vision technologies, object detection in aerial reconnaissance remains a challenging task. This is due to the specific characteristics of aerial imagery, changing observation conditions, and the limited capabilities of technical systems. In addition, data processing must be performed in real time, where decision-making speed becomes critically important.

One of the main challenges in aerial reconnaissance is that objects may appear at different angles relative to the UAV observation system. Conventional horizontal bounding boxes may capture a significant portion of the background, which reduces object localization accuracy. To improve detection accuracy, oriented bounding boxes are used, which take into account the rotation angle of the object relative to the image plane.

Another challenge is the variation in object scale. The size of an object in aerial imagery depends on the UAV flight altitude, camera viewing angle, and the characteristics of the observation system. Under such conditions, the system may fail to

detect an object or may misclassify it. To address this problem, approaches that enable multi-scale analysis are applied, including multi-level feature extraction methods.

Additional complexity arises when detecting small objects that occupy only a small portion of an aerial image and contain a limited amount of informative features. During image processing within a neural network, some details may be lost, which reduces the probability of correct detection. To improve detection performance, methods that preserve high-resolution feature representations and specialized models for small-object detection are used.

Aerial reconnaissance conditions themselves also introduce challenges, including adverse weather conditions, uneven illumination, shadows, and complex terrain backgrounds. Another important limitation is computational resources, since data processing is often performed directly on UAV platforms or mobile command centers. Under such constraints, optimized algorithms are required to maintain a balance between processing speed and detection accuracy.

The effectiveness of object detection systems largely depends on the quality of the prepared datasets. For aerial reconnaissance tasks, this is particularly important because annotation errors may lead to incorrect target identification. In this study, the Supervisely platform is used to support the complete workflow for working with aerial imagery and video data. The platform allows objects to be annotated using bounding boxes and supports multi-class labeling, enabling work with different types of objects.

Modern deep learning models are widely used for automatic object detection in aerial reconnaissance. One of the most effective approaches is the YOLO (You Only Look Once) model, which performs object detection in a single pass through the neural network while simultaneously predicting object location and class. This approach provides high processing speed, which is critical for real-time systems.

Recent versions of YOLO demonstrate high detection accuracy and low inference latency, enabling efficient processing of UAV video streams. To evaluate system performance, several metrics are used, including Intersection over Union (IoU), which measures the overlap between the predicted bounding box and the ground truth object location. A generalized performance metric is the mean Average Precision (mAP). In addition, system errors such as False Positive and False Negative detections are also considered.

This work proposes an approach to improving the efficiency of object detection in aerial reconnaissance systems using deep learning models, particularly YOLO,

combined with the Supervisely platform for training data preparation. The proposed approach takes into account the characteristics of aerial imagery, including variations in object scale and the presence of small objects, which allows improving detection accuracy and reducing information processing time.

Klymenko V. S., cadet
Scientific supervisor – Tokar O. A.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

APPLICATION OF ROBOTIC GROUND SYSTEMS IN THE LOGISTICS SUPPORT OF AIR DEFENSE UNITS OF THE GROUND FORCES

The modern nature of the russian-Ukrainian war is characterized by the high intensity of hostilities and the widespread use of high-precision weapons, unmanned aerial vehicles and electronic warfare systems. Under these conditions, the requirements for both the combat capabilities of air defense units of the Ground Forces and the effectiveness of their logistics support system are significantly increasing. One of the promising directions for improving the survivability and continuity of combat operations of air defense units of the Defense Forces of Ukraine is the use of ground robotic complexes in the planning and organization of logistics support tasks.

Ground robotic complexes are technical systems on wheeled or tracked chassis capable of autonomously or remotely performing tasks such as cargo transportation, personnel evacuation, engineering support and reconnaissance. In air defense units of the Ground Forces, such systems are considered as a means of reducing risks to personnel while performing logistics tasks within the enemy's kill zone. Their use allows the redistribution of functions between personnel and automated systems, which is particularly important under conditions of constant enemy fire influence and the threat of aerial reconnaissance.

One of the main areas of their use is the transportation of ammunition and material resources. During hostilities, air defense units often operate in dispersed formations, frequently change firing positions and remain under constant threat of detection and destruction. The use of ground robotic complexes allows the delivery of anti-aircraft ammunition, small-arms cartridges, batteries for anti-aircraft drones and fuel for autonomous power sources without exposing personnel to dangerous

routes. This significantly reduces the time required to replenish stocks and increases the overall operational readiness of combat crews.

An important advantage of robotic logistics platforms is their ability to operate in conditions where the use of traditional transport vehicles is complicated or dangerous. Difficult terrain, destroyed infrastructure, mined areas or the constant threat of artillery strikes can significantly limit the mobility of conventional transport. Ground robotic complexes, especially those with tracked chassis and autonomous navigation systems, are capable of overcoming such obstacles and ensuring stable delivery of necessary supplies directly to combat positions.

Ground robotic complexes can also perform reconnaissance and surveillance tasks. Equipped with optical-electronic systems, thermal imagers and acoustic sensors, they can detect low-flying air targets, including Shahed unmanned aerial vehicles, and monitor the air situation in threatened directions and "blind zones". In addition, robotic platforms may serve as mobile observation posts capable of transmitting real-time information to command posts and combat crews of air defense systems.

They may also be used to evacuate damaged equipment and property under enemy fire, including elements of anti-aircraft systems, communication equipment and power supply systems, which helps restore the combat capability of air defense units more quickly. In certain situations, robotic platforms can evacuate wounded personnel from dangerous areas, thereby reducing the risk for evacuation teams and increasing the chances of timely medical assistance.

Another promising direction is the integration of ground robotic complexes into a unified digital control system of troops. In the future, such systems may interact with reconnaissance drones, command and control systems, and automated logistics management systems. This will allow more efficient planning of supply routes, monitoring of cargo movement and rapid response to changes in the operational situation.

At the same time, their use has certain limitations, including limited operating range, dependence on control and navigation channels, vulnerability to enemy electronic warfare systems and the need for trained operators and technical maintenance. In addition, the cost of such systems and the need to integrate them into existing logistics structures require careful planning and the development of appropriate organizational and technical solutions.

The experience of the Russian-Ukrainian war confirms that ground robotic complexes are becoming an important element of the modern logistics support system of air defense units, increasing the continuity of combat operations and the overall effectiveness of mission execution. Their further development and implementation

should therefore become one of the priorities for improving the support system of the Ground Forces of the Armed Forces of Ukraine. The gradual expansion of their capabilities, improvement of autonomy and resistance to electronic warfare, as well as the training of qualified operators will contribute to the creation of a more resilient and adaptive logistics support system capable of operating effectively in the conditions of modern high-intensity warfare.

Редько М. О., курсант
Науковий керівник – Шевчук В. В.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

ВПЛИВ БЕЗПІЛОТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ТРАНСФОРМАЦІЮ СУЧАСНОГО ПОЛЯ БОЮ

Сучасні збройні конфлікти відзначаються не лише зростанням інтенсивності бойових дій, а й суттєвою зміною їх технологічного наповнення. Одним із ключових чинників, що безпосередньо впливає на трансформацію сучасного поля бою, є активне застосування безпілотних технологій. Їх використання поступово змінює усталені підходи до ведення розвідки, організації управління військами та застосування вогневих засобів.

Метою даних тез є аналіз впливу безпілотних технологій на характер сучасних бойових дій та визначення їх ролі у трансформації тактики і системи управління в умовах збройних конфліктів сьогодення.

У сучасних умовах безпілотні літальні апарати насамперед використовуються для ведення повітряної розвідки та спостереження за діями противника. Отримання актуальної інформації в режимі близькому до реального часу дозволяє командирам підрозділів оперативно оцінювати обстановку та приймати обґрунтовані рішення з урахуванням динаміки бойових дій. Це істотно підвищує ефективність планування та зменшує часові витрати на реагування у складних тактичних умовах.

Вагомим напрямом застосування безпілотних систем є коригування вогню артилерії та інших вогневих засобів. Використання безпілотних літальних апаратів забезпечує точніше визначення координат цілей, контроль результатів ураження та

своєчасне внесення коректив. У результаті підвищується точність вогню, скорочуються витрати боєприпасів і зменшується час виконання бойових завдань.

Поряд із виконанням розвідувальних функцій, безпілотні технології дедалі частіше застосовуються як засоби безпосереднього ураження противника. Сучасні безпілотні системи дозволяють завдавати точкових ударів по об'єктах, техніці та живій силі противника на значній відстані від оператора, що знижує ризики для особового складу та розширює можливості дій у складних і небезпечних умовах.

Активне впровадження безпілотних систем зумовлює зміну тактики ведення бойових дій. Підрозділи отримують можливість діяти більш мобільно, своєчасно виявляти противника та ефективніше координувати свої дії. Постійний моніторинг місцевості ускладнює приховане переміщення сил противника й підвищує рівень контролю над бойовою обстановкою.

Окрім цього, безпілотні системи застосовуються для виконання допоміжних завдань, зокрема спостереження за визначеними районами, пошуку та ідентифікації об'єктів, а також забезпечення взаємодії між підрозділами під час виконання бойових операцій. Таке використання сприяє підвищенню узгодженості дій та вдосконаленню системи управління військами.

Отже, безпілотні технології посідають важливе місце у процесі трансформації сучасного поля бою. Їх інтеграція у практику застосування військ не лише розширює можливості розвідки та ураження, а й формує нові підходи до організації та ведення бойових дій, що потребує подальшого наукового осмислення.

Гень Ю. В., курсант
Науковий керівник – Шевчук В. М., канд. пед. наук, доц.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

РОЛЬ АВТОНОМНИХ БЕЗПІЛОТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ТРАНСФОРМАЦІЇ ОХОРОНИ ДЕРЖАВНОГО КОРДОНУ: ФУНКЦІОНАЛЬНІ МОЖЛИВОСТІ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМИ «ПРИКОРДОННИЙ ЩИТ»

Сучасна охорона кордону України у 2025–2026 рр. трансформувалася через масоване застосування противником автономних платформ. За даними ДПСУ, восьмиразове зростання інтенсивності нальотів БпЛА вичерпало ресурс

традиційної охорони, де часова вразливість людського фактору (5–12 хв) є критичною перед FPV-роями. У цьому контексті автономні безпілотні технології системи «Прикордонний щит» дозволяють сформувати динамічний інтелектуальний периметр для миттєвої нейтралізації загроз поза межами людських спроможностей.

Розуміння природи цих викликів потребує детального аналізу п'яти основних типів загроз: від маршових роїв типу Shahed до імунного до засобів РЕБ оптоволоконного керування. Дослідження показують, що активне застосування противником комплексів радіоелектронної боротьби, таких як «Борисоглєбськ-2», спричиняє значний відсоток відмов навігації, що підтверджує потребу в інерціальних системах позиціонування. Саме на подолання цих технічних викликів спрямована технологічна екосистема «Прикордонного щита», яка будується за принципом триешелонної мережевої стійкості, що цілком відповідає доктринальним підходам НАТО щодо сучасних повітряних операцій.

Функціональне ядро цієї моделі складають наземний ешелон у вигляді комплексів «Шквал» та повітряний компонент, представлений дронами-перехоплювачами. Застосування групової тактики (3–4 апарати на одну ціль) дозволяє досягти ймовірності нейтралізації загроз на рівні 0,97. Проте ефективне функціонування такої складної системи неможливе без централізованої AI-координації. Використання Edge AI-модулів забезпечує локальну обробку відеопотоків, що мінімізує затримки та дозволяє рою автономно розподіляти завдання за модифікованим RAFT-консенсусом.

Логічним продовженням технічної інтеграції є впровадження штучного інтелекту для глибокого аналізу патернів поведінки об’єктів. Процес охоплює фази детекції нейромережами типу YOLOv8 та поведінкового прогнозування за допомогою LSTM-моделей. Це дає змогу системі не лише виявляти загрози, а й автономно ініціювати запуск рою перехоплювачів за лічені секунди. Такий підхід забезпечує дотримання міжнародних стандартів відповідального використання AI, де автоматизація рутинних завдань поєднується з обов’язковим контролем оператора над летальними діями.

Практична реалізація описаної концепції демонструє високу ефективність у різних тактичних сценаріях – від відбиття масованих нальотів до перехоплення мікро-БпЛА контрабандистів. Розрахунки підтверджують, що

вартість перехоплення цілі в рази менша за потенційні збитки від її прориву, а час реагування на ДРГ скорочується у 3–5 разів. При цьому фіксація всіх дій за стандартом MISB ST 0601 забезпечує належну доказову базу для оперативно-слідчих дій.

Незважаючи на очевидні переваги, впровадження такої системи стикається з низкою викликів, зокрема правового характеру. Дотримання ст. 36 Додаткового протоколу I до Женевських конвенцій вимагає ретельної перевірки нових видів озброєння на відповідність міжнародному гуманітарному праву. Відповідно до законодавства України, принцип human-in-the-loop залишається фундаментальним, що гарантує підзвітність системи.

Підсумовуючи, можна стверджувати, що впровадження «Прикордонного щита» є життєво необхідним кроком для усунення часового розриву в реагуванні на високотехнологічні загрози. Скорочення часу відповіді до 18–25 секунд та висока економічна доцільність роблять цю концепцію ключовим елементом безпеки кордону. Для її повноцінного запуску в 2026 році пріоритетним є пілотне розгортання на найбільш загрозливих ділянках та інтеграція єдиних криптографічних протоколів розпізнавання між усіма силами оборони України.

Андрушко П. В., курсант
Науковий керівник – Гула В. В.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ У ДЕРЖАВНІЙ ПРИКОРДОННІЙ СЛУЖБІ УКРАЇНИ В УМОВАХ ЗБРОЙНОГО КОНФЛІКТУ

Збройний конфлікт, розв'язаний російською федерацією проти України, докорінно змінив характер охорони державного кордону. Державна прикордонна служба України (ДПСУ) з перших днів повномасштабного вторгнення 2022 року виявилась на передовій, де класичні методи патрулювання та спостереження виявились недостатніми для ефективного виконання завдань. У цих умовах безпілотні літальні апарати (БпЛА) перетворились із допоміжного інструменту на критично важливий елемент тактичних можливостей підрозділів охорони кордону.

Застосування БпЛА у ДПСУ охоплює декілька ключових напрямів. По-перше, повітряна розвідка і спостереження: безпілотники забезпечують цілодобовий моніторинг ділянок кордону, виявлення ознак незаконного переміщення людей, техніки та вантажів. У порівнянні з наземним патрулюванням БпЛА дозволяють охопити значно більшу площу за одиницю часу при суттєво меншому ризику для особового складу. По-друге, коригування вогню артилерії та ударні функції: підрозділи ДПСУ, що діють у складі угруповань Сил оборони, активно використовують ударні БпЛА типу FPV для знищення живої сили та техніки противника. По-третє, ретрансляція зв'язку в умовах радіоелектронного придушення — функція, що набуває дедалі більшого значення з огляду на насиченість сучасного бойового простору засобами РЕБ.

Аналіз досвіду застосування БпЛА в підрозділах ДПСУ виявляє низку актуальних проблем. Ключовою є вразливість до засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ) противника: глушіння каналів управління та GPS-сигналу призводить до втрати апаратів та унеможливлює виконання завдань. Іншою проблемою є висока витратність FPV-дронів при масованому застосуванні, що вимагає налагодження власного виробництва. Серед організаційних викликів слід виокремити відсутність єдиного стандарту підготовки операторів БпЛА у структурі ДПСУ та необхідність інтеграції безпілотних систем у загальну систему управління боєм.

Для вирішення зазначених проблем ДПСУ вживає системних заходів. У 2023 році в структурі відомства створено підрозділи безпілотних систем, особовий склад яких проходить спеціалізовану підготовку. Національна академія ДПСУ імені Богдана Хмельницького включила до навчальних програм дисципліни, присвячені застосуванню та пілотуванню БпЛА. Активно розвивається партнерство з вітчизняними виробниками безпілотних систем – зокрема, налагоджено взаємодію з компаніями, що виробляють розвідувальні БпЛА типу «Лелека-100» та «Фурія». Водночас накопичений бойовий досвід систематизується та передається в межах усього відомства через систему обміну тактичними знаннями.

Перспективи розвитку безпілотних можливостей ДПСУ пов'язані з кількома стратегічними напрямами: впровадженням елементів штучного інтелекту для автоматичного розпізнавання цілей та аналізу даних аеророзвідки; розробкою стійких до РЕБ протоколів управління із застосуванням мережевих і роєвих технологій; стандартизацією підготовки

операторів відповідно до вимог НАТО; нарощуванням власних виробничих потужностей з урахуванням досвіду бойових застосувань. Реалізація цих напрямів дозволить ДПСУ суттєво підвищити ефективність охорони державного кордону та бойові можливості в умовах збройного конфлікту.

Таким чином, БпЛА стали невід'ємною складовою тактичних дій підрозділів ДПСУ. Їх ефективне застосування потребує комплексного підходу: технічного, організаційного та освітнього. Подальший розвиток безпілотних можливостей прикордонного відомства є пріоритетним завданням у контексті адаптації до умов сучасної війни та наближення до стандартів НАТО.

Козак А. П., курсант, Парфан І. Я., курсант
Науковий керівник – Москалик С. В.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

РОЛЬ БЕЗПІЛОТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СУЧАСНІЙ ВІЙНІ

Актуальність даного питання про застосування безпілотних систем на полі бою виникла після того коли вперше масово повітряні безпілотні літальні апарати були застосовані під час Другої війни в Нагорному Карабаху, осінню 2020 року. Тоді збройні сили Азербайджану ефективно застосовували БПЛА “Bayraktar TB2” під час ураження вогневих засобів збройних сил Вірменії.

Але каталізатором розвитку й впровадження БПЛА на різних рівнях управління відбулось й відбувається після повномасштабного вторгнення росії в Україну в лютому 2022 року. Сьогодні безпілотні системи перестали застосовувати лише як засоби розвідки. Через свою дешевизну в порівнянні з іншими засобами враження, їх зараз масово використовують як засоби ураження для наземних, повітряних (як перехоплювачі інших БПЛА), та морських цілей. Активно використовуються для проведення розвідки й корегування вогню артилерії. Дистанційного мінування. Посилення засобів зв’язку в ролі ретрансляторів. Що в свою чергу кардинально змінило тактику, стратегію та економіку сучасної війни.

Проаналізувавши тенденції розвитку безпілотних систем можна чітко зрозуміти її роль на полі бою, як зараз так і в найближчій перспективі. Аналіз даної теми ґрунтується на основі відкритих джерел про ведення бойових дій в російсько-Українській війні та в новому конфлікту який розгорається в

Перській затоці. Крім того було проаналізовано власний бойовий досвід в період 2022-2024 років.

Аналіз даної інформації дозволяє виділити щонайменше три ключових моменти впливу на хід бойових дій.

По-перше, Це асиметричність та економічна ефективність. Масове використання росією дронів-камікадзе “Шахед” змусило шукати симетричну дешеву відповідь, оскільки збиття дорогими й дефіцитними ракетами Patriot є економічно виснажливим. Відповіддю України стало створення дронів-перехоплювачів, вартість яких в десятки рази дешевше традиційних засобів ППО.

По-друге, це автономність та інтеграція штучного інтелекту. Сучасне поле бою характеризується тотальним придушенням сигналів GPS та інтенсивною роботою РЕБ. Для подолання цього бар’єру українські розробники впроваджують системи управління, що дозволяють дронам зберігати працездатність в умовах глушіння. Крім того, використання ШІ для аналізу величезних масивів відеоданих дозволяє автоматизувати виявлення цілей та прискорювати прийняття рішень на різних рівнях управління.

По-третє, це розширення спектру застосування. Окрім повітряних дронів, дедалі більшої ваги набувають наземні роботизовані комплекси (НРК). Вони використовуються не лише для логістики та евакуації поранених але й для підтримки штурмових дій, виконання інженерних завдань, а саме проведення дистанційного мінування та встановлення невибухових загороджень. Також варто відзначити появу гібридних систем, як-то запуск дронів-перехоплювачів з морського безпілотника “Magura”, що перетворює останні на мобільні платформи ППО.

Сьогодні дрони є основним інструментом, що формує “бойову реальність”: вони забезпечують ситуаційну обізнаність, завдають вогневого ураження, виконують завдання ППО та логістики. Ключовими трендами подальшого розвитку є : автономізація, масовість й здешевлення виробництва, адаптація тактико-технічних характеристик під виклики сьогодення й найближчого майбутнього. Інтеграція й об’єднання в єдину інформаційну систему для ефективної взаємодії між підрозділами на полі бою та якісної протидії ворожим засобам РЕБ, РЕР.

Кісельов Д. В., курсант
Науковий керівник – Кмін А. О., Ph.D.
Національна академія сухопутних військ
імені гетьмана Петра Сагайдачного

БЕЗПІЛОТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ВИЗНАЧАЛЬНИЙ ЕЛЕМЕНТ СУЧАСНОЇ ВІЙНИ

В умовах сучасних безпекових викликів характер ведення бойових дій дуже змінився. Основним фактором цих змін стало масове введення безпілотних систем, які перетворилися з допоміжних засобів розвідки на ключовий елемент вогневого ураження та управління підрозділами. Сьогодні дрон – це не просто авіаційна одиниця, а невід'ємна складова тактичної ланки відділення-взвод, що безпосередньо впливає на живучість особового складу та успіх у бойових операціях.

Головною перевагою безпілотних технологій є забезпечення розвідки та контроль поля бою. Використання розвідувальних БпЛА типу Mavic або Matrice дозволяє командиру отримувати картинку у реальному часі. Це критично скорочує час від виявлення цілі до її знищення (sensor-to-shooter link). Будь-яке висування ворожої бронетехніки чи накопичення піхоти виявляється за лічені хвилини, що робить класичні глибокі прориви колон майже неможливими без потужного прикриття засобами РЕБ. Таким чином, зникає "туман війни", а фактор раптовості стає дедалі важчим для реалізації.

Окреме місце в системі сучасного озброєння посідають FPV-дрони (First Person View), які стали "довгою рукою" сучасної піхоти. Завдяки високій точності та маневреності, вони здатні уражати бронетехніку противника в найбільш вразливі зони: дах башти, моторний відсік або забаштові ніші. Низька вартість таких засобів у порівнянні з класичними ПТРК робить їх масовим та ефективним способом протидії, дозволяючи знищувати техніку вартістю в мільйони доларів за допомогою недорогих цивільних ресурсів.

Окрім повітряних засобів, стрімко розвиваються безпілотні наземні апарати. Вони поступово перебирають на себе виконання найнебезпечніших завдань: евакуацію поранених з-під обстрілу, дистанційне мінування територій та підвезення боєкомплекту на передові позиції ("останнє плече" логістики). Це дозволяє зберегти життя досвідчених фахівців, замінюючи людину машиною там, де ризик для життя є критичним.

Проте масове впровадження безпілотних систем стикається з серйозним викликом – розвитком радіоелектронної боротьби. Постійне "змагання" між частотами керування дронами та засобами їх придушення вимагає від операторів високої адаптивності та вміння працювати в умовах інтенсивних радіоперешкод. Перспективним напрямком вирішення цієї проблеми є впровадження елементів штучного інтелекту для автоматичного захоплення та супроводження цілей, що дозволяє дрону виконувати завдання автономно навіть після втрати зв’язку з пультом керування.

Отже, безпілотні технології не міняють традиційну піхоту чи артилерію, але вони докорінно диктують нові правила гри. Перевагу на полі бою сьогодні отримує той, хто швидше впроваджує технічні інновації, ефективніше інтегрує цифрові системи управління та має підготовлений особовий склад, здатний миттєво адаптуватися до змін умов сучасної високотехнологічної війни.

Окремим етапом еволюції безпілотних технологій стало масове використання засобів нічного бачення та термальних сенсорів. Впровадження дронів із тепловізійною оптикою дозволило підрозділам вести ефективну розвідку та наносити удари у темну пору доби, що раніше вважалося відносно безпечним часом для ротації чи підвезення БК. Це дозволяє особовому складу дотримуватися світломаскування та використовувати спеціальні засоби захисту від тепловізійного виявлення, що значно ускладнює логістичні операції противника в нічний час.

Критично важливим аспектом функціонування БпС є стійкість до засобів радіоелектронної боротьби. Сучасне протистояння – це постійна боротьба частот.

Метельський Д. І., курсант
Науковий керівник – Хомчук В. Я.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ПРОТИДІЯ ПЕРЕДАВАННЮ ІНФОРМАЦІЇ ТА СИГНАЛІВ НА БОРТОВІ СИСТЕМИ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Сучасні бойові дії характеризуються широким застосуванням безпілотних літальних апаратів (далі - БПЛА) для виконання різних завдань з ведення розвідки, коригування вогню та спостереження за переміщенням військ.

Ефективність застосування розвідувальних БПЛА значною мірою залежить від можливості прийому БПЛА команд від оператора та передачі отриманих даних до оператора. Канали передачі відеоінформації, телеметрії та координат цілей у більшості випадків використовують радіочастотний спектр, що робить їх уразливими до впливу засобів протидії. Переривання зв'язку не лише дезорієнтує апарат, а й унеможливлює отримання розвідданих оператором, фактично нівелюючи мету вильоту.

У зв’язку з цим є актуальним дослідження методів та способів комплексної протидії каналам передачі інформації та управління БПЛА за допомогою нейромережевих технологій інтегрованих в системи протидії технічним розвідкам.

Передача інформації від БПЛА до оператора зазвичай здійснюється через декілька каналів зв’язку, зокрема: канал управління польотом, канал передачі відеоінформації, канал телеметричних даних, канал передачі координат і розвідувальної інформації через ретрансляційні або супутникові системи.

Найбільш поширеними є радіоканали в діапазонах 2,4 ГГц та 5,8 ГГц, а також інші спеціалізовані частотні діапазони. Використання таких каналів створює можливості для їх виявлення, аналізу та подальшого впливу засобами протидії.

До основних методів протидії передачі розвідувальної інформації від БПЛА належать:

Радіоелектронне подавлення каналів зв’язку (подавлення передачі відеосигналів та телеметрії).

Подавлення каналів управління (призводить до втрати контролю над БПЛА та переходу апарата у аварійний режим або режим повернення).

Виявлення та класифікація сигналів БПЛА (аналіз сигналів дозволяє визначити тип каналу передачі даних та застосувати оптимальний режим подавлення).

Комплексне застосування засобів протидії та систем виявлення (поєднання засобів розвідки, подавлення та автоматизованого аналізу спектру дозволяє значно підвищити ефективність протидії БПЛА).

Основними перевагами при використанні нейромережевих технологій інтегрованих у системи протидії технічним засобам розвідки з БПЛА можна виділити:

інтелектуальна радіоелектронна розвідка на основі штучного інтелекту та машинного навчання (автоматична ідентифікація - використання навчених нейромереж для миттєвого розпізнавання «цифрового підпису» конкретної моделі БПЛА (наприклад, DJI, Skydio або Shield AI) за мікроструктурою сигналу);

прогностичне маневрування частотою: нейромережа аналізує алгоритм роботи псевдовипадкове перелаштування робочої частоти супротивника та дозволяє засобам протидії «випереджати» сигнал, блокуючи наступний пакет даних ще до його відправки;

спуфінг навігаційного поля (не просто блокування GPS, а трансляція фальшивих координат, що змушує БПЛА «вважати», що він перебуває у безпечній зоні, або провокує його на аварійну посадку в контрольованому районі);

маніпуляція потоком даних (впровадження в канал передачі інформації для перехоплення відеопотоку в реальному часі без припинення його роботи або підміна зображення);

експлуатація вразливостей протоколів (використання специфічних програмних помилок у протоколах зв'язку (наприклад, OcuSync або Lightbridge) для дистанційного вимкнення передавача БПЛА;

У сучасних умовах ведення бойових дій БПЛА є важливим елементом у системі розвідки. Ефективність їх застосування значною мірою залежить від надійності каналів прийому та передачі інформації тому подальші дослідження мають бути спрямовані на інтеграцію нейромережевих технологій в системи протидії технічним розвідкам, що дозволить в значній мірі підвищить ефективність їх використання.

Кужель А. О., курсант
Науковий керівник – Рачок Р. В., д-р. техн .наук, проф.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

ОРГАНІЗАЦІЯ КАНАЛІВ ЗВ’ЯЗКУ ДЛЯ УДАРНИХ FPV-КОМПЛЕКСІВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ПОВІТРЯНИХ РЕТРАНСЛЯЦІЙНИХ ВУЗЛІВ

Класична побудова системи зв’язку між оператором та безпілотним літальним апаратом (БпЛА) типу FPV (First Person View) передбачає безпосередню передачу даних за схемою «точка-точка» без використання проміжних вузлів. Ефективність такої схеми суворо обмежена фізичними властивостями поширення радіохвиль, оскільки вимагає забезпечення прямої видимості між антенами. Під час атаки цілей, що знаходяться у низинах або за

перешкодами, пряма радіовидимість між оператором та БпЛА втрачається, що робить керування та передачу відео неможливим. Це зумовлює необхідність пошуку нових варіантів побудови мереж зв'язку для ударних комплексів.

Метою дослідження є обґрунтування принципів організації каналів радіоуправління та передачі відеоданих для FPV-дронів із застосуванням повітряних ретрансляційних вузлів.

Для подолання фізичних обмежень прямої видимості та розширення радіусу застосування БпЛА доцільно застосовувати архітектуру зв’язку з використанням повітряного вузла ретрансляції. У цій схемі класична топологія трансформується у таку схему: наземна станція керування (НСК) – дрон-ретранслятор – кінцевий FPV-дрон. Функціонування такої системи базується на принципі проміжного перетворення та посилення сигналів обох сегментів зв’язку: радіоуправління та відеопотоку. Дрон-ретранслятор, що перебуває у заданій точці на висоті 300–500 метрів, виконує роль «повітряної щогли». Такий підхід дозволяє перенести точку передачі та прийому сигналу на значну висоту, що фактично нівелює вплив рельєфу на якість з’єднання та розширює площу допустимого завдання ударів противнику.

Фізичним обмеженням при розробці та експлуатації аеромобільних ретрансляційних комплексів є максимальна вантажопідйомність безпілотного апарата-носія. Залежно від типу використовуваного БпЛА, допустима маса корисного навантаження зазвичай варіюється в межах від 3 до 7 кілограмів. З огляду на це, до бортового ретрансляційного обладнання висуваються вимоги щодо мінімізації масогабаритних показників за одночасного забезпечення високого рівня енергоефективності. Живлення активного телекомунікаційного обладнання виключно від штатної акумуляторної батареї БпЛА призводить до стрімкого скорочення максимального часу автономного польоту через зростання загальної маси та додаткове навантаження на систему живлення. Як наслідок, відсутність оптимізації ваги та використання єдиного джерела живлення без встановлення резервних акумуляторів для ретранслятора критично знижує тривалість перебування комплексу в повітрі, тим самим знижує оперативні показники підрозділу.

Ключовим технічним викликом при побудові такої системи є забезпечення електромагнітної сумісності бортового обладнання БпЛА-ретранслятора. Щоб уникнути явища затухання, коли потужний передавач ретранслятора пригнічує власний чутливий приймач, застосовується частотне

та фізичне рознесення антен. Тобто, якщо керування кінцевим FPV-дроном здійснюється на частоті 915 МГц, то транспортний канал між НСК та ретранслятором повинен функціонувати в іншому діапазоні (наприклад, 868 МГц).

Отже, впровадження повітряних ретрансляційних вузлів у архітектуру ударних комплексів забезпечує низку критичних тактичних переваг. По-перше, забезпечується можливість маневрування та заходу на ціль на наднизьких висотах безпосередньо над поверхнею землі, оскільки кут піднесення антени ретранслятора відносно FPV-дрона залишається високим. По-друге, значно підвищується безпека екіпажу: використання повітряного вузла дозволяє винести НСК на значну відстань від лінії бойового зіткнення та працювати з глибоких укриттів, оскільки основне джерело радіочастотного випромінювання генерується дроном-ретранслятором у повітрі. Загалом, використання БпЛА-ретрансляторів дозволяє перетворити вразливий канал прямої видимості на стійку систему управління ударними безпілотниками за умови раціонального використання ресурсів.

Рябенький Д. Р., курсант, Рябенька К. Р., курсант
Науковий керівник – Каштелян С. О., канд. військ. наук, доц.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

РОЛЬ БЕЗПІЛОТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СУЧАСНІЙ ВІЙНІ

Сучасні збройні конфлікти характеризуються стрімким впровадженням безпілотних авіаційних систем (БАС) та інших автономних платформ, що кардинально змінює характер ведення бойових дій. Досвід останніх конфліктів, зокрема війни на території України, демонструє, що безпілотні літальні апарати (БПЛА) перетворилися з допоміжного інструменту розвідки на самостійний і вирішальний засіб ураження.

Розвиток БПЛА пройшов кілька якісних стрибків. Від перших розвідувальних дронів часів В'єтнамської та Афганської воєн до сучасних ударних систем типу Bayraktar TB2, Shahed-136 чи FPV-дронів першої особи. Сьогодні безпілотні платформи виконують широкий спектр завдань: стратегічна та тактична розвідка, коригування артилерійського вогню, ударні

місії проти бронетехніки й особового складу, радіоелектронна боротьба, ретрансляція зв'язку, а також логістичне забезпечення підрозділів у зоні вогневого контакту.

Особливого значення набули так звані «дрони-камікадзе» - одноразові ударні БПЛА, здатні вражати цілі з високою точністю при відносно низькій вартості. Масове застосування подібних систем дозволяє насичувати простір загрозами, що перевантажує засоби протиповітряної оборони (ППО) противника. Зокрема, досвід українсько-російської війни засвідчив ефективність скоординованих роїв дронів, здатних одночасно атакувати кілька об'єктів критичної інфраструктури. Це породжує нову проблему асиметрії витрат: перехоплення дешевого дрону дорогою зенітною ракетою є економічно невигідним і стратегічно контрпродуктивним.

Безпілотні технології суттєво вплинули на характер розвідки та спостереження. Сучасні БПЛА оснащені оптоелектронними та інфрачервоними сенсорами, радарами синтезованої апертури і засобами радіоелектронної розвідки, що забезпечує постійний моніторинг поля бою в режимі реального часу. Ця здатність до стійкого спостереження (persistent surveillance) не лише підвищує ситуаційну обізнаність командирів, але й скорочує «петлю Бойда» - цикл прийняття рішень від виявлення цілі до її ураження. Тактика «знайди -зафіксуй - ідентифікуй - вражай» стає реалізованою навіть на рівні взводу чи роти.

Поширення БПЛА потребує перегляду концепцій захисту. Протидія безпілотним загрозам (контр-БАС) перетворилася на окремий напрям воєнного мистецтва. Сучасні системи контр-БАС включають кінетичні перехоплювачі, лазерні установки, засоби радіоелектронного пригнічення, а також мережі виявлення з елементами штучного інтелекту (ШІ). Проте жоден окремий метод не є універсальним, що вимагає розробки ешелонованої та багатоспектральної системи захисту.

Окремого розгляду заслуговує інтеграція ШІ в управління БПЛА. Алгоритми машинного навчання застосовуються для автоматичного розпізнавання цілей, прокладення маршрутів в умовах радіоелектронного придушення, а також для координації роїв дронів без участі оператора. Водночас автономне ураження цілей піднімає гострі питання міжнародного гуманітарного права та етики: хто несе відповідальність за дії машини, що самостійно приймає рішення про застосування летальної сили? Ці питання поки не мають однозначних відповідей і є предметом активної дискусії у міжнародному співтоваристві.

Таким чином, безпілотні технології стали визначальним елементом сучасної війни. Їх вплив охоплює всі рівні - від індивідуального солдата до стратегічного командування. БПЛА демократизують деякі можливості ведення бойових дій, роблячи їх доступними для держав з обмеженими ресурсами. Водночас вони ставлять нові вимоги до доктрини, підготовки особового складу, розвитку озброєнь і правового регулювання. Подальший прогрес у сферах ШІ, матеріалознавства та зв'язку неминуче посилить роль безпілотних систем, що зумовлює необхідність їх комплексного дослідження та системного впровадження у структуру збройних сил.

Вишневський М. І., курсант
Науковий керівник – Рачок Р. В., д-р. техн. наук, проф.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

ЗАСТОСУВАННЯ MIMO-СИСТЕМ У НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСАХ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗВ’ЯЗКУ В УМОВАХ ВІДСУТНОСТІ ПРЯМОЇ ВИДИМОСТІ

Аналіз сучасного досвіду бойових дій та охорони державного кордону дозволяє зробити висновок, що роль наземних роботизованих комплексів (НРК) надалі лише зростатиме. Саме роботизація вбачається тим ключовим фактором, який дозволяє мінімізувати ризики для життя особового складу прикордонних нарядів під час виконання розвідувальних чи логістичних завдань у небезпечних зонах. Проте результати досліджень технічного аспекту експлуатації таких платформ свідчать, що головною «Ахіллесовою п’ятою» сучасних НРК залишається стабільність каналу зв'язку.

Застосування стандартних антенних рішень у специфічних умовах прикордонної служби часто виявляється малоефективним. Прикордонна місцевість, що характеризується наявністю густих лісів, ярів або щільної забудови, створює умови, де пряма видимість між оператором і платформою втрачається майже миттєво. Впровадження технології MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) у таких випадках слід розглядати не просто як модернізацію, а як критичну технічну необхідність.

Унікальність технології MIMO полягає у зміні самої парадигми сприйняття радіосигналу. Замість боротьби з багатопроменевістю, вона використовується як додатковий ресурс. Завдяки просторовому рознесенню антен створюються умови, за яких сигнал, відбиваючись від перешкод, не згасає, а підсилюється на приймальній стороні. Такий підхід видається раціональним шляхом для забезпечення безперебійної передачі відеопотоку високої чіткості, необхідного для якісного дистанційного управління.

Окремої уваги заслуговує поєднання MIMO з адаптивними антенними решітками. В умовах активного застосування засобів РЕБ адаптивність дозволяє зберегти стабільне управління. Принципова позиція полягає в тому, що сучасна антенна система має бути інтелектуальною, здатною самостійно визначати напрямок завади та формувати відповідні зміни в діаграмі спрямованості.

Отже, впровадження інтелектуальних систем зв'язку в прикордонних підрозділах є раціональним напрямом підвищення надійності НРК. Використання запропонованих підходів дозволить забезпечити технічну перевагу, підвищити ефективність захисту державного кордону та, що найважливіше, зберегти життя військовослужбовців.

Datsinko I. S., cadet
Scientific supervisor – Borovyi V. I., Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

ANALYSIS AND BRIEF CHARACTERISTICS OF THE NEWEST DOMESTIC UNMANNED ATTACK MEANS

In the fifth year of the full-scale war between the Russian Federation and Ukraine, it is becoming increasingly obvious that the main role in delivering and repelling air strikes belongs to unmanned aerial vehicles. We will analyze the latest unmanned aerial vehicles that are already in service with units of the Armed Forces of Ukraine, and provide their main tactical and technical characteristics, as well as examples of the use of various types of unmanned aerial vehicles during the russian-Ukrainian war.

The most effective unmanned aerial vehicles used by our state when striking important enemy targets include, first of all, domestically produced cruise and ballistic

missiles. These are the cruise missiles "Flamingo", "Neptune" ("Long Neptune"), "Trembita", the ballistic missile "Grim-2" ("Sapsan"), as well as the so-called drone missiles "Palyanytsia", "Hell", "Ruta".

The cruise missile "Flamingo" can be used against enemy targets located up to 3,000 km from the launch position. It has a warhead weighing up to 1000 kg and flies at a speed of 950 km/h. The first use of this missile became known in August 2025, when a group of enemy boats was hit near the city of Armyansk. The cruise missile "Neptune" is designed to hit enemy targets at a range of 300 km, has a warhead weight of 150 kg and a flight speed of 900 km/h. The most famous and first successful application was the destruction of the cruiser "Moskva" in 2022. In addition, the "Neptune" cruise missile was modified and a new long-range missile, "Long Neptune", was developed and presented at the end of last summer, which is capable of hitting targets at a distance of up to 1,000 km. Other characteristics of this missile have not yet been officially disclosed. In November 2025, this missile attacked the port of Novorossiysk. The "Trembita" cruise missile belongs to medium-range weapons. It is equipped with a warhead weighing 20 kg, has a speed of 400 km/h and is capable of hitting targets at a distance of 150 km.

The "Grim-2" ballistic missile, also known as "Sapsan", is part of the operational-tactical missile complex and is capable of hitting targets at a distance of up to 500 km, has a warhead weight of 500 kg and a maximum speed of 6,370 km/h. Information about its successful testing has been disseminated. Data on combat use has not been disclosed.

The "Palanytsia" drone missile hits targets at a distance of 650 km, the weight of its warhead is 100 kg, and the maximum flight speed reaches 900 km/h. It was first used on August 24, 2024 at an ammunition depot in the Voronezh region. The "Peklo" drone missile is designed to strike enemy rear facilities located at a distance of 700 km. The mass of its warhead is 50 kg, and the flight speed is 700 km/h. The "Ruta" drone missile is capable of hitting enemy targets at a distance of up to 300 km, and has a flight speed of 800 km/h. The weight of the warhead of this missile has not been disclosed.

Since the enemy first used "Shahed"-type strike unmanned aerial vehicles in the fall of 2022, Ukraine has gained extensive experience in intercepting various types of enemy drones. Currently, five types of domestic interceptor drones are known to have been successfully used.

The P1-SUN drone, developed by SkyFall, is one of the most popular models, combining the functions of a quadcopter and a mini-missile. It can hit targets at a distance of up to 20 km, has a maximum speed of 450 km/h and a maximum flight altitude of 5,000 meters. The mass of its warhead is 800 grams. The Sting interceptor drone, developed by Wild Hornets based on an FPV drone, has a maximum flight range of 35 km, develops a speed of over 300 km/h and can be used at an altitude of up to 7,000 meters. The mass of the warhead of such an interceptor drone is 500 grams. The F7 LITAVR interceptor drone, developed by F-Drones, can be used at a range of up to 35 km, has a speed of 300 km/h, and a flight duration of up to 15 minutes. The warhead weighs 500 grams, and its altitude of use is not disclosed. The Merops drone, the production technology of which was borrowed from the American company Swift Beat, has a speed of over 280 km/h. Other characteristics of this interceptor drone have not yet been disclosed. The latest development in this area is the Octopus-100 interceptor drone, developed by TAF Industries. Its characteristics have not yet been disclosed.

Thus, our state has acquired quite extensive experience in the development and use of various types of unmanned vehicles, which are successfully used by defense units during the russian-Ukrainian war.

Ладжун А. О., курсант
Науковий керівник – Боровський В. С.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

РОЛЬ БЕЗПІЛОТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ОХОРОНИ ДЕРЖАВНОГО КОРДОНУ УКРАЇНИ В УМОВАХ СУЧАСНОЇ ВІЙНИ

Сучасний етап розвитку військового мистецтва характеризується активним впровадженням новітніх технологій у сфері безпеки та оборони. Це стало особливо актуальним для України в умовах повномасштабної збройної агресії. Одним із ключових технологічних напрямків модернізації системи охорони державного кордону стало використання безпілотних технологій, які забезпечують ефективний моніторинг, розвідку та реагування на загрози в прикордонній смузі.

Державна прикордонна служба України (далі - ДПСУ), як складова сектору безпеки та оборони, виконує завдання щодо забезпечення недоторканності державного кордону, протидії незаконній діяльності та участі у відбитті збройної агресії. У сучасних умовах виконання цих завдань неможливе без широкого використання безпілотних авіаційних комплексів (далі - БпАК), які значно розширюють можливості прикордонних підрозділів щодо отримання оперативної інформації та прийняття ефективних управлінських рішень.

Безпілотні технології відіграють важливу роль у здійсненні інформаційно-аналітичної діяльності у сфері безпеки та оборони. Їх використання дозволяє здійснювати повітряний моніторинг прикордонної смуги, виявляти ознаки незаконної діяльності та координувати дії прикордонних нарядів у режимі реального часу. Як зазначають дослідники, використання безпілотних літальних апаратів дозволяє значно підвищити ефективність виявлення правопорушників на державному кордоні, особливо у складних природно-географічних умовах та на важкодоступних ділянках кордону.

Важливою особливістю використання безпілотних систем є можливість їх поєднання з іншими технічними засобами охорони кордону, зокрема комплексами радіоелектронного моніторингу. Така інтеграція дозволяє здійснювати багаторівневий контроль прикордонної смуги. Зокрема, первинне виявлення правопорушника може бути здійснене за допомогою систем технічного спостереження, після чого безпілотний літальний апарат використовується для уточнення місцезнаходження об'єкта, моніторингу його переміщення та передачі інформації силам реагування на зміни в обсановці.

Дослідження показують, що використання безпілотних авіаційних систем у режимі польоту дозволяє скоротити час пошуку правопорушника приблизно на 20–28%, що значно підвищує ефективність реагування прикордонних підрозділів.

Умови сучасної війни значно розширили функціональні можливості безпілотних систем. Якщо раніше їх використання здебільшого обмежувалося спостереженням та моніторингом, то сьогодні вони активно використовуються для ведення повітряної розвідки, коригування вогню, об'єктивного контролю результатів ураження противника та виконання інших бойових завдань. Таке розширення функціональності зумовлене тим, що Державна прикордонна

служба України входить до складу Сил безпеки та оборони та бере безпосередню участь у виконанні завдань з оборони держави.

Важливим аспектом використання безпілотних технологій є їх нормативно-правове забезпечення. Правові підстави використання безпілотних авіаційних систем у діяльності органів охорони державного кордону базуються на нормах законодавства України, зокрема Законі України «Про Державну прикордонну службу України», Повітряному кодексі України та інших нормативних актах, що регулюють порядок використання повітряного простору. Ці документи визначають основні повноваження Державної прикордонної служби України щодо використання технічних засобів для забезпечення недоторканності державного кордону.

Водночас, сучасні умови воєнного стану спричинили значну трансформацію функцій безпілотних систем. Вони еволюціонували від допоміжного засобу спостереження до одного з ключових елементів забезпечення безпеки державного кордону. Безпілотні авіаційні системи використовуються для виявлення диверсійно-розвідувальних груп, моніторингу прикордонної інфраструктури, протидії незаконному переміщенню товарів та зброї, а також для виконання розвідувальних завдань у районах бойових дій.

Шевчук І. В., курсант
Науковий керівник – Катеринчук І. С., д-р. техн. наук, проф.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

ІНТЕГРАЦІЯ АЛГОРИТМІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ НАЗЕМНИМИ ДРОНАМИ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ЗОН ВИСОКОГО РИЗИКУ ТА ВИЯВЛЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

Сучасна концепція ведення бойових дій та гарантування безпеки на стратегічних об’єктах, зокрема на прикордонних пунктах пропуску, вимагає впровадження автономних рішень, що здатні мінімізувати перебування людини в зоні потенційного ураження. Використання наземних роботизованих комплексів (НРК) для розвідки та моніторингу є ключовим трендом, проте їхня ефективність критично залежить від здатності діяти в умовах перешкод, втрати зв’язку та необхідності оперативного аналізу специфічних загроз. Саме тому

інтеграція алгоритмів штучного інтелекту (ШІ) безпосередньо в бортові системи керування дронами є необхідною умовою для створення автономних систем нового покоління, здатних не лише пересуватися територією, а й виконувати складні діагностичні завдання.

Одним із найперспективніших напрямків, що розглядається в рамках мого дипломного проєкту, є поєднання мобільності наземних дронів із високоточними системами детекції небезпечних матеріалів. Зокрема, йдеться про автоматизацію процесу виявлення радіоактивних та ядерних речовин за допомогою інтеграції в роботизовану платформу спеціалізованих датчиків, таких як пристрій «Янтар». У класичному варіанті система «Янтар» є стаціонарною, що обмежує її гнучкість. Проте встановлення її полегшених аналогів або інтеграція її логіки аналізу даних у мобільну платформу під управлінням ШІ дозволяє перетворити статичний чек-поінт на динамічну систему перехоплення небезпечних вантажів. Штучний інтелект у цьому контексті відіграє роль інтелектуального фільтра: він здатен у реальному часі зіставляти дані про радіаційний фон із візуальними даними комп'ютерного зору, автоматично ідентифікуючи об'єкти (транспортні засоби чи контейнери), які потребують поглибленої перевірки.

Технічна складність такої інтеграції полягає в тому, що в зонах високого ризику — будь то прикордонний пункт під час обстрілу чи зона техногенної катастрофи — стабільний зв’язок з оператором часто відсутній. Тут ШІ бере на себе функцію автономної навігації без GPS, використовуючи алгоритми SLAM для побудови карти місцевості та візуальну одометрію для орієнтації в просторі. Коли дрон, обладнаний системою типу «Янтар», виявляє аномальне випромінювання, алгоритм самостійно приймає рішення про зміну траєкторії для локалізації джерела загрози, не чекаючи команди від оператора. Це дозволяє реалізувати сценарій «розумного патрулювання», де робот самостійно обстежує територію, проводить первинний аналіз спектрів випромінювання та передає лише критично важливі звіти, заощаджуючи ресурс акумулятора та пропускну здатність каналів зв’язку.

Крім того, використання нейромереж дозволяє вирішити проблему хибних спрацювань, які часто виникають у складних умовах експлуатації датчиків радіаційного контролю. ШІ може враховувати фактори навколишнього середовища, природний фон та технічні похибки, підвищуючи достовірність детекції небезпечних матеріалів на кордоні. Таким чином, поєднання мого

дипломного дослідження щодо систем «Янтар» із технологіями штучного інтелекту відкриває шлях до створення універсальних автономних комплексів. Такі дрони стають не просто засобами спостереження, а інтелектуальними вузлами безпеки, що здатні автономно виявляти приховані загрози в умовах, де використання стаціонарних систем або залучення персоналу є неможливим чи занадто ризикованим.

Січевська К. В., курсант
Науковий керівник – Катеринчук І. С., д-р. техн. наук, проф.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

ГІБРИДНА АДАПТИВНА СИСТЕМА ПРИХОВАНОГО РАДІОЗВ'ЯЗКУ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ В УМОВАХ АКТИВНОЇ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ

Сучасні реалії охорони державного кордону України доводять, що безпілотні літальні апарати є базовим інструментом розвідки та моніторингу. Однак в умовах активного застосування противником маневрових засобів радіоелектронної розвідки та придушення традиційні канали керування дронами стають критично вразливими. Висока спектральна щільність сигналів сучасних БПЛА робить їх ідеальною ціллю для автоматизованих пеленгаторів, які здатні миттєво виявляти випромінювання та наводити вогневі засоби на оператора або сам апарат. Отже, виникає гостра потреба у впровадженні систем зв'язку, що функціонують за принципом «цифрової невидимості», маскуючи корисний сигнал під природний ефірний шум.

Аналіз існуючих методів розширення спектра свідчить, що використання виключно технології прямого розширення або лише стрибкоподібної перебудови робочої частоти не здатне повною мірою забезпечити скритність та завадостійкість. Тому в нашому дослідженні запропоновано гібридну адаптивну систему прихованого зв’язку, яка поєднує переваги обох підходів. Інформаційний потік спочатку піддається прямому розширенню спектра за допомогою псевдовипадкової послідовності, що знижує його спектральну щільність потужності нижче рівня теплових шумів, а потім переміщується по частотній сітці за псевдовипадковим законом.

Для ефективного управління параметрами гібридної радіолінії розроблено авторський алгоритм багатопараметричного прихованого контролю. Алгоритм функціонує за принципом безперервного моніторингу відношення сигналу до завади в каналі. У разі фіксації підвищеної активності ворожих засобів РЕБ алгоритм ініціює збільшення бази розширеного сигналу шляхом зниження інформаційної швидкості. Якщо ресурс прямого розширення спектра вичерпується, система здійснює частотний маневр, виводячи радіолінію з-під дії прицільної завади. Такий підхід гарантує забезпечення мінімальної ймовірності виявлення радіосигналу енергетичними детекторами противника при збереженні допустимого рівня бітових помилок для передачі телеметрії та команд управління.

Апаратна реалізація запропонованої архітектури розрахована на використання програмно-визначеного радіо, зокрема компактних платформ серії Ettus USRP B200mini, які інтегруються з бортовими обчислювачами БПЛА. Використання вбудованої програмованої логічної інтегральної схеми Spartan-6 дозволяє виконувати ресурсоємні операції цифрового змішування, швидкого перетворення Фур'є та кореляційної обробки в реальному часі без надмірного навантаження на центральний процесор безпілотника. Це забезпечує мінімальні затримки передачі команд та високу енергоефективність, що є критичним фактором для збереження тривалості автономного польоту.

Моделювання гібридної системи в середовищі MATLAB/Simulink за методом статистичних випробувань підтвердило високу ефективність запропонованих рішень. Результати імітаційних експериментів доводять, що використання алгоритму MPSC та гібридного методу формування сигналу дозволяє підтримувати надійний канал зв'язку навіть у ситуаціях, коли потужність завади суттєво перевищує потужність корисного випромінювання на вході приймача.

Впровадження розробленої гібридної адаптивної системи прихованого зв’язку здатне якісно підвищити рівень виживання безпілотних авіаційних комплексів Державної прикордонної служби України в умовах інтенсивного радіоелектронного протиборства, нівелюючи перевагу противника в засобах радіотехнічного моніторингу.

Січевська К. В., курсант
Науковий керівник – Катеринчук І. С., д-р. техн. наук, проф.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

ВИКОРИСТАННЯ АПАРАТНИХ ОБМЕЖЕНЬ СИСТЕМ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ РОЗВІДКИ ПРОТИВНИКА В ХОДІ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Досвід застосування безпілотних авіаційних комплексів підрозділами Державної прикордонної служби України засвідчує, що канали зв’язку та управління є пріоритетною ціллю для ворожих засобів радіоелектронної розвідки. Сучасні автоматизовані станції противника здійснюють постійний моніторинг ефіру, пеленгуючи джерела випромінювання для подальшого наведення засобів вогневого ураження. Проте, детальний аналіз архітектури сучасних комплексів моніторингу дозволяє виявити низку критичних апаратних та алгоритмічних вразливостей, які можна ефективно використати для забезпечення прихованості українських безпілотників.

Незважаючи на високу технологічність цифрової обробки, ворожі системи РЕР мають фундаментальні фізичні обмеження швидкості панорамного огляду спектра. Жоден сучасний приймач розвідки не здатний аналізувати весь робочий діапазон частот одночасно з максимальною роздільною здатністю, що змушує його перемикатися між піддіапазонами і створює "сліпі" часові вікна. Крім того, процес детектування базується на алгоритмах швидкого перетворення Фур’є, що вимагає математичної латентності - певного часу для накопичення енергії сигналу, аби подолати встановлений поріг виявлення. Додатковими обмежувальними факторами є фазові шуми гетеродинів та ліміти динамічного діапазону аналого-цифрових перетворювачів ворожих станцій, які легко перевантажуються в умовах індустріальних завад та щільного цивільного радіотрафіку.

Для експлуатації зазначених недоліків пропонується використання технологій програмно-визначеного радіо, зокрема компактних платформ на базі програмованих логічних інтегральних схем, що інтегруються безпосередньо в БПЛА. Використання гнучкої архітектури SDR дозволяє формувати складні шумоподібні гібридні сигнали, що поєднують пряме розширення спектра та надшвидку стрибкоподібну перебудову робочої частоти.

Фізична суть такого захисту полягає у тому, що тривалість перебування корисного сигналу управління на одній частоті робиться суттєво меншою за мінімальний час інтегрування ворожого енергетичного детектора. Ворожа система радіорозвідки просто не встигає накопичити достатньо енергії для ідентифікації передачі. Водночас, енергія самого сигналу математично розподіляється у широкій смузі, завдяки чому його спектральна щільність опускається нижче рівня фонових теплових шумів. Для автоматизованих алгоритмів РЕР противника такий сигнал виглядає як незначна природні випадкові коливання або короткочасна індустріальна завада, що не викликає спрацювання тригерів пеленгації та унеможливлює визначення координат джерела випромінювання.

Апаратна реалізація гібридного підходу на базі ПЛІС забезпечує виконання ресурсомістких операцій цифрового змішування та фільтрації з мінімальним фазовим тремтінням. Це гарантує жорстку синхронізацію між наземною станцією та дроном, нівелюючи негативний вплив багатопроменевого поширення радіохвиль та складного рельєфу місцевості на якість прийому.

Отже, перехід від класичних радіостанцій з фіксованими параметрами до когнітивних SDR-платформ дозволяє перетворити апаратні недоліки ворожих комплексів РЕР на тактичну перевагу підрозділів. Створення керованих сигналів, параметри яких знаходяться за межею апаратної чутливості засобів розвідки противника, є найбільш перспективним шляхом розвитку технологій захищеного зв'язку БПЛА, що безпосередньо впливає на виживання техніки та збереження життів особового складу на полі бою.

Shaparenko K. M., cadet
Scientific supervisor – Ochkurenko O. V., Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

PROTECTION OF RADAR STATIONS FROM UNMANNED AERIAL VEHICLES

In modern combat conditions, the role of unmanned aerial vehicles (UAVs) has significantly increased. They are actively used by the enemy for reconnaissance, fire adjustment, and strikes against critical infrastructure and military facilities. Radar stations, which ensure airspace surveillance and support the operation of radio

engineering units, are among the priority targets. Therefore, the issue of protecting radar stations from UAVs has become particularly relevant.

Effective protection of radar stations requires the implementation of a комплекс of organizational, technical, and engineering measures. The main measures include timely detection of UAVs, position camouflage, engineering preparation of deployment sites, and the organization of security and ground defense of positions. Coordinated actions of personnel and readiness to respond rapidly to emerging air threats play a crucial role.

Considering the continuous development of UAV technologies and tactics, there is a need to improve the training of personnel of radio engineering units. The use of modern training tools and systematic practice of operational procedures allows increasing the level of personnel preparedness and ensuring more reliable protection of radar stations under combat conditions.

Thus, a comprehensive approach to countering unmanned aerial vehicles contributes to increasing the survivability of radar stations and improving the effectiveness of tasks performed by radio engineering units.

Данило Н. Р., курсант
Науковий керівник – Катеринчук І. С., д-р. техн. наук, проф.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

МЕТОДИ АВТОНОМНОЇ НАВІГАЦІЇ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ В УМОВАХ ВІДСУТНОСТІ GPS-СИГНАЛУ НА ОСНОВІ ВІЗУАЛЬНОЇ ОДОМЕТРІЇ

Сьогодні, коли ми говоримо про сучасну війну, ми насправді говоримо про битву частот. Якщо на початку повномасштабного вторгнення звичайний «Мавік» міг спокійно літати по GPS, то сьогодні небо над передовою – це «чорна діра» для супутникової навігації. Ворожий РЕБ працює настільки щільно, що GPS-спуфінг (підміна координат) або повне глушіння сигналу став базовою умовою гри. Для нас, курсантів технічних спеціальностей, це означає одне: ми повинні навчити дрон «бачити» і «розуміти», де він знаходиться, без допомоги супутників. Саме тут виходить візуальна одометрія (Visual Odometry, VO).

Суть проблеми полягає в тому, що стандартний інерціальний метод (IMU-гіроскопи та акселерометри) має величезну похибку, яка накопичується з кожною секундою польоту. Через хвилину без GPS дрон може «думати», що він летить прямо, хоча насправді його зносить вітром на сотні метрів. Візуальна одометрія вирішує це, використовуючи камеру як основний датчик. Якщо просто: дрон «дивиться» на землю, виділяє на ній унікальні точки (камені, кущі, контрастні елементи рельєфу) і відстежує, як ці точки зміщуються в кадрі під час руху. Знаючи параметри камери та висоту, алгоритм обчислює вектор руху з точністю до сантиметрів.

На практиці ми виділяємо два основні підходи: розріджена (feature-based) та пряма (direct) візуальна одометрія. У першому випадку ми шукаємо «кути» або характерні точки на зображенні (використовуючи дескриптори типу ORB або FAST). Це працює швидко, що критично для бортових обчислювачів, які мають обмежену потужність. Прямі ж методи аналізують зміну інтенсивності кожного пікселя. Це точніше, але «залізо» дрона починає просто «кипіти» від навантаження. Для наших реалій, де FPV-дрон або крило має нести корисне навантаження, а не величезний комп'ютер, оптимізація алгоритмів – це питання виживання апарату. Ми, як курсанти, розуміємо: якщо код "кривий", дрон не просто не виконає завдання, він стане дорогою втратою через звичайний лаг процесора.

Проте не все так просто. Візуальна одометрія має своїх «ворогів». Перший – це ніч або туман. Якщо камера не бачить контрастних об'єктів, алгоритм «сліпне». Другий – це однотипна поверхня, наприклад, свіжий сніг, скошене поле або дзеркальна гладь води. У таких умовах точок зачеплення немає. Саме тому зараз ми розглядаємо інтеграцію методів SLAM (Simultaneous Localization and Mapping). На відміну від простої одометрії, яка просто рахує пройдений шлях, SLAM будує карту місцевості в реальному часі. Це дозволяє дрону «впізнати» місце, де він уже був, і скинути накопичену помилку навігації. Це те, що ми називаємо loop closure – замикання петлі.

Окремої уваги заслуговує питання апаратного забезпечення. Ми не можемо поставити на дрон-камікадзе потужну відеокарту. Основний виклик для нас як для майбутніх офіцерів, – це змусити ці «мізки» працювати з частотою хоча б 30 кадрів на секунду. Кожен кадр має бути оброблений миттєво, щоб дрон встигав реагувати на пориви вітру чи маневри. Якщо затримка (latency) буде великою, виникне десинхронізація, дрон почне розгойдуватися і зрештою впаде через автоколивання.

Важливо розуміти, що автономна навігація – це не просто «фішка», це засіб подолання «останнього кілометра». Найчастіше зв'язок і GPS втрачаються саме під час підльоту до цілі, де концентрація засобів РЕБ противника максимальна. Дрон, оснащений системою візуальної одометрії, стає автономним мисливцем. Він отримує останнє підтвердження координат від оператора, а далі – йде по «зору». Для ворога такий апарат стає невидимим і нечутливим до радіоперешкод, бо він нічого не випромінює і нічого не приймає ззовні.

Якщо говорити прямо, то час, коли ми могли просто літати по GPS, закінчився ще вчора. Сьогодні на нулі небо настільки "забите" перешкодами, що без автономних мізків будь-який дрон перетворюється на безпорадний шматок пластику, як тільки ворог вмикає глушилку. Візуальна одометрія – це не просто якась модна фішка з підручників, це наш реальний шанс долетіти до цілі, коли зв’язок "ліг", а супутники "заспойлені".

Демидюк М. О., курсант
Науковий керівник – Коваль Д. В., канд. техн. наук
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ПРИНЦИПИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ КЕРУВАННЯ РУШІЄМ МАКЕТА БЕЗПІЛОТНОГО НАЗЕМНОГО АПАРАТА У СКЛАДІ БЕЗПІЛОТНОГО НАЗЕМНОГО КОМПЛЕКСУ З BIRD'S-EYE VIEW-НАВІГАЦІЄЮ

Ефективність функціонування БпНК значною мірою залежить від точності реалізації алгоритмів керування рухом та стабільності роботи виконавчих механізмів БпНА. Особливої актуальності це набуває при використанні систем навігації типу Bird's-Eye View (BEV), де формування керуючих команд здійснюється на основі аналізу відеоданих та ідентифікації візуальних маркерів. У такій архітектурі верхній рівень керування відповідає за формування траєкторії руху, тоді як нижній рівень забезпечує перетворення керуючих команд у сигнали керування електроприводами. Тому важливим завданням є забезпечення швидкого та коректного оброблення отриманих команд пристроєм керування із подальшим їх виконанням рушієм рухомої платформи.

Метою роботи є дослідження особливостей керування диференціальним приводом БпНА та розроблення програмно-апаратної реалізації системи

керування на базі мікроконтролера ESP32 та драйвера L298N із використанням широтно-імпульсної модуляції (ШІМ) для забезпечення точного регулювання швидкості руху.

Конструктивна схема макета базується на використанні диференціального приводу, який передбачає застосування двох незалежних електродвигунів постійного струму для керування лівим та правим колесами. Такий підхід дозволяє реалізувати зміну траєкторії руху шляхом диференційованого регулювання швидкостей обертання коліс. Прямолінійний рух забезпечується синхронною роботою двигунів з однаковими параметрами керування. Повороти здійснюються шляхом створення різниці швидкостей обертання коліс, а розворот на місці реалізується завдяки обертанню двигунів у протилежних напрямках. Застосування такої кінематичної схеми дозволяє забезпечити високу маневреність платформи та можливість ефективного переміщення в умовах обмеженого простору.

Передача керуючих команд від базової станції до БпНА здійснюється за командною радіолінією на WiFi.

З метою підвищення надійності функціонування системи реалізовано механізм програмного обмеження діапазону керуючих сигналів. Це дозволяє запобігти некоректній роботі виконавчих пристроїв у разі отримання помилкових або пошкоджених пакетів даних.

Регулювання швидкості обертання двигунів реалізовано із застосуванням апаратного модуля широтно-імпульсної модуляції мікроконтролера ESP32 в комплексі з ШІМ-драйвером L298N. Робочу частоту ШІМ-сигналу обрано на рівні 20 кГц, що дозволяє мінімізувати акустичні шуми, пов’язані з роботою електродвигунів, шляхом їх винесення за межі діапазону слуху людини. Застосування таймера з підвищеною роздільною здатністю дозволяє забезпечити точне дозування потужності, що подається на двигуни. Сформовані сигнали керування подаються на відповідні входи драйвера двигунів, що забезпечує необхідні режими роботи електроприводів.

Під час експериментальних досліджень встановлено наявність нелінійності пускових характеристик електродвигунів, що проявляється у відсутності обертання при малих значеннях керуючого сигналу. Для усунення цього ефекту реалізовано алгоритм компенсації мінімального рівня керування, необхідного для гарантованого запуску двигунів. Додатково реалізовано

обмеження максимально допустимого рівня керуючого сигналу, що дозволяє забезпечити резерв керування при виконанні динамічних маневрів та зменшити ризик перевантаження елементів системи.

Результати дослідження показали, що застосування програмної компенсації нелінійностей електроприводу та обмеження діапазону керуючих сигналів дозволяє підвищити точність керування рухом та стабільність роботи платформи.

Запропоновані програмні рішення дозволяють підвищити стабільність роботи приводу, забезпечити плавність початку руху та підвищити точність виконання команд керування.

Таким чином, у роботі:

досліджено особливості побудови системи керування приводом БпНА на основі диференційної схеми руху;

реалізовано програмно-апаратну систему керування із використанням широтно-імпульсної модуляції та мережевого обміну керуючими командами.

Отримані результати можуть бути використані як основа для подальшого розвитку систем керування безпілотними платформами, зокрема для впровадження адаптивних або оптимальних алгоритмів керування рухом.

Данильчук Р. О., курсант
Науковий керівник – Площик А. С.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

РОЛЬ БЕЗПІЛОТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СУЧАСНІЙ ВІЙНІ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННІ МОНІТОРИНГУ ДЕРЖАВНОГО КОРДОНУ

Сучасні війни характеризуються активним впровадженням новітніх технологій, серед яких особливе місце займають безпілотні літальні апарати. Їх використання дозволяє підвищити ефективність розвідки, спостереження, коригування вогню, а також забезпечити оперативний контроль територій без безпосереднього ризику для життя військовослужбовців. У зв’язку з цим роль безпілотних систем постійно зростає як у бойових діях, так і під час виконання завдань із забезпечення безпеки державного кордону. Безпілотні літальні апарати

сьогодні є важливим елементом сучасних інформаційно-розвідувальних систем. Завдяки використанню бортових оптико-електронних засобів, тепловізійних камер, систем геопозиціонування та передачі даних БПЛА здатні здійснювати тривалий моніторинг визначених районів у реальному часі. Це дозволяє отримувати актуальну інформацію про ситуацію на місцевості, переміщення противника, техніки або незаконних формувань, а також швидко реагувати на зміну обстановки.

Особливого значення застосування безпілотних технологій набуває у сфері охорони та захисту державного кордону. Значна протяжність кордонів, складний рельєф місцевості та обмежені ресурси особового складу створюють необхідність використання технічних засобів спостереження. У таких умовах БПЛА можуть ефективно виконувати функції повітряного патрулювання, забезпечуючи виявлення незаконного перетину кордону, переміщення контрабандних вантажів або діяльності диверсійно-розвідувальних груп.

Важливою складовою ефективного використання безпілотних літальних апаратів є надійна система управління та передачі інформації. Основою такої системи виступають радіоканали зв’язку між оператором та безпілотним апаратом. Саме через них здійснюється передача команд управління, телеметричних даних, а також відео- та фотоматеріалів із борту БПЛА. Від стабільності та захищеності радіоканалу безпосередньо залежить ефективність виконання поставлених завдань. У сучасних умовах ведення бойових дій значна увага приділяється протидії системам зв’язку та управління безпілотними комплексами. Противник активно використовує засоби радіоелектронної боротьби для подавлення сигналів управління, перехоплення каналів передачі даних або порушення навігації. У зв’язку з цим особливо актуальним є питання розробки стійких до перешкод радіоканалів зв’язку, які забезпечують надійне функціонування безпілотних систем навіть в умовах активного радіоелектронного протиборства.

Одним із перспективних напрямів розвитку безпілотних систем є вдосконалення технологій передачі інформації, використання захищених цифрових протоколів зв’язку, адаптивних частотних діапазонів та автоматичного перемикання каналів. Такі рішення дозволяють значно підвищити живучість систем управління БПЛА та знизити ризик втрати апарата або перехоплення інформації противником.

Крім того, важливим аспектом є інтеграція безпілотних комплексів у єдину систему управління військами та підрозділами охорони державного

кордону. Передача даних у реальному часі до командних пунктів дозволяє швидко аналізувати отриману інформацію, приймати обґрунтовані рішення та оперативно реагувати на загрози. Таким чином, безпілотні літальні апарати стають важливим елементом мережево-центричних систем управління. Застосування БПЛА для моніторингу державного кордону також дозволяє оптимізувати використання сил і засобів прикордонних підрозділів. Повітряне спостереження забезпечує контроль великих ділянок території, що значно підвищує ефективність виявлення правопорушень та зменшує потребу у постійному патрулюванні складних або важкодоступних районів.

Отже, безпілотні технології відіграють надзвичайно важливу роль у сучасній системі забезпечення безпеки та оборони держави. Їх використання дозволяє підвищити ефективність розвідки, спостереження та контролю територій, а також забезпечити оперативне отримання інформації про обстановку на державному кордоні. Разом з тим, подальший розвиток безпілотних систем потребує вдосконалення засобів зв’язку, підвищення їх захищеності від радіоелектронного впливу та інтеграції у сучасні інформаційно-комунікаційні системи. Таким чином, розробка та впровадження ефективних радіоканалів зв’язку з безпілотними літальними апаратами є одним із ключових напрямів підвищення ефективності використання БПЛА для моніторингу державного кордону та забезпечення національної безпеки.

Данильчук Р. О., курсант
Науковий керівник – Площик А. С.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ РАДІОКАНАЛІВ ЗВ’ЯЗКУ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ПІД ЧАС МОНІТОРИНГУ ДЕРЖАВНОГО КОРДОНУ

Аналіз бойових дій в Україні та країнах сходу підтверджують критичну роль безпілотних літальних апаратів у сучасних війнах. Вони перетворилися з допоміжних засобів на ключовий елемент інформаційно-розвідувальних систем, дозволяючи підвищити ефективність розвідки, спостереження та контролю територій без безпосереднього ризику для особового складу. Для прикордонних

підрозділів, які контролюють протяжні та важкодоступні ділянки, БПЛА є незамінним інструментом для виявлення незаконних перетинів, контрабанди або діяльності ДРГ у реальному часі. Однак ефективність застосування БПЛА напряму залежить від надійності радіоканалів зв'язку, які забезпечують передачу команд управління та відеоінформації. Ситуація ускладнюється активним застосуванням противником засобів радіоелектронної боротьби, спрямованих на подавлення сигналів та порушення навігації. У зв'язку з цим, розробка та впровадження завадостійких РКЗ є пріоритетним напрямком підвищення ефективності використання безпілотних систем. Аналіз загроз показує, що найбільш небезпечними є придушення каналів управління та навігації.

Для протидії цим загрозам пропонується комплексний підхід, що базується на використанні технологій розширення спектра, адаптивного керування параметрами сигналу та завадостійкого кодування. Одним із найбільш ефективних методів є псевдовипадкове перестроювання робочої частоти, яке забезпечує стійкість до вузькосмугових завад та завад із перестроюванням. Використання ППРЧ із швидкістю 1000 стрибків/с та смугою 20 МГц дозволяє забезпечити стійкий зв'язок та передачу відеоінформації з імовірністю помилки на біт не більше 10^{-6} навіть при значному рівні завад, що значно підвищує живучість БПЛА. Додатковим заходом є впровадження адаптивного керування, яке автоматично підлаштовує потужність передавача, швидкість передачі та тип модуляції залежно від умов у ефірі. Також важливим є захист навігаційних систем шляхом інтеграції БПЛА з інерціальними системами, що дозволяє виконувати завдання автономно при придушенні супутникових сигналів. Передача отриманої інформації у реальному часі до командних пунктів дозволяє оперативно приймати обґрунтовані рішення, що робить БПЛА важливим елементом мережево-центричних систем управління.

Підсумовуючи, можна стверджувати, що подальший розвиток безпілотних систем потребує вдосконалення засобів зв'язку, підвищення їх захищеності від РЕБ та інтеграції у сучасні інформаційно-комунікаційні системи. Розробка та впровадження ефективних завадостійких радіоканалів зв'язку є одним із ключових напрямків підвищення обороноздатності України та надійності охорони державного кордону.

Данильчук Р. О., курсант
Науковий керівник – Площик А. С.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

СТВОРЕННЯ КАНАЛУ ЗВ'ЯЗКУ В УМОВАХ ДІЇ ЗАСОБІВ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ

В умовах сучасних збройних конфліктів протистояння в електромагнітному спектрі стало одним із ключових чинників, що визначають ефективність управління підрозділами. Застосування противником сучасних засобів радіоелектронної боротьби створює значні перешкоди для стабільного функціонування систем зв'язку, що потребує пошуку нових технологічних та тактичних рішень. Основними проблемами при створенні каналів зв’язку в умовах активного радіоелектронного придушення є низька завадостійкість стандартних протоколів та демаскування власних позицій через випромінювання сигналу. Для вирішення цих проблем доцільно використовувати технології псевдовипадкового перестроювання робочої частоти. Висока швидкість зміни частот дозволяє мінімізувати час перебування сигналу під впливом прицільних завад противника. Крім технологічних аспектів, важливу роль відіграє організація мережі. Використання ретрансляторів та побудова самоорганізованих мереж дозволяє створювати альтернативні маршрути передачі даних у разі подавлення окремих вузлів зв'язку. Також ефективним методом є перехід на спрямовані антени, що дозволяє зменшити рівень бічних пелюсток випромінювання та знизити ймовірність виявлення каналу засобами радіоелектронної розвідки. Додатковим напрямком підвищення надійності є використання цифрових видів модуляції, які мають вищу стійкість до шумів. Комбінація технічних засобів захисту разом із суворим дотриманням правил радіомаскування дозволяє забезпечити стале управління підрозділами навіть за умов інтенсивної дії РЕБ противника.

Таким чином, створення надійного каналу зв'язку сьогодні потребує комплексного підходу, що поєднує інноваційні ІТ-рішення та адаптивну тактику використання радіоефіру.

Свистун Є. І., курсант
Науковий керівник – Коваль Д. В., канд. техн. наук
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

РЕАЛІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ КОМП'ЮТЕРНОГО БАЧЕННЯ В МАКЕТІ БЕЗПІЛОТНОГО НАЗЕМНОГО КОМПЛЕКСУ З BIRD'S-EYE VIEW-НАВІГАЦІЄЮ

Розвиток технологій БпНК сьогодні відбувається стрімкими темпами. Ключовими напрямками розвитку є методи та технології навігації безпілотних апаратів. Зростання обчислювальних потужностей EDGE-комп'ютерів, застосування нейронних сопроцесорів розширює можливості застосування нових методів навігації з використанням комп'ютерного бачення (Computer Vision, CV). Тому, вивчення принципів, методів та технологій CV у контексті розвитку та вдосконалення методів навігації БпНК є актуальною задачею.

Сучасним технічним рішенням задачі навігації в БпНК є технологія навігації з Birds-Eye View (BEV), що ґрунтується на огляді плану всієї робочої зони БпНА однією або декількома камерами у поєднанні з алгоритмами CV, побудови маршрутів та керування.

Метою роботи є розроблення системи навігації макету БпНК для автономного руху з використанням візуальної одометрі на основі CV.

Апаратна частина включає макет БпНА – візок з опорно-поворотним колесом та двома ведучими колесами з диференціальним приводом, BEV-камеру, що відокремлена від борта та розміщена на певній висоті, для передавання потокового відеозображення плану робочої зони та БпНА в кадрі, обчислювальний пристрій, командну радіолінію.

Для реалізації апаратної складової системи навігації макету прийнято рішення перенести обчислювальні потужності з борта БпНА на пункт управління (ПУ) БпНК та забезпечити передачу потокового відео з BEV-камери для подальшого оброблення методами CV. Сформовані на ПУ команди управління передаються на борт командною радіолінією. Така архітектура дозволяє значно знизити вартість системи управління, особливо для забезпечення навігації декількох БпНА у складі БпНК.

Програмне забезпечення (ПЗ) розгорнуто на ПЕОМ ПУ, реалізовано мовою Python з використанням бібліотеки комп'ютерного бачення OpenCV. Потокове відео з BEV-камери надходить на ПЕОМ де проходить оброблення для

визначення команд управління бортом, що забезпечують його рух заданим маршрутом. Кожен кадр відео переводиться з кольорової схеми RGB у відтінки сірого, що знижує обчислювальну складність, зменшує навантаження на ПЕОМ, усуває значну частину кольорових шумів.

Для ідентифікації макету БпНА, на ньому закріплено маркер ArUco формату DICT 4x4_50, що забезпечує 50 унікальних висококонтрастних ідентифікаторів для розширення парку БпНА. Алгоритм CV визначає координати крайніх точок маркера, його орієнтацію у кадрі відео, враховуючи геометричні викривлення маркера через перспективу та нерівності поверхні.

ПЗ має функціонал побудови в кадрі BEV-камери маршруту руху БпНА, що дозволяє оператору реалізувати об’їзд нерухомих перешкод, спостерігаючи план робочої зони. Передбачено згладжування гострих кутів маршруту, засноване на алгоритмі Джорджа Чайкіна для генерації кривих.

Орієнтація макету в кадрі та координати точок маршруту є вихідними даними для роботи алгоритму генерування команд управління.

Навігаційний цикл оновлюєтеся з частотою кадрів камери. Зчитуючи координати, алгоритм розраховує евклідову відстань до поточної точки маршруту – якщо вона стає меншою за встановлений допуск, то формуються команди для переміщення до наступної точки маршруту.

Результати експерименту показали, що система BEV-навігації на основі CV та маркера ArUco показала працездатність на невеликих робочих зонах і дозволяє звільнити оператора від рутини керування рухом БпНА за відомим маршрутом.

Таким чином, розроблене рішення забезпечує:

високу ступінь відтворюваності багаторазового автономного руху БпНА за рахунок онлайн-корекції траєкторії в кадрі;

планування плавних траєкторій;

візуальне спостереження за рухом БпНА.

Визначено, що:

БпНА не потребує наявності високопродуктивного EDGE-комп’ютера на борту;

Передбачається найбільш ефективним – застосування даного типу BEV-навігації у логістиці на відкритих складах, у складських приміщеннях, тощо.

Напрямок подальших досліджень полягає у визначенні граничних можливостей такої системи навігації, застосуванні декількох камер для розширення оперативної ділянки, вивчення можливості встановлення BEV-камер на БпЛА.

Поляруш О. І., слухач
Науковий керівник – Маліновський Н. О.
Національна академія сухопутних військ
імені гетьмана Петра Сагайдачного

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО СТВОРЕННЯ НАЗЕМНОГО РОБОТИЗОВАНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ОБЛАДНАННЯ ПЕРЕПРАВ

Досвід бойових дій у російсько-українській війні довів, що інженерна техніка є пріоритетною ціллю для противника. Бульдозери, екскаватори та шляхопрокладачі, через свої габарити та низьку маневреність, уражаються в першу чергу за допомогою безпілотних літальних апаратів, протитанкових ракетних комплексів та артилерії. Найбільшою втратою при цьому є не техніка, а кваліфіковані екіпажі, підготовка яких триває довготривалий період.

На даний час є велика кількість наземних роботизованих комплексів, які виконують різноманітні завдання: евакуація, логістичне забезпечення, вогневе ураження противника, мінування та розмінування місцевості. Для успішного виконання ними завдань необхідно мати розвинуту мережу маршрутів руху. Тому виникає потреба у розроблені наземного роботизованого комплексу для обладнання переправ через вузькі та неглибокі перешкоди для виконання завдань особовим складом та наземними роботизованими комплексами.

Обладнання переправ здійснюється шляхом переміщення ґрунту (каміння, будівельного матеріалу) через перешкоди за допомогою роботизованого комплексу з бульдозерним обладнання, що забезпечить можливість здійснення маневру, ефективного логістичного забезпечення та евакуації.

Важливим заходом роботизованого комплексу є протидія засобам радіоелектронної боротьби за допомогою використання комбінованого зв'язку (радіоканалів та оптоволокна), що забезпечить стабільну роботу комплексу навіть в умовах щільного подавлення сигналів. Важливим фактором буде використання можливості швидкого перемикання між системами керування при втраті зв'язку.

Створення наземних роботизованих комплексів з раніше зазначеними компонентами для обладнання переправ є важливим кроком до технологічної переваги та збереження життя і здоров’я особового складу. Це дозволить успішно виконувати бойові завдання незалежно від інтенсивності вогневого впливу противника.

Безсонов О. О., курсант
Науковий керівник – Музичак А. З., канд. техн. наук, доц.
Військовий інститут танкових військ
Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут»

АВТОМАТИЗАЦІЯ ДОСТАВКИ БОЄПРИПАСІВ НА ПОЗИЦІЇ ТАНКОВИХ ПІДРОЗДІЛІВ

Забезпечення танків боєприпасами – це комплекс заходів із безперервного постачання снарядів та набоїв для підтримання високої боєздатності. Ці заходи включають зберігання, облік доставлення та завантаження боєкомплекту.

Реалії сучасної війни, коли небо буквально кишить різноманітними літальними апаратами, як нашими так і противника, суттєво вплинули на систему забезпечення, особливо в плані доставки боєприпасів. Поява у 2024 році такого явища, як зона гарантованого ураження (так званої kill-зони) зробили процес доставки одним із найризикованіших. Саме тому уся логістика, у тому числі й забезпечення боєприпасами танкових підрозділів, поступово переходить на наземні роботизовані комплекси (НРК). А постійне та швидке розширення цієї зони (з 5-6 км на початку 2025 року до 20-25 км на початку 2026 року) лише пришвидшують цей процес.

У логістичному забезпеченні поширення набули НРК важкого класу масою 400-850 кг та вантажопідйомністю 300-500 кг. Парк таких наземних комплексів та інтенсивність їхнього застосування постійно зростають. Це дозволяє вже зараз суттєво знизити втрати у логістичних підрозділах. Разом з тим у кінцевій точці розвантаження, яка належить до однієї з найнебезпечніших точок логістичного забезпечення, усе одно наявне скупчення особового складу. Зауважимо, що ураження особового складу на точці розвантаження НРК у порівнянні з точкою підготовки до місії в рази гірше, оскільки тягне за собою необхідність організації складних евакуаційних місій.

Зниження ризику для життя та здоров’я особового складу на позиціях є одним із першочергових завдань. Тому автоматизація процесу розвантаження НРК на позиціях танкового підрозділу, без безпосереднього залучення особового складу, актуальне та потребує свіжих рішень.

Для вирішення завдання розвантаження логістичний НРК пропонується оснастити маніпулятором, управління яким приймає на себе оператор НРК після того як платформа прибула на місце.

Вимоги до маніпулятора визначаються максимальними габаритами та масою одиничного контейнера під боєприпаси для танків:

•боєприпаси 125 мм (для танків Т-64, Т-72 и Т-80) – габарити залежать від типу снаряду але не перевищують 1000×500×400, маса брутто зазвичай складає від 45 до 70 кг;

•боєприпаси 105 мм (для танків Leopard-1) – габарити ящика орієнтовно 1150×400×250, маса брутто 40–44 кг;

•боєприпаси 120 мм (для танків Leopard-2) – 1150×450×250, маса ящика із двома пострілами приблизно 60–75 кг.

Таким чином максимальні габарити одного контейнера під час виконання забезпечення боєприпасів не перевищують 1200×500×400, а його маса – 75 кг. З врахуванням рекомендованого коефіцієнту запасу на рівні 2 виходим на максимальне навантаження 150 кг.

Забезпечення особового складу продуктами харчування, водою та іншими матеріальними засобами можна здійснювати не виходячи за межі установлених габаритних та масових лімітів.

Конструктивно маніпулятор складається з таких основних частин: основи з двигуном (забезпечує обертання маніпулятора на 360°), плеча та ліктя (забезпечують підйом та опускання платформи в одній площині), та захвату. Захват передбачає два ступеня свободи: обертання навколо осі для зручного захоплення вантажу та переміщення частин захвату в одній площині, що забезпечує утримання вантажу.

Для НРК важкого класу, габарити якої орієнтовно становлять 2200×1400, згідно з розрахунками довжина плеча повинна становити 1,2 м, довжина ліктя – 1,1 м. Такі розміри забезпечують доступ маніпулятора в усі точки в межах платформи та достатньо комфортну робочу зону маніпулятора шириною до 1,5 м по обидва боки від колісної платформи. При цьому у процесі маніпуляцій навіть у найвіддаленіших точках стійкість НРК забезпечується.

Управління НРК з маніпулятором матиме такий вигляд. Спочатку оператор веде платформу до точки розвантаження. Далі оператор на пульті перемикає наперед визначений тумблер, після чого приймаючий контролер

платформи перемикається на маніпулятор. Після завершення операцій завантаження/ розвантаження, оператор відключає тумблер і керування знову переходить на колісну платформу.

Таким чином всі операції проходять без участі особового складу, що сприя збереженню життя та здоров'я військовослужбовців.

Четверик А. О., курсант
Науковий керівник – Бричинський О. В.
Національна академія сухопутних військ
імені гетьмана Петра Сагайдачного

РОЛЬ БЕЗПІЛОТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СУЧАСНІЙ ВІЙНІ НА ПРИКЛАДІ ДІЯЛЬНОСТІ ІНЖЕНЕРНИХ ПІДРОЗДІЛІВ

Сучасна російсько-українська війна суттєво трансформувала уявлення про характер ведення бойових дій, способи застосування сил і засобів, а також роль новітніх технологій у збройному протиборстві. Особливої актуальності в цих умовах набуло використання безпілотних систем, які стали одним із визначальних чинників сучасної війни. Безпілотні системи сьогодні використовуються не лише для ведення повітряної розвідки та нанесення вогневого ураження, а й для виконання логістичних, інженерних, евакуаційних та спеціальних завдань. Унаслідок цього вони перетворюються на невід'ємний елемент сучасного бойового простору.

Одним із пріоритетних напрямків використання безпілотних літальних апаратів інженерними підрозділами є проведення інженерної розвідки місцевості. Для цього активно застосовуються квадрокоптери типу «Mavic» та гексакоптери типу «Vampir», які дають змогу оперативно отримувати інформацію про місцевість і об'єкти інженерної інфраструктури. За допомогою зазначених типів БПЛА можливо оцінювати стан доріг, мостів, переправ, визначати ступінь їхньої придатності до використання, а також виявляти наявність інженерних загороджень противника. Важливим є й те, що безпілотні засоби дозволяють проводити розвідку без безпосереднього висування особового складу в небезпечні райони. Це значно скорочує час на здобуття необхідної інформації та мінімізує ризик втрат серед військовослужбовців.

Такий підхід сприяє підвищенню оперативності інженерної підтримки бойових дій. У науково-практичному аспекті це свідчить про формування нової моделі інженерної розвідки, в основі якої лежить дистанційний принцип збору інформації.

Особливе місце у виконанні інженерних завдань посідає гексакоптер «Vampir». У діяльності інженерних підрозділів він може використовуватися для дистанційного встановлення мін, доставки інженерних боєприпасів, засобів підривання, елементів фортифікаційного обладнання та іншого майна на позиції військ. Крім того, його можна залучати до ураження інженерних загороджень противника або створення умов для подолання перешкод. Використання подібних систем розширює можливості інженерних підрозділів. Водночас це дозволяє зменшити фізичне навантаження на особовий склад та прискорити темпи виконання завдань. Окремої уваги заслуговує застосування наземних роботизованих комплексів, які набули широкої популярності у військах. Інженерні підрозділи активно використовують дрони типу «Тарган» та «TerMIT 2.0 логістичний», що характеризуються малими розмірами, високою маневреністю та здатністю діяти в умовах, небезпечних для людини. Такі системи можуть застосовуватися для влаштування вибухових, невибухових і змішаних інженерних загороджень, обстеження місцевості, перевезення інженерного майна, боєприпасів та інших матеріальних засобів. Важливо зазначити, що поєднання повітряних і наземних безпілотних систем забезпечує комплексний підхід до виконання інженерних завдань. Це створює передумови для побудови єдиної роботизованої системи підтримки дій військ на тактичному рівні.

Застосування безпілотних систем у не обмежується наведеними прикладами. Постійний розвиток бойової тактики, удосконалення технічних характеристик безпілотних систем та розширення способів їх інтеграції в систему забезпечення бойових дій дають змогу створювати нові, нестандартні форми та способи дій.

Завдяки високій маневреності, багатофункціональності та широкому спектру завдань безпілотні системи стали невід’ємним елементом інженерної підтримки військ. Їх застосування дозволяє скоротити строки виконання робіт, підвищити точність дій, оптимізувати використання ресурсів та, що найважливіше, мінімізувати втрати особового складу. Це є особливо важливим у сучасних умовах ведення бойових дій, коли противник має чисельну перевагу, а бойовий простір перебуває під постійним вогневим і розвідувальним контролем. Зменшення участі людини у найбільш небезпечних процесах

інженерної підтримки є одним із головних практичних результатів розвитку безпілотних технологій. Одночасно спостерігається тенденція до збільшення автономності роботизованих систем, що в майбутньому може ще більше розширити межі їх застосування. Це, своєю чергою, потребує подальшого наукового осмислення та вдосконалення підходів до підготовки особового складу.

Отже, аналіз застосування безпілотних систем у діяльності інженерних підрозділів свідчить про їхню високу ефективність, багатофункціональність та важливе значення в умовах сучасної війни. Подальший розвиток таких систем, їх глибша інтеграція в діяльність військ, а також вдосконалення тактики застосування сприятимуть підвищенню бойової спроможності підрозділів, зменшенню втрат особового складу та створенню нових можливостей для виконання завдань у сучасних і майбутніх збройних конфліктах.

Попадюк А. І., курсант
Науковий керівник – Головатий Р. М.
Національна академія сухопутних військ
імені гетьмана Петра Сагайдачного

ВИКОРИСТАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ЯК ЗАСОБУ ПІДВИЩЕННЯ ОПЕРАТИВНОСТІ ТА БЕЗПЕКИ ПІХОТНИХ ПІДРОЗДІЛІВ

Сучасні збройні конфлікти характеризуються, технічною складністю та підвищеним рівнем ризику для особового складу, особливо для підрозділів піхоти, які ведуть безпосередній контакт з противником. Одним із пріоритетних напрямів сучасної тактики ведення бойових дій є забезпечення вищого рівня оперативності та функціонування піхотних підрозділів. Важливу роль у досягненні цих цілей відіграють безпілотні літальні апарати (БПЛА), які сьогодні розглядаються як критично важливий інструмент для здійснення розвідки, координації дій військових в зоні ведення бойових дій.

У сучасній війні використання таких засобів дає змогу суттєво покращити обізнаність про тактичну ситуацію, зменшити витрати ресурсів та мінімізувати загрозу для життя особового складу.

Актуальність цієї теми обумовлена постійним розвитком бойових технологій, застосуванням сучасної бронетехніки та озброєння, а також

нагальною потребою у швидкому аналізі бойової обстановки та прийнятті оперативних рішень у реальному часі. Піхотні підрозділи часто стикаються з обмеженою видимістю, складними умовами місцевості та високим рівнем загрози з боку ворога.

Застосування безпілотних літальних апаратів дозволяє ефективно вирішувати ці проблеми, забезпечуючи тактичну та інформаційну перевагу завдяки можливостям дистанційного спостереження, моніторингу та контролю над ситуацією на полі бою.

Метою дослідження є визначення основних напрямів використання безпілотних літальних апаратів у діяльності піхотних підрозділів, а також оцінку їхнього впливу на рівень оперативності, точності та безпеки виконання бойових завдань.

Важливим напрямком використання БПЛА у цілях піхотних підрозділів є проведення повітряної розвідки. Зокрема, квадрокоптери та гексакоптери, такі як ,,MAVIC" ,,VAMPIR", дають змогу швидко отримувати інформацію про розташування противника, дані про місцевість та стан об'єктів інфраструктури.

Завдяки оснащенню високоточними камерами, тепловізійними системами та мультиспектральними сенсорами, такі апарати здатні виявляти добре замасковані цілі й оцінювати можливі загрози. Отримані дані дозволяють командирам оперативно прийняти обгрунтовані рішення, визначити безпечні маршрути пересування підрозділів і планувати військові операції, які суттєво підвищують ефективність дій і знижують рівень загрози для особового складу.

Безпілотні літальні апарати також важливу роль відіграють у коригуванні артилерійських ударів, що значно підвищує ефективність взаємодії піхоти з іншими підрозділами. У процесі виконання завдань дрони забезпечують передачу координат цілей у режимі реального часу, моніторинг результатів удару. Особливо це вкрай важливо під час боїв у міських умовах або на місцевості зі складним рельєфом, де пряме спостереження є небезпечним чи навіть не можливим.

Ще одним не менш важливим є використання БПЛА у виявленні інженерних загороджень, мінних полів та замінованих ділянок. Завдяки високій маневреності й здатності працювати в автономному режимі, дрони дають можливість дистанційному обстеженню місцевості, передачі точних даних саперам для розробки безпечних маршрутів для пересування піхоти.

Використання БПЛА у піхоті значно виходить за межі звичайної розвідки чи контролю вогню. Вони служать важливим інструментом для координації дій

підрозділів на полі бою, забезпечуючи передачу даних про пересування противника, стан власних сил та зміни в оперативній обстановці. Це сприяє своєчасному коригуванню маневрів, зменшенню ризику потрапляння в засідки, мінімізації втрат і підвищенню загальної ефективності виконання бойових завдань. Інтеграція дронів у систему управління дозволяє створити єдину інформаційну мережу, яка забезпечує швидке ухвалення тактичних рішень і швидку адаптацію до змін в умовах бою.

Таким чином з огляду на сучасні тенденції розвитку військових технологій, можна зробити висновок, що використання безпілотних літальних апаратів як засобів для підвищення оперативності та безпеки піхотних підрозділів є стратегічно важливим і ефективним елементом сучасної війни.

Томащук П. Б., курсант
Науковий керівник – Музичак А. З., канд. техн. наук, доц.
Військовий інститут танкових військ
Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут»

РОЛЬ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В СИСТЕМАХ КЕРУВАННЯ ОЗБРОЄННЯМ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ

У сучасних умовах насиченості поля бою різноманітними технологіями усе більшого значення набуває застосування безпілотних та роботизованих систем. Одним із перспективних та відносно нових напрямів у цій сфері є розроблення та застосування наземних роботизованих комплексів (НРК), які здатні виконувати широкий спектр завдань без безпосередньої участі людини у зоні підвищеної небезпеки. Серед виконуваних наземними комплексами завдань найбільша частка на даний час припадає на логістичні місії та евакуацію поранених з поля бою. Разом з тим постійно тестуються все нові можливості застосування НРК, зокрема до виконання бойових завдань.

Одним із відомих прикладів застосування НРК в реальних бойових умовах стало зіткнення Droid TW 12.7, оснащеного кулеметом M2 Browning калібру 12,7 мм, із ворожою МТ-ЛБ. Інший приклад навели бійці Третьої штурмової бригади, які протягом 45 днів змогли утримувати позицію за допомогою лише одного НРК, оснащеного кулеметом калібром 12,7 мм.

Найчастіше озброєнням таких роботизованих комплексів є кулемети різних калібрів, зокрема кулеметів ПКТ чи М240 калібру 7,62 мм (бойові модулі «ШаБля» та Wolly 7.62) та кулемету М2 Browning чи ДШК калібру 12,7 мм (бойові модулі «Таврія-12.7», «Буря 2.0», «D-12»). Також є спроби встановлення озброєння іншого типу. Наприклад, на такі роботизовані турелі «Буря 2.0» чи DevDroid встановлюють 40-мм автоматичні гранатомети Mk 19/RDS40/AGL 53. Експериментують із встановленням на НРК реактивних вогнеметів РПВ-16 (ударний комплекс Krampus) чи пускових установок для ракет типу «Стугна-П» чи «Корсар».

Таким чином активні роботи спрямовані на перетворення НРК на повноцінних учасників поля бою тривають, це означає що функції та розмаїтість встановлюваного озброєння лише розширюватиметься. Подальшим розвитком концепції бойових НРК є підвищення рівня їх автономності, зокрема шляхом інтеграції в систему керування НРК штучного інтелекту.

Насправді реалізація повністю автономного бойового НРК є надзвичайно складним завданням, що окрім виявлення цілі та ведення стрільби включає в себе ще такі функції: орієнтація у просторі, прокладання маршруту, вибір позиції та маскування тощо. Незважаючи на стрімкий розвиток технологій штучного інтелекту останніми роками, на вирішення усіх перелічених завдань може піти ще достатньо багато часу.

Для пришвидшення впровадження елементів штучного інтелекту в активні бойові дії для початку на штучний інтелект слід перекласти лише мінімальний набір функцій, необхідний для ведення стрільб, а саме: виявлення цілей, цілевказання та безпосередньо сама стрільба. Тоді як решта функцій, залишити за оператором НРК. У цьому випадку порядок застосування НРК буде включати як оператор так і автономні дії. На початку місії керування повністю покладається на оператора, який повинен довести НРК до пункту призначення, визначитися з позицією та довести НРК . Після цього НРК переходить до автономної роботи, тобто веде спостереження, виявляє цілі та за необхідності відкриває вогонь. Після прийняття рішення про завершення бойової місії, оператор знову перебирає керування на себе, та вертає НРК на базу.

Сам процес автономної роботи НРК також розділимо на дві частини: виявлення цілей, прицілювання та безпосередня стрільба. Останні дві дії доцільно реалізувати засобами класичної математики та детермінованого програмування, а можливості штучного інтелекту необхідні лише для виявлення та ідентифікації цілей.

Для розпізнавання цілей пропонується використати поєднання нейромережі YOLO, в основі якої лежить глибока згорткова мережа, та трекера ByteTrack, який базується на фільтрі Калмана. Мережа YOLO знаходить в кожному окремому кадрі об’єкти, а трекер пов’язує ці виявлення між сусідніми кадрами та ідентифікує одній й ті ж самі об’єкти, іншими словами відстежує рух виявлених об’єктів та відсікає випадкові помилки.

Для розгортання YOLO найкраще підходить новий одноплатний ШІ-комп’ютер від Nvidia Jetson Orin Nano продуктивністю 67 TOPS та вартістю орієнтовно 400$. З певним зниженням продуктивності підходить також одноплатний Raspberry Pi 5 вартістю 200$.

На завершення наголосимо: коли бойові НРК з інтегрованим штучним інтелектом набудуть масового застосування, як зараз масово літають різного типу дрони, війна набуде зовсім іншого характеру. Питання лише у тому, хто першим зможе масштабувати цю технологію.

Поліщук М. В., слухач
Науковий керівник – Каращук Н. М., канд. техн. наук, доц.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

АНАЛІЗ ДІАГРАМИ СПРЯМОВАНОСТІ НЕЕКВІДИСТАНТНОЇ АНТЕННОЇ РЕШІТКИ РСА, РОЗТАШОВАНОЇ НА БОРТУ БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТА

Радіолокаційні станції (РЛС) з синтезованою апертурою антени (РСА) можуть бути розміщеними на безпілотних літальних апаратах (БпЛА). Мета їх застосування, зокрема, для ведення огляду земної поверхні для потреб цивільної або військової сфер. РСА мають наступні особливості: спостереження районів, розташованих на значному віддаленні від носія; одночасний оляд широкої смуги місцевості; спостереження об’єктів в оптичному діапазоні хвиль; отримання детальних радіолокаційних зображень незалежно від метеорологічних умов і часу доби; виділення (селекції) рухомих цілей. Для забезпечення вищевказаних особливостей, зокрема, бортова РСА повинна мати високу кутову роздільну здатність.

Для підвищення кутової роздільної здатності існують різні методи. Вони основані на виборі оптимального амплітудного розподілу поля в розкриві

лінійної сумуючої антени, застосуванні явища надспрямованості і принципу фокусування, використанні мультиплікативних і інтерферометричних антенних систем, використанні літального апарату для синтезування штучного розкриву антени. В цих методах особлива увага спрямована на можливість зменшення ширини діаграми спрямованості антени в горизонтальній площині. Серед них метод штучного розкриву дозволяє забезпечити значно високу роздільну здатність РЛС за кутовими координатами при малих розмірах реальної антени.

При високій швидкості польоту носія в ДС синтезованої апертури з'являються дифракційні максимуми і однозначність визначення кутових координат радіолокаційної цілі не виконується.

Для забезпечення усунення неоднозначності визначення кутових координат відомі наступні методи:

1. Використання спрямованих властивостей елементів антенної решітки.
2. Застосування широкосмугових зондувальних сигналів.
3. Перехід до нееквідистантних решіток.
4. Вплив частоти повторення зондувальних сигналів на однозначність визначення кутових координат.

Представляються результати аналізу впливу закону розміщення елементів нееквідистантної антенної решітки в розкриві синтезованої апертури на її ДС, зокрема, рівень бокових пелюсток. Наводяться результати моделювання нормованих ДС нееквідистантних антенних решіток в програмному середовищі "Delphi". Надаються рекомендації щодо оптимального вибору закону розташування елементів випромінювання із зменшеним рівнем бокових пелюсток та фону.

Гавриленко К. С., курсант
Науковий керівник – Гаврилюк В. В., канд. пед. наук, доц.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

РОЛЬ БЕЗПІЛОТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СУЧАСНІЙ ВІЙНІ

Сучасна війна, яка триває в Україні, вийшла на новий рівень — рівень технологічного протистояння, тому все більшої актуальності набувають питання, пов'язані з використанням безпілотних технологій. Зникає тенденція ближнього бою, оскільки значну частину функцій виконують технології, що

дозволяють зберегти багато життів. Розгляд сучасного поля бою та використання на ньому безпілотних технологій, а також їхнього впливу на хід війни формує ширше розуміння системи модернізації цього напрямку. Важливим також є визначення того, як новітні технології впроваджуються у війська і чому вони докорінно змінюють характер традиційних бойових дій.

Безпілотні системи забезпечують спостереження в режимі реального часу та стали стратегічно важливою складовою бойових операцій. Вони дозволяють зменшувати ризики для особового складу, підвищувати точність ураження цілей, отримувати перевагу в інформаційному просторі та оперативно реагувати на зміну обстановки. Безпілотні авіаційні, наземні та морські платформи виконують низку критично важливих функцій, зокрема розвідку, вогневе ураження, логістичне забезпечення та радіоелектронну боротьбу (РЕБ). Тактичні можливості таких систем значно розширюються завдяки маневреності, непомітності, варіативності застосування та здатності працювати в автономному режимі. Це знижує ризики для розвідувальних підрозділів, оскільки більшість інформації отримується дистанційно. У разі неможливості безпосереднього збору даних оцінка обстановки здійснюється дистанційно (кількість техніки, особового складу, рівень обладнання інженерно-фортифікаційних споруд), що підвищує якість планування та ефективність дій.

Використання безпілотних технологій для збереження життя. Безпілотні літальні апарати та автономні наземні транспортні засоби у логістиці гуманітарної допомоги дозволяють долати обмеження традиційних підходів. Вони можуть доставляти ресурси в зони з обмеженим доступом, здійснювати моніторинг та передавати важливу інформацію в реальному часі. Автономні транспортні засоби забезпечують безпечне переміщення вантажів через небезпечні території без ризику для людей. Використання таких систем підвищує ефективність розподілу ресурсів, зменшує час доставки та оптимізує процес прийняття рішень в умовах надзвичайної ситуації. Крім того, ці технології виконують завдання, небезпечні для життя (розмінування, розвідка тощо).

Психологічний вплив на ворога. Військові можуть стежити за противником з повітря, і ворог перебуває у стані постійної напруги. Побачивши дрон, неможливо точно визначити його завдання — розвідка чи ураження. Незалежно від функції БпЛА, він створює загрозу і змушує противника діяти під впливом стресу та страху, що часто призводить до недоцільних або хибних рішень.

Економічна складова. Безпілотні системи можуть завдати значних збитків, знищуючи техніку високої вартості, при цьому самі мають низьку ціну. Водночас для їхнього ураження противник застосовує дорогі засоби протиповітряної оборони. Економічна ефективність робить БпЛА оптимальним вибором у боротьбі з чисельно переважаючим ворогом або за обмеженого бюджету. Це підтверджує, що безпілотні системи стали не лише технологічним проривом, а й новим виміром сучасної стратегії.

Отже, безпілотні системи перевели війну на новий рівень. Сторона, яка досягне переваги в їх застосуванні, отримає стратегічну перевагу. Ці технології дозволяють уражати цілі дистанційно, не наражаючи на небезпеку особовий склад. Вони продовжують розвиватися, і можливо, штучний інтелект частково замінить участь людей у бойових операціях. Проте це породжує нові виклики, які доведеться вирішувати, враховуючи, що противник також активно розвиває власні технології, тому необхідно розробляти ефективні заходи протидії.

Раєвський О. В., курсант
Науковий керівник – Аврамчук О. Є., канд. пед. наук, доц.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ У ВІЙСЬКОВІЙ ГАЛУЗІ

Вступ. На сьогоднішній день ведення військового спротиву і ведення бойових дій неможливе без використання безпілотних систем усіх видів. Проте варто зупинитися на виді безпілотних літальних апаратів і закріпити способи їх використання – що є метою даної тези. Безпілотні літальні апарати (БПЛА) стали одним з визначальних елементів сучасної війни, забезпечуючи інформаційну перевагу, точне спостереження, коригування вогню та виконання завдань без високого ризику для особового складу. У контексті повномасштабної агресії проти України БПЛА довели свою високу ефективність як на тактичному, так і на оперативному рівнях. Вони дозволяють проводити розвідку в реальному часі, виявляти приховані позиції противника, коригувати артилерійський вогонь з точністю до кількох метрів, а також знищувати противника з мінімальними витратами ресурсів.

Застосування БПЛА охоплює широкий спектр завдань:

1. Розвідка - огляд місцевості поля бою за допомогою квадрокоптера типу «Autel» або «DJI Mavic» може становити ключову роль у побудові плану наступальних чи оборонних дій.

2. **Підтримка вогню -** в наступальних чи оборонних діях екіпаж безпілотних систем за наявності FPV-камікадзе може надати підтримку в знищенні засобів вогню або живої сили противника. Таким чином збільшується можливість зберегти особовий склад у підрозділі, що проводить ті чи інші дії.

3. Коригування засобів підтримки вогню - екіпажі БПЛА з FPV-камікадзе або розвідувальними дронами можуть забезпечувати точне наведення артилерії. Наприклад, один розвідувальний політ Mavic може скоротити час від виявлення цілі до ураження з 30–40 хвилин до 3–5 хвилин.

4. Моніторинг та ситуаційна обізнаність - дрони класу «крила» («Фурія», Shark та ін.) та квадрокоптери передають достовірну інформацію на тактичний, оперативний і стратегічний рівні через систему ситуаційної обізнаності — DELTA. Це дозволяє отримувати єдину картину бою в реальному часі, координувати дії підрозділів та оперативно реагувати на зміни обстановки.

5. Диверсійнії в тилу - операції екіпажів FPV-дронів, що можуть влаштувати неочікувану диверсію силам противника або пошкодити його логістику за рахунок неочікуваних засідок у тилу противника.

6. Логістика - зараз вздовж лінії бойового зіткнення та території під'їзду до неї (за підрахунками, «сіра зона», а в сьогоднішній інтерпретації «кіллзона» (від англ. killzone) становить 20 і більше кілометрів від ЛБЗ) небо все більше контролюється ворожими БПЛА різного класу. Тому логістика на автомобільній або броньованій техніці стає все більш проблематичною за рахунок постійного перебування в небі ворожих безпілотників. У висновку давно є практика серед підрозділів сил безпеки та оборони України: доставка продовольства, боєприпасів та іншого матеріального забезпечення для підрозділів здійснюється через скиди з БПЛА.

7. Далекобійні удари - сьогодні ми можемо побачити в соціальних мережах з акаунтів підрозділів сил безпеки та оборони України відео ударів по стратегічних об'єктах РФ (НПЗ, фабрики, аеродроми та ін. об'єкти). Такі удари можуть спричиняти шалені збитки для економіки противника, яка напряму живить військову машину, що намагається знищити Україну.

8. Противовітряна оборона - доволі новий спосіб використання: FPV-дрони і не тільки модернізовано в «дрони-перехоплювачі». З їх допомогою сили безпеки та оборони змогли стабілізувати ситуацію в «кіллзоні» і зокрема в тилу — шляхом знищення ударних дронів типу Shahed-136/Герань-2, розвідувальних «Орланів» або «ZALA», ударних «Ланцетів» та інших. За рахунок FPV-дронів-перехоплювачів Україна може зекономити на зенітних ракетах до ЗРК/ПЗРК і використати їх в інших секторах.

Перспективи розвитку. На сьогоднішній день штучний інтелект стає все популярнішим у багатьох сферах, так само і у військовій галузі. Зокрема в автоматизованих системах управління, мережевих вузлах, інженерних проєктах та багатьох інших сферах, і має розвинутись у безпілотних системах (БПЛА зокрема). Окрім ШІ є багато перспективних гілок розвитку БПЛА — від матеріалів виготовлення до програмного забезпечення.

Проблематика. Якими б БПЛА Україна не володіла, вони мають досить великий список перешкод: ППО, стрілецьке озброєння 12-го калібру (рушниці), РЕБ-системи, що глушать зв’язок між оператором і дроном (до того ж трапляються випадки конфліктів між екіпажами БПЛА та суміжними підрозділами РЕБ через неузгодженість операцій) — це допоки основні проблеми в діяльності розрахунків БпАК.

Висновок. Перераховуючи попередні факти, можна підсумувати — безпілотні системи для сил безпеки та оборони України мають стати постійною складовою військової машини України і впроваджувати надалі перспективні рішення з їх розвитку.

Григорчук Д. В., курсант
Науковий керівник – Магдун М. В.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ВИКОРИСТАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ПСИХОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ

В умовах сучасної війни, яку росія розв’язала проти України, контроль над свідомістю людей набуває ключового фактору для отримання переваги. І тому проведення психологічних операцій, що проводяться спецпідрозділами Збройних Сил України, спрямовані на вибірковий вплив на емоційний стан та

поведінку супротивника для досягнення військових цілей. Однак проведення таких операції потребує щоразу нових підходів та методів. Одним з таких підходів є використання безпілотних апаратів для досягнення психологічної переваги над противником на полі бою.

Використання безпілотних апаратів дозволяє подолати головне обмеження для проведення психологічних операцій – дистанцію та фізичну недосяжність об'єкта впливу, а також захистити власний особовий склад.

Використання безпілотних апаратів для проведення психологічних операцій умовно можливо поділити на два напрямки: використання безпілотних літальних апаратів (далі – БпЛА) та використання наземних роботизованих комплексів (далі – НРК).

Використання БпЛА для проведення психологічного впливу набуло розвитку з початком повномасштабного вторгнення росії. За допомогою дронів підрозділи психологічних операцій здійснюють залистування ворожих позицій друкованими матеріалами. На відміну від артилерійських снарядів, дрон пропонує високу точність (4 – 6 метрів на висоті до 150 м), що дозволяє скидати листівки безпосередньо в окопи або бліндажі. Зміст цих матеріалів зазвичай включає заклики до здачі в полон. Сама присутність дрона над позиціями створює враження постійної загрози та небезпеки.

За допомогою БпЛА також проводиться психологічний вплив з використанням гучномовців та акустичних систем. Використання потужних гучномовців на безпілотних платформах дозволяє реалізовувати психологічний тиск шляхом передачі певних звуків або словесних повідомлень. Наприклад, спеціальні модулі можуть генерувати шуми потужністю до 110 дБ, які є зрозумілими навіть за несприятливих погодних умов на відстані до 100 метрів. Сам шум двигуна дрона діє як потужний акустичний стресор, викликаючи у ворога постійну тривогу.

Одним з головних завдань підрозділів психологічних операцій є проведення заходів, щодо введення противника в оману. І саме для таких задач доцільно залучати НРК, що підвищить ефективність проведених заходів та збереже особовий склад в безпеці. За допомогою цих комплексів можливо проводити імітацію руху техніки, розгортання сил в хибних районах тощо. Для такої імітації використовують акустичні системи великої потужності, які за сприятливих умов можуть транслювати звуки на дальність до 4 кілометрів, а також проводити трансляцію в русі, що дає додаткового ефекту справжності.

Використання безпілотних апаратів у психологічних операціях є одним із найбільш перспективних напрямків сучасної війни. Поєднання повітряних (БпЛА) та наземних (НРК) систем дозволяє позбутись фактору фізичної дистанції та забезпечує високу ефективність впливу на свідомість противника при мінімальних ризиках для власного особового складу. Завдяки мобільності, акустичним можливостям та здатності до імітації присутності сил, безпілотні технології стають не лише засобом розвідки чи ураження, а потужним інструментом деморалізації та дезорієнтації ворога, що безпосередньо впливає на загальний успіх бойових дій.

Небилиця Д. М., курсант
Науковий керівник – Залевський В. Й.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ПІДГОТОВКА ФАХІВЦІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ В УМОВАХ ПРОТИДІЇ РАДІОЛОКАЦІЙНИМ СИСТЕМАМ

Підготовка фахівців із застосування та експлуатації безпілотних літальних апаратів (БпЛА) тактичного класу потребує проведення практичних занять в умовах протидії вірогідному противнику. Така протидія зазвичай ведеться засобам розвідки, у тому числі з радіолокаційними станціями (РЛС), що намагаються виявити БпЛА, знешкодити його самостійно, або надати цілевказівку іншим засобам для його знищення.

Для виявлення БпЛА пропонується застосувати РЛС ближньої розвідки наземних рухомих цілей на базі 1РЛ133 «Кредо». Такі РЛС раніше слугували лише для виявлення та розпізнавання наземних об’єктів.

Аналіз вітчизняних джерел свідчить про вдалі спроби застосування РЛС 1РЛ133 для виявлення БпЛА мультироторного типу с трьома гвинтами ОО “КБ АВІА”. Дані дослідження можна використати для проведення практичних занять з курсантами в умовах протидії засобам розвідки умовного противника.

Навчання в умовах протидії пропонується проводити у два етапи, шляхом розгортання експериментальної установки, що складається з РЛС «Кредо», аналого-цифрового перетворювача (АЦП) та комп'ютера.

На першому етапі здійснюється політ БпЛА, а за допомогою РЛС 1РЛ133 проводиться його зондування. Сигнал з виходу фазового детектора (головних телефонів) РЛС записується за допомогою АЦП в пам'ять комп'ютера. При цьому варто розглянути два види функціонування БпЛА у повітрі: перший – зависання на висоті 15–20 м, а другий – рух на висоті 30–50 м у напрямку до РЛС і від неї.

На другому етапі проводиться візуальний аналіз записаних сигналів і їх наступна обробка для вирішення задачі для розпізнавання БпЛА.

Таким чином із записаних портерів сигналів і їх обробки курсанти або слухачі зможуть краще проаналізувати свої дії, як операторів, і спланувати можливі варіанти протидії умовному противнику для збереження живучості пілотуємих ними БпЛА.

Білуха М. Ю., курсант
Науковий керівник – Гончаров В. В.
Національна академія сухопутних військ
імені Гетьмана Петра Сагайдачного

РОЛЬ БЕЗПІЛОТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СУЧАСНІЙ ВІЙНІ

У XXI столітті війна зазнала суттєвих трансформацій під впливом стрімкого розвитку науки і техніки. Особливу роль у цих змінах відіграють безпілотні технології, які стали одним із ключових елементів сучасного поля бою. Використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА) дозволяє значно підвищити ефективність розвідки, точність ураження цілей та знизити ризики для особового складу. Досвід сучасних збройних конфліктів, зокрема війни в Україні, демонструє, що безпілотні системи є не допоміжним, а часто визначальним фактором успіху бойових дій.

Безпілотні технології охоплюють широкий спектр засобів — від розвідувальних дронів до ударних безпілотників і баражуючих боєприпасів. Їх активне впровадження у військову сферу суттєво змінило підходи до ведення бойових дій. Насамперед це стосується розвідувального забезпечення. БПЛА дозволяють здійснювати постійний моніторинг поля бою в режимі реального часу, виявляти позиції противника, його переміщення та інженерне обладнання місцевості. Отримана інформація забезпечує оперативне прийняття рішень і підвищує ефективність управління підрозділами.

Однією з ключових функцій безпілотників є коригування артилерійського вогню. Завдяки використанню БПЛА значно підвищується точність ураження цілей, скорочуються витрати боєприпасів та час виконання вогневих завдань. У сучасних умовах саме поєднання артилерії та безпілотних систем створює ефективний механізм вогневого ураження противника.

Важливе місце займають ударні безпілотні системи та дрони-камікадзе. Вони дозволяють знищувати живу силу, бронетехніку, артилерійські системи та інші об'єкти противника з високою точністю. Основною їх перевагою є можливість застосування без ризику для екіпажу, що особливо актуально в умовах інтенсивних бойових дій. Крім того, такі засоби є відносно дешевими порівняно з традиційними видами озброєння, що дозволяє масово їх використовувати.

Окремої уваги заслуговує використання безпілотних технологій у сфері логістики. Безпілотники можуть застосовуватися для доставки боєприпасів, медикаментів та іншого забезпечення на передові позиції, де використання традиційного транспорту є небезпечним або ускладненим. Це дозволяє підвищити живучість підрозділів і забезпечити безперервність їх бойової діяльності.

Не менш важливим є психологічний вплив безпілотних систем. Постійна присутність дронів у повітрі створює у противника відчуття невпевненості та постійного контролю, що негативно впливає на його морально-психологічний стан. Таким чином, БПЛА виконують не лише тактичні, а й інформаційно-психологічні функції.

Разом із тим застосування безпілотних технологій супроводжується низкою проблем. Серед них — вразливість до засобів радіоелектронної боротьби, залежність від каналів зв'язку та навігації, обмежений ресурс роботи, а також необхідність підготовки кваліфікованих операторів. Противник активно застосовує засоби РЕБ для придушення сигналів управління та навігації, що знижує ефективність використання БПЛА.

Сучасні тенденції розвитку безпілотних технологій спрямовані на підвищення їх автономності, впровадження елементів штучного інтелекту та створення роїв дронів, здатних діяти узгоджено. Також важливим напрямом є інтеграція безпілотних систем у єдині інформаційно-управлінські системи військ, що забезпечує підвищення ефективності їх застосування.

Таким чином, безпілотні технології стали одним із ключових чинників трансформації сучасної війни. Вони забезпечують інформаційну перевагу, підвищують ефективність ураження противника та дозволяють зменшити втрати особового складу. Подальший розвиток і вдосконалення безпілотних систем визначатимуть характер бойових дій у майбутньому.

Тимощук В. А, курсант
Науковий керівник – Оверчук С. П.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ЗАСТОСУВАННЯ МОДУЛЯ MISSION CONTROL У ПІДРОЗДІЛАХ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ

Сучасні бойові дії характеризуються широким використанням безпілотних авіаційних комплексів (БпАК), які виконують важливі завдання розвідки, спостереження, коригування артилерійського вогню та ураження цілей противника. Ефективність застосування БпАК значною мірою залежить від швидкості отримання, обробки та передачі інформації, а також від рівня координації між підрозділами.

У зв’язку з цим особливого значення набуває використання сучасних інформаційних систем управління бойовими діями. Однією з таких систем є програмний комплекс «Дельта», який призначений для підвищення ситуаційної обізнаності підрозділів та забезпечення ефективної взаємодії між різними елементами управління військами.

У структурі цієї системи важливу роль відіграє модуль Mission Control, призначений для планування, координації та контролю виконання завдань безпілотними авіаційними комплексами. Даний модуль забезпечує централізоване планування місій БпАК, формування маршрутів польоту, визначення точок спостереження, районів ведення розвідки та інших параметрів виконання завдань.

Використання електронних карт і геоінформаційних даних дозволяє здійснювати точне планування польоту з урахуванням рельєфу місцевості, наявних перешкод і тактичної обстановки. Це дає змогу оператору заздалегідь підготувати безпілотний літальний апарат (БпЛА) до виконання місії та зменшити ризики під час польоту.

Важливою перевагою модуля Mission Control є можливість контролю виконання місії в режимі реального часу. Оператор і командир підрозділу можуть відстежувати переміщення БпЛА на електронній карті, отримувати інформацію про його координати, висоту польоту, швидкість та інші параметри. Це забезпечує можливість оперативного реагування на зміни обстановки та коригування завдань під час виконання місії.

Застосування Mission Control у підрозділах БпАК також сприяє підвищенню рівня ситуаційної обізнаності. Дані, отримані від БпЛА, можуть оперативно передаватися до інших елементів системи «Дельта», що дозволяє командирам різних рівнів отримувати актуальну інформацію про обстановку на полі бою. У результаті прискорюється процес прийняття управлінських рішень та підвищується ефективність бойового застосування підрозділів.

Крім того, використання даного програмного модуля сприяє оптимізації роботи операторів БпЛА. Автоматизація процесів планування місій і контролю польоту зменшує навантаження на особовий склад та дозволяє зосередитися на аналізі отриманої інформації і виконанні основних завдань розвідки.

Важливим аспектом є можливість інтеграції модуля Mission Control з іншими інформаційними системами управління військами та засобами розвідки. Це забезпечує формування єдиного інформаційного простору, у якому дані від безпілотних систем можуть використовуватися для планування операцій, координації дій підрозділів та підвищення точності ураження цілей.

Таким чином, використання модуля Mission Control у складі системи «Дельта» дозволяє суттєво підвищити ефективність застосування БпАК у сучасних бойових умовах. Автоматизація процесів планування місій, контролю польоту та передачі інформації забезпечує кращу координацію дій підрозділів, підвищує швидкість прийняття рішень і сприяє більш ефективному виконанню бойових завдань.

Перспективи подальшого розвитку подібних модулів пов’язані з розширенням їх функціональних можливостей, удосконаленням інтеграції з іншими інформаційними системами та впровадженням елементів автоматизованого аналізу даних. Це дозволить підвищити ефективність використання безпілотних систем і сприятиме подальшому розвитку систем управління підрозділами у Збройних Силах України.

Семенюк В. В., слухач, Федчук Л. В., слухач
Науковий керівник – Нагачевський В. Й., канд. техн. наук, доц.
Національна академія сухопутних військ
імені гетьмана Петра Сагайдачного

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ ЕВАКУАЦІЇ РОБОТИЗОВАНИХ ПЛАТФОРМ НА ПОЛІ БОЮ

Аналіз сучасного характеру бойових дій свідчить про стале зростання ролі наземних роботизованих комплексів (НРК) у системі бойового застосування підрозділів. Особливо активно роботизовані платформи використовуються у складі підрозділів, що застосовують роботизовані ударні та розвідувальні засоби (РУВ). У зв'язку з цим одним із актуальних напрямів розвитку роботизованих систем є створення спеціалізованих НРК евакуаційного призначення.

Практичний досвід застосування РУВ показує, що значна частина втрат роботизованих платформ пов'язана не з їх повним знищенням, а з частковими пошкодженнями. До найбільш характерних належать пошкодження ходової частини, вихід з ладу систем зв'язку, пошкодження джерел живлення, а також механічні ушкодження корпусу. У більшості випадків такі платформи можуть бути відновлені за умови своєчасної евакуації у безпечний район. Водночас евакуація роботизованих платформ силами особового складу у сучасних умовах ведення бойових дій пов'язана з високим ризиком втрат, що обумовлює необхідність застосування роботизованих засобів евакуації.

Основною передумовою створення НРК евакуаційного призначення є необхідність підвищення живучості роботизованих систем та зменшення втрат техніки. Використання спеціалізованих роботизованих комплексів дозволяє здійснювати евакуацію пошкоджених платформ без залучення особового складу до виконання завдань у зоні безпосереднього вогневого ураження противника. Це, у свою чергу, сприяє збереженню бойових можливостей підрозділів та підвищенню ефективності застосування роботизованих систем у цілому.

З урахуванням досвіду застосування РУВ можна визначити основні вимоги до перспективних НРК евакуаційного призначення. До них належать: висока прохідність у складних умовах місцевості, достатня вантажопідйомність для транспортування роботизованих платформ різних типів, можливість

швидкого захоплення пошкодженого НРК, а також стійкість до впливу засобів радіоелектронної боротьби. Особливо важливою є здатність таких комплексів діяти в умовах обмеженої видимості та під вогневим впливом противника.

Перспективним напрямом розвитку НРК евакуаційного призначення є впровадження напівавтономних та автономних режимів управління. Використання систем технічного зору, автоматичного виявлення пошкоджених платформ та побудови маршруту руху дозволяє значно зменшити навантаження на оператора і підвищити ефективність виконання завдань у складних умовах бойової обстановки. Водночас збереження можливості дистанційного управління залишається обов'язковою умовою застосування таких комплексів.

Окремого значення набуває модульний принцип побудови НРК евакуаційного призначення. Використання змінних функціональних модулів дозволяє адаптувати комплекс до різних умов застосування та типів роботизованих платформ. Зокрема, перспективні НРК можуть оснащуватися евакуаційними платформами, лебідками, механічними захватами або іншими технічними засобами, що забезпечують швидке та ефективне виконання евакуаційних завдань.

Таким чином, перспективи розвитку наземних роботизованих комплексів для евакуації роботизованих платформ на полі бою безпосередньо пов'язані з практичним досвідом застосування РУВ. Основними напрямами їх подальшого розвитку є підвищення живучості, збільшення прохідності, впровадження напівавтономного управління, використання модульної конструкції та забезпечення можливості швидкого виконання евакуаційних дій. Реалізація зазначених напрямів дозволить підвищити ефективність застосування роботизованих платформ у сучасних умовах ведення бойових дій та забезпечити їх оперативне відновлення після пошкодження.

Міжнародна наукова курсантська конференція
«Сучасні технології в безпекових викликах сьогодення»

Сліпець Є. О., курсант
Науковий керівник – Сорокатий М. І., канд. фіз.-мат. наук, доц.
Національна академія сухопутних військ
імені гетьмана Петра Сагайдачного

МОДЕЛЮВАННЯ ЗОН КОНТРОЛЮ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ РІВНЯННЯ ПЛОЩИНИ

Сучасна практика застосування безпілотних систем у зоні бойових дій свідчить що успіх місії залежить не лише від технічних характеристик апарату, а й від математично вивіреного планування його польоту. Безпілотники стали ключовим елементом розвідки, проте масове використання дронів у обмеженому просторі створює ризики “дружніх” конфліктів та втрати орієнтації. У польових умовах не можна покладатися лише на візуальні орієнтири. Для систем автоматизованого управління, таких як “Кропива” або програмних комплексів типу Mission Planner, простір має бути описаний мовою цифр. Альтернативним виходом з цієї ситуації є чітке розмежування секторів через рівняння площини, що дозволяє перетворити тривимірне небо на добре структуровану карту зон контролю.

На практиці задається декілька таких площин, які в сукупності формують тривимірний операційний об’єм. Це дає змогу оператору чітко розуміти де закінчується його сектор відповідальності та починається зона суміжного підрозділу. Використання рівняння площини стає критичним при роботі на пересіченій місцевості. На відміну від простої координатної сітки система площин дозволяє:

1. ешелонувати висоти: створювати горизонтальні площини для розведення різних типів БПЛА (наприклад, розвідників та ударних дронів) по різних ярусах
2. враховувати “мертві зони”: через нахилені площини ми можемо відсікати ділянки рельєфу, де зв’язок з апаратом може бути втрачений
3. формувати безпечні коридори: за допомогою сукупності площин прописуються маршрути повернення, що огинають зони дії засобів РЕБ або ППО противника

Коли дрон перетинає таку “математичну стіну”, система моментально ідентифікує зміну статусу. Це реалізується шляхом аналізу положення точки

(координат БПЛА) відносно заданої площини. Головною перевагою такого підходу є мінімізація людського фактору в умовах стресу та дефіциту часу. Сучасне спеціалізоване програмне забезпечення, інтегроване в системи управління вогнем, використовує рівняння площини для автоматичного відсікання помилкових цілей, що знаходяться поза зоною інтересу. Це дає змогу зосередити увагу лише на об'єктах, які входять у визначений геометричний об'єм.

Окрім того, математичне моделювання меж допомагає уникнути зіткнень при одночасному використанні десятків бортів у вузькому секторі. Кожен апарат отримує свій "математичний коридор", межі якого прописані як набір площинних обмежень.

Отже, використання рівняння площини для опису зон контролю - це не просто теоретична абстракція, а прикладний інструмент сучасного військовослужбовця, що дозволяє значно підвищити точність координації та безпеку застосування безпілотних комплексів.

Чабан А. С., слухач
Науковий керівник – Куравська Н. М., канд. техн. наук
Харківський національний університет Повітряних Сил
імені Івана Кожедуба

ПРОПОЗИЦІЇ ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ НАВІГАЦІЇ РОБОТИЗОВАНОГО НАЗЕМНОГО КОМПЛЕКСУ "ВОЛЯ -Е" В УМОВАХ ВІЙНИ ВИСОКОЇ ІНТЕНСИВНОСТІ

Сучасна війна в Україні викрила критичну вразливість де останні "декілька миль" до переднього краю стали найнебезпечнішою зоною. Тотальне панування FPV-дронів та розвідувальних БпЛА робить будь-який рух техніки чи піхоти видимим і миттєво вразливим. У цих реаліях роботизований наземний комплекс (РНК) "Воля-Е" постає не просто як допоміжний засіб, а як критичний інструмент деантропологізації ризику та автоматизації операцій, де людське життя є найвищою цінністю. На відміну від літаків, наземний роботизований комплекс (НРК) "Воля-Е" у разі повної втрати зв'язку та навігації через РЕБ діє за сценарієм безпечної зупинки, оскільки рух по землі в умовах нерівного рельєфу без контролю є критично небезпечним.

Головною перевагою застосування такого комплексу є технічний аспект низький силует та мінімальна теплова сигнатура роблять платформу менш помітною для тепловізорів ворога порівняно з групами піхоти, що зводить участь людини майже до мінімуму. Це пояснюється тим, що традиційна евакуація пораненого силами чотирьох бійців виводить з бою цілу групу, яка стає легкою мішенню, тоді як "Воля-Е" дозволяє залучити лише одного оператора. Важливим також є психологічний аспект де наявність РНК у підрозділі підвищує моральний дух, адже знання того, що у разі поранення за тобою приїде робот, а не товариш підставлятиметься під кулі, знижує рівень бойового стресу. Трансформація логістики "останньої милі" вирішує проблему постачання боєприпасів та провізії на пристріляні позиції, оскільки здатність перевозити до 150 кг вантажу на гусеничному ходу забезпечує прохідність там, де колісна техніка є вразлива із-за габаритів. В такому випадку, РНК «Воля-Е» є прикладом переходу від кількісної переваги до технологічної, стаючи надійним фундаментом нової доктрини "безконтактної логістики". Але наряду з будь якими новими технологіями завжди виникають і виклики з якими приходиться стикатися у вигляді впливу системи РЕБ "Lima". Який використовується для протидії російським літакам та КАБами. Система "Lima" створює потужний купол перешкод, який "засліплює" GNSS-навігацію, спричиняючи проблеми для власних дронів та РНК.

Ось основні алгоритми його базової поведінки:

1. Аварійна зупинка (Failsafe). Якщо зв'язок із пультом керування або супутниками переривається на певний час, робот зупиняється. Це запобігає його заїзду в канаву, наїзду на міну або виїзду прямо на позиції ворога «наосліп».

2. Утримання позиції. Робот залишається на місці з увімкненими системами, очікуючи відновлення сигналу або того, що оператор підійде ближче з пультом керування.

3. Спроба відновлення зв'язку. Якщо комплекс обладнаний інтелектуальними модулями, він може автоматично спробувати "відкотитися" назад на кілька метрів по своїх же слідах (backtrack), де зв'язок ще був стабільним. Проте для наземних роботів це складне завдання через ризик натрапити на перешкоду, яку він не «бачить» без оператора.

4. Використання радіоретрансляторів. Оскільки "Воля-Е" часто працює в парі з повітряним дроном-ретранслятором, придушення GPS для нього

менш критичне, ніж придушення каналу керування. Поки є прямий радіоканал (навіть без супутників), оператор продовжує вести робота, орієнтуючись суто по картинці з камери (FFV).

Де головною проблемою є на землі РЕБ діє сильніше, а перешкоди (пагорби, дерева) швидко обривають сигнал. Тому "Воля-Е" розрахована на роботу в зоні прямої видимості, або через виносні антени.

Щоб не втрачати техніку, зараз розглядають три технічні рішення: де CRPA-антени, які вміють "відсікати" сигнал РЕБ знизу, інерціальні системи (INS) з високоточними гіроскопами та візуальну одометрію (Computer Vision). Візуальна навігація (VNAV) стає єдиним способом автономного руху в умовах роботи "Lima", перетворюючи камеру на "очі" РНК. Це працює через машинний зір та порівняння зображень (DSM), де бортовий процесор на базі NVIDIA Jetson або Orin у реальному часі зіставляє картинку з завантаженою супутниковою картою. Звичайно такий підхід, підвищує імунітет до РЕБ. Візуальна інерціальна одометрія (VIO) додатково дозволяє РНК зрозуміти свій рух через зміщення пікселів, що критично важливо для автономного розпізнавання цілей (Terminal Guidance) на фінальній ділянці, коли зв'язок з оператором обривається.

У контексті візуальної навігації для РНК, мають на увазі "мізки" системи — це набір алгоритмів, які перетворюють картинку з камери на команди для двигуна. Під програмним забезпеченням Soft розуміють набір алгоритмів, як-от Open CV для пошуку контрастних точок та нейромережі архітектури YOLO для впізнання техніки ворога. Саме програмне забезпечення є вирішальним фактором, адже воно дозволяє фільтрувати цифрові шуми, працювати в умовах поганої видимості та автоматично обирати шлях обходу зон випромінювання. Простіше кажучи, Soft — це інтелект, який каже машині не панікувати при зникненні GPS, адже вона продовжує бачити дорогу та орієнтири, що робить "Волю-Е" та сучасні БпЛА автономними суб'єктами на полі бою.

Щоб не втрачати техніку і не відводити її назад, сьогодні на фронті пропонується впроваджувати три ключові технічні рішення:

1. CRPA-антени (адаптивна діаграма): Найбільш реалістичний шлях захисту. Спеціальні антени (українські розробки або аналоги типу Smarteq) «відсікають» сигнал РЕБ, що йде знизу, фокусуючись на чистому сигналі супутника зверху.

2. Візуальна одометрія (Computer Vision): Відмова від супутників на користь «бортового зору». На базі обчислювачів типу Jetson або Orange Pi дрон порівнює картинку під собою з картою високої роздільної здатності. РЕБ безсилий проти відеокамери.

3. Інерціальна система (INS) з корекцією: Високоточні гіроскопи дозволяють тримати курс без GPS на дистанціях до 5-10 км. Для успіху місії дрон має проходити зону дії Lima «по приладах», поки знову не спіймає супутник.

Звичайно все дивляться по ситуації, тобто іноді використовується синхронізація частот (“часові вікна”), коли РЕБ вимикається на кілька секунд для оновлення координат, проте в умовах загрози КАБів це є надзвичайно ризикованим.

Візуальна навігація (VNAV) “Очі” DSM (Digital Scene Matching)3, що ігнорують РЕБ стає єдиним способом автономного руху. Ось, як працюють ці технології:

Перед стартом у пам'ять завантажується супутникова карта. Бортовий процесор (NVIDIA Jetson Nano або Orin) у реальному часі порівнює те, що бачить камера з тим, що є в пам'яті. Звичайно така система ідеально працює вдень при чітких орієнтирах, але потребує вдосконалення для роботи вночі, або на засніжених полях.

Комп'ютерний зір (Computer Vision) складається бібліотеки (наприклад, OpenCV), які вчать систему бачити об'єкти (кути будівель, перехрестя, дерева) і вираховувати швидкість без GPS. Ці бібліотеки коду, які вчать РНК бачити не просто пікселі, а об'єкти. Soft шукає на зображенні контрастні точки і стежить, як вони рухаються в кадрі. Якщо точки зміщуються вліво — Soft розуміє, що РНК приймає вправо, і вираховує швидкість, відстань без жодного GPS.

Єдиний мінус такої нейромережі полягає в тому, що необхідно деякий час для того, щоб провести навчання такої моделі типу YOLO (You Only Look Once), які впізнають танки чи бліндажі серед диму та завад. Саме цей код бере керування на себе при обриві зв'язку системою Lima.

Алгоритми DSM де спеціалізований Soft для прив'язки відео до координат через “фотовідбиток” місцевості.

Головні виклики в реалізації:

1. Для збільшення обчислювальної потужності в обробці відео в 4K чи HD потрібні дорогі чіпи, що здорожчує РНК.

2. Зміна ландшафту, де після артилерійських обстрілів “карта” в пам'яті може не збігатися з реальністю (дерева зрізані, будівлі зруйновані).

3. Погодні умови в яких туман або низька хмарність критично знижують ефективність.

Щоб не повертати одиницю назад, РНК має бути оснащений модулем типу “Skynode” або українськими аналогами (які постійно проходять удосконалення), які автоматично перемикаються на візуальне орієнтування, щойно рівень шуму від Lima перевищує критичну межу. Але “Skynode” нажаль є суттєво високовартісною.

Підсумовуючи, технічні пропозиції РНК “Воля-Е” у поєднанні з передовими алгоритмами автономності знаменує фундаментальний перехід від війни ресурсів до війни інтелектуальних систем. У сучасних реаліях, де система РЕБ Lima створює захисний купол від авіації, але одночасно блокує супутникову навігацію, виживання техніки та успіх місії прямо залежать від “розумного” Soft. Сама по собі камера чи процесор нічого не варті без коду. Поєднання Soft та штучного інтелекту з прописаними кодами є вирішальним фактором в навігації РНК. Саме код дозволяє фільтрувати цифрові шуми, працювати в тумані та автоматично обходити зони найпотужнішого випромінювання РЕБ.

Простіше кажучи, Soft — це програма, яка каже РНК: *«Не панікуй, що GPS зник, я бачу дорогу і те дерево, ми рухаємося правильно»*.

Використання комп’ютерного зору, візуальної одометрії та нейромереж архітектури YOLO дозволяє наземним комплексам ігнорувати радіоелектронні завади, орієнтуючись за рельєфом та об’єктами місцевості. Таким чином, доктрина “безконтактної логістики” не лише зберігає життя українських воїнів, а й формує нову структуру піхотних підрозділів, де технологічна якість і автономність алгоритмів стають вирішальним фактором перемоги у війні високої інтенсивності.

Коваль Є. І., курсант, Єфімчук В. О., курсант
Науковий керівник – Сікан Ю. В.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ТА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ РАДІОМОНІТОРИНГУ КАНАЛІВ ВІДЕОТРАНСЛЯЦІЇ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Стрімкий розвиток безпілотних літальних апаратів (БпЛА) у військовому та цивільному секторах зумовлює критичну важливість відеопотоку як основного джерела інформації для прийняття рішень у реальному часі. Оскільки передача даних відбувається через радіоефір, виникає гостра потреба у радіомоніторингу для виявлення робочих частот, аналізу протоколів та перехоплення інформації. Актуальність теми підсилюється складністю сучасного завадового середовища та активним використанням засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ).

Типологія каналів передачі відео. Канали передачі відеоданих із БпЛА можна розподілити на три основні категорії:

Аналогові канали (1.2, 2.4, 5.8 ГГц): використовують методи модуляції AM та FM. Їхньою головною перевагою є мінімальна затримка сигналу (30–50 мс), що є критично важливим для FPV-пілотування. Проте вони надзвичайно вразливі до перехоплення через повну відсутність шифрування.

Цифрові канали: базуються на технологіях OFDM, Wi-Fi, LTE/5G та супутниковому зв’язку. Вони забезпечують високу якість зображення та високий рівень захищеності даних, проте потребують складних обчислювальних алгоритмів обробки.

Гібридні системи: раціонально поєднують аналогове управління для оперативності зворотного зв’язку з цифровою передачею контенту високої чіткості на наземну станцію.

Сучасні підходи до радіомоніторингу. Новітні методики моніторингу ефіру передбачають комплексне використання таких підходів:

Пасивний моніторинг: приховане спостереження, аналіз спектрального розподілу та параметрів модуляції без внесення змін у роботу досліджуваного каналу.

Активний моніторинг: цілеспрямований вплив на канал тестовими сигналами для прецизійної оцінки пропускної здатності та ідентифікації мережевих протоколів.

Програмно-визначене радіо (SDR): виступає базовим інструментом, що дозволяє програмно перемикатися між широкими частотними діапазонами (від 1.2 до 60 ГГц) та декодувати сигнали різних стандартів без заміни апаратної частини.

Апаратне та програмне забезпечення. До складу сучасних технічних засобів належать спеціалізовані антено-фідерні системи (клеверні, спрямовані, системи MIMO), високоточні спектроаналізатори та широкосмугові сканери. Програмна складова (наприклад, uAVD, Curtiss-Wright IADS, RFeye DeepView) забезпечує автоматизоване декодування, візуалізацію результатів у реальному часі та запис відеопотоків разом із даними телеметрії.

Ефективність систем радіомоніторингу сьогодні стикається з низкою об’єктивних труднощів:

Криптографічний захист: застосування сучасних алгоритмів шифрування робить пряме декодування відеопотоку майже неможливим без наявності відповідних ключів доступу.

Електромагнітна сумісність: висока насиченість ефіру завадами від промислового обладнання, засобів зв’язку та великої кількості інших БпЛА створює критичний рівень шумів.

Фізичні чинники: багатошляхове поширення сигналу (эффект Multipath) у щільній міській забудові чи гірській місцевості призводить до деградації зображення та втрати пакетів даних.

Висока мобільність: швидке переміщення БпЛА вимагає динамічного керування діаграмою спрямованості антен та постійного підлаштування параметрів прийому.

Майбутнє систем радіомоніторингу лежить у площині інтелектуалізації та системної інтеграції. Пріоритетними напрямами розвитку є: впровадження штучного інтелекту (AI); використання Big Data; Розвиток мережевих рішень.

Радіомоніторинг є фундаментом інформаційної безпеки та ефективної протидії у сфері використання БпЛА. Застосування комплексного підходу — поєднання SDR-технологій, адаптивних антенних систем та алгоритмів штучного інтелекту — дозволяє забезпечити надійне виявлення та аналіз відеоканалів навіть у складних умовах активної радіоелектронної боротьби та тотального шифрування даних.

Бувайлик І. В., курсант
Науковий керівник – Буримський Л. М.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ТАКТИКА ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ НАЗЕМНИХ КОМПЛЕКСІВ У ВЗАЄМОДІЇ З БЕЗПІЛОТНИМ ЛІТАЛЬНИМ АПАРАТОМ

В умовах сучасних бойових дій значного поширення набули безпілотні наземні комплекси (БНК). Їх застосування дозволяє зменшити втрати особового складу та підвищити ефективність виконання бойових завдань. Функціональні можливості БНК забезпечують виконання широкого спектра задач, зокрема: вогневого ураження противника, медичної евакуації та логістичного забезпечення підрозділів.

Разом із тим, практичний досвід застосування свідчить, що ефективність керування БНК у складних умовах місцевості залишається обмеженою. Використання лише штатних відеокамер наземного комплексу не забезпечує достатнього рівня ситуаційної обізнаності оператора. Обмежений кут огляду не дозволяє своєчасно виявляти перешкоди та формувати безпечний маршрут руху.

Додатковою проблемою є погіршення якості відеосигналу зі збільшенням дальності управління, що обумовлено обмеженою радіовидимістю. У результаті оператор втрачає повну інформацію про обстановку, що значно ускладнює керування комплексом.

Одним із найбільш ефективних способів підвищення ефективності застосування БНК є використання повітряного візуального супроводження за допомогою безпілотних літальних апаратів (БпЛА) мультироторного типу (наприклад, DJI Mavic, Autel). Це дозволяє забезпечити багаторакурсне спостереження за обстановкою та контроль параметрів руху наземного комплексу в реальному часі.

Застосування такої тактики потребує узгоджених дій оператора БНК та екіпажу БпЛА. Найпростішим варіантом є виконання завдання з однієї позиції, що забезпечує мінімальні затримки у взаємодії. Водночас це створює підвищений ризик ураження через скупчення особового складу.

Альтернативним підходом є передача відеопотоку з БпЛА безпосередньо на планшет оператора БНК. Проте реалізація такого рішення потребує

додаткових засобів зв’язку, здатних забезпечити стабільність і достатню пропускну здатність каналу передачі даних. У разі втрати відеотрансляції оператор БНК ризикує втратити контроль над комплексом.

Окрему увагу слід приділяти ефективному використанню ресурсу акумуляторних батарей БпЛА, що здійснюють супроводження, оскільки саме вони часто визначають максимальну тривалість та дальність застосування БНК. Використання ретрансляторів на самому БпЛА є недоцільним через збільшення енергоспоживання та зменшення часу польоту.

Більш раціональним рішенням є застосування наземних виносних антен з високими щоглами та підсилювачами сигналу, що дозволяє підвищити стійкість зв’язку без додаткового навантаження на БпЛА.

Таким чином, застосування БНК у взаємодії з БпЛА суттєво підвищує ефективність управління БНК і покращує ситуаційну обізнаність оператора. Найбільш ефективною є тактика, що передбачає тісну координацію дій операторів БНК та екіпажів БпЛА. Оптимізація цих елементів дозволяє збільшити дальність застосування та підвищити результативність виконання бойових завдань.

Кібкало Д. О., курсант
Науковий керівник – Стратовіч Р. В.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ЗМІНА ТАКТИКИ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ТИПУ SHAHED У РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКІЙ ВІЙНІ (2022–2026 рр.)

Застосування баражуючих боєприпасів типу «Shahed-136» російськими військами вперше було зафіксовано у вересні 2022 року на Куп’янському напрямку. На початковому етапі ці безпілотні літальні апарати (БпЛА) використовувалися переважно як засіб масованого ураження стаціонарних цілей, насамперед об’єктів критичної інфраструктури. Основною метою їх застосування було створення психологічного ефекту, перевантаження систем протиповітряної оборони (ППО) та виснаження ресурсів засобів ураження.

У подальшому противник відмовився від складних схем застосування з використанням розвідувальних платформ і перейшов до автономного використання

БпЛА із заздалегідь запрограмованими маршрутами польоту на основі супутникової навігації. Такий підхід дозволив підвищити стійкість системи застосування до втрат окремих елементів та забезпечити масованість ударів.

У 2023–2024 роках відбувся якісний перехід до локалізації виробництва БпЛА типу «Shahed» на території рф, зокрема на базі спеціальної економічної зони «Алабуга». Це забезпечило значне нарощування обсягів випуску та створило передумови для подальшої модернізації конструкції. Зокрема, спостерігається спрощення окремих технологічних рішень планера, використання дешевших матеріалів та адаптація конструкції до умов масового виробництва.

Паралельно відбувається вдосконалення бортового обладнання. На новіших модифікаціях фіксується застосування завадозахищених супутникових навігаційних модулів, адаптивних антенних систем, а також елементів диференціальної корекції навігаційних параметрів. Крім того, в окремих зразках виявлено наявність телекомунікаційних модулів (3G/4G) та оптико-електронних засобів спостереження, що свідчить про спроби розширення функціональних можливостей БпЛА та підвищення гнучкості їх застосування.

З 2024 року спостерігається подальша еволюція даного класу засобів ураження. Зокрема, відмічається поява реактивних модифікацій (типу «Shahed-238»), які характеризуються підвищеною швидкістю польоту, що ускладнює їх перехоплення засобами ППО. Одночасно зафіксовано збільшення маси бойової частини до значень порядку 80–90 кг, що значно підвищує руйнівну ефективність ураження цілей. Також спостерігається тенденція до ускладнення алгоритмів польоту, включаючи варіативність маршрутів, зміну висот та використання маневрування.

Важливим чинником розвитку БпЛА типу «Shahed» є використання компонентної бази цивільного призначення іноземного виробництва, що дозволяє частково компенсувати вплив міжнародних санкцій та підтримувати високі темпи виробництва. Це, у свою чергу, забезпечує реалізацію стратегії масованого застосування, яка залишається ключовою для подолання ешелонованої системи ППО.

Таким чином, у період 2022–2026 років відбулася суттєва трансформація тактики застосування БпЛА типу «Shahed». Основними тенденціями є: перехід до автономного масованого застосування, нарощування виробництва, підвищення стійкості до засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ), збільшення бойового навантаження та поступова інтеграція елементів адаптивного

управління. Вказані зміни свідчать про еволюцію даних БпЛА від простих засобів ураження до складних багатоцільових систем, здатних діяти в умовах протидії сучасних систем ППО та РЕБ.

Трач А. В., курсант
Науковий керівник – Ваврічен О. А.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО МОДЕЛЮВАННЯ ТОПОЛОГІЧНОЇ МЕРЕЖІ ЗВ'ЯЗКУ З ВИКОРИСТАННЯМ БЕЗПІЛОТНИХ РЕТРАНСЛЯТОРІВ

У сучасних умовах розвитку електронних комунікацій особливого значення набуває забезпечення стійкого зв'язку під час моніторингу оперативної обстановки в контрольованих прикордонних районах, населених пунктах прикордонної смуги та безпосередньо на ділянках державного кордону. Як правило, значна частина прикордонних територій характеризується складними фізико-географічними умовами: наявністю лісових масивів, ярів, горбистого рельєфу або гірських ділянок. У таких умовах традиційна інфраструктура зв'язку, представлена стаціонарними вежами або вузлами ретрансляції, не завжди здатна забезпечити стабільне покриття через обмеження прямої видимості, складність розгортання додаткових об'єктів інфраструктури або підвищений ризик їхнього знищення під час бойових дій чи диверсійного впливу. Одним із перспективних рішень цієї проблеми є використання безпілотних літальних апаратів, оснащених ретрансляційним обладнанням, які можуть формувати тимчасову або адаптивну комунікаційну інфраструктуру.

Метою запропонованого методичного підходу є формування раціональної топології мережі зв'язку, здатної адаптуватися до змін оперативної обстановки на визначеній ділянці відповідальності підрозділу. Основою підходу є декомпозиція процесу моделювання мережі, що дозволяє послідовно врахувати географічні, радіотехнічні та організаційні фактори, які впливають на ефективність функціонування системи зв'язку.

На початковому етапі здійснюється аналіз оперативно-тактичної обстановки в зоні відповідальності. Такий аналіз передбачає використання

цифрових моделей місцевості, визначення координат наземних об'єктів інфраструктури та оцінювання можливих джерел радіоелектронних перешкод. Важливим результатом цього етапу є ідентифікація зон із обмеженою або відсутньою прямою радіовидимістю між наземними засобами зв'язку, що є критичним фактором для планування мережі.

На відміну від класичних ієрархічних структур організації мереж зв'язку, у межах запропонованого підходу використовується топологія типу MESH, яка забезпечує децентралізовану архітектуру мережі. У такій структурі кожен безпілотний ретранслятор виконує функції як окремого вузла зв'язку, так і мережевого комутатора, що дозволяє формувати гнучку багато зв'язну структуру передачі даних. Центральним елементом методики є алгоритм визначення оптимальних координат розміщення безпілотних ретрансляторів у повітряному просторі. Оптимізація здійснюється за критерієм максимізації площі радіо покриття при одночасному забезпеченні заданого рівня відношення сигнал/шум у каналах зв'язку. При цьому враховуються втрати сигналу у вільному просторі, особливості поширення радіохвиль у складному рельєфі, а також так званий ефект затінення, що виникає внаслідок екранування сигналу природними або штучними перешкодами.

Моделювання мережі також передбачає оцінювання її здатності до самовідновлення. У випадку виходу з ладу одного з безпілотних ретрансляторів застосовується алгоритм автоматичної маршрутизації трафіку, який перерозподіляє інформаційні потоки через суміжні вузли мережі. Такий механізм дозволяє мінімізувати затримку передачі даних та запобігти розриву зв'язку між віддаленими точками мережі, що особливо важливо для забезпечення управління підрозділами в складно доступних районах.

Таким чином, реалізація запропонованого методичного підходу дає можливість ще на етапі планування мережі визначити раціональну кількість безпілотних ретрансляторів, необхідних для забезпечення заданого рівня покриття та надійності зв'язку. Застосування такого підходу сприятиме підвищенню ефективності управління підрозділами в прикордонних районах, забезпеченню стабільної передачі даних про оперативну обстановку в режимі реального часу та зниженню залежності від стаціонарної інфраструктури зв'язку.

Hnatenko K. L., cadet, Konovalova I. O., cadet
Scientific supervisor – Grytsyshyn V. P., Ph.D.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

HELICOPTERS AS A COMPONENT OF AN INTEGRATED SYSTEM FOR COUNTERING UNMANNED AERIAL VEHICLES IN THE CONTEXT OF RUSSIAN AGGRESSION AGAINST UKRAINE

In the current context of warfare, unmanned aerial vehicles have become one of the key instruments of armed conflict, significantly transforming the nature of modern warfare. The main threat posed by their use lies in their ability to strike state and military facilities and critical infrastructure, as well as to pose heightened risks to the safety of Ukraine's civilian population. The widespread adoption of unmanned aviation technologies has led to a sharp increase in their use on the battlefield, which, in turn, has highlighted the need to develop effective, multi-layered countermeasures.

Modern UAVs perform a wide range of tasks, including combat strikes, aerial surveillance of logistics routes, gathering and transmitting intelligence on the location and activities of forces, conducting aerial photography and video surveillance of the terrain, participating in electronic warfare against command and control and communications systems, as well as relaying signals to extend the coverage of communications systems. Such multifunctionality necessitates a comprehensive approach to countermeasures.

In view of the above, the use of helicopters as a mobile component of an integrated system for countering unmanned aerial vehicles represents a promising avenue. Helicopters are characterised by high manoeuvrability, rapid response times and the ability to integrate diverse weapon and equipment systems, enabling them to effectively carry out tasks involving the detection, tracking and engagement of small-sized aerial targets. An additional advantage is the similarity in flight speed ranges between helicopters and most tactical UAVs, which creates favourable conditions for their interception, tracking and precision engagement without the need for excessive speed capabilities. This, in turn, enhances the effectiveness of airborne weaponry and reduces the complexity of combat missions. Their use provides flexibility in the choice of tactical manoeuvres and adaptation to changing situations in real time. At the same time, it should be noted that, at present, helicopters are not equipped with

standard airborne radar systems capable of ensuring the timely detection of small, low-altitude targets. This limits the helicopter's autonomous capabilities in terms of target search and necessitates reliance on external sources of radar information or other sensor-based surveillance means. In such conditions, the integration of helicopters into a unified information field with ground-based and airborne reconnaissance and airspace control assets becomes particularly important.

The experience of the Russian-Ukrainian war has shown that the development of unmanned technologies is multifaceted, encompassing both hardware and software components, which complicates the use of isolated countermeasures. In this regard, a concept for an integrated UAV countermeasure system has been developed, which combines electronic warfare capabilities, firepower, and optoelectronic surveillance means. Electronic warfare systems create interference in the UAV's control and data transmission channels by detecting and jamming its operating frequencies, leading to a loss of control or the inability to effectively carry out its mission. Firepower, in particular small arms—both standard and upgraded—integrated into the helicopter's design, enables direct engagement of targets at close range. Optical-electronic systems and night vision devices expand the scope of helicopter operations in conditions of limited visibility, enhancing the effectiveness of target detection and identification.

The effectiveness of this system depends on a number of factors, the most significant of which are meteorological conditions, the characteristics of the terrain, the nature of the tactical situation, and the level of integration and coordination between its individual components. Inadequate synchronisation or technical limitations can significantly reduce the overall effectiveness of the response.

Thus, the use of helicopters as part of an integrated system for countering unmanned aerial vehicles is a well-founded and promising direction for the development of modern countermeasures. The comprehensive use of detection, electronic warfare and firepower ensures greater effectiveness in neutralising UAVs, contributes to the protection of state and military facilities, and minimises threats to the civilian population. With further technological development and refinement of operational tactics, such systems could become one of the key elements in securing air superiority at the tactical level.

Кащеєв Р. В., слухач
Науковий керівник – Свищ В. С.
Військова академія (м. Одеса)

ВИКОРИСТАННЯ РОЗВІДУВАЛЬНО-УДАРНИХ КОМПЛЕКСІВ НА ОСНОВІ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ

У сучасних військових конфліктах широке застосування безпілотних систем є невід'ємною частиною розвідки та вогневого ураження. Для досягнення цієї мети використовуються розвідувально-ударні комплекси (РУК), які об'єднують безпілотні літальні апарати (БПЛА), засоби зв'язку та вогневі платформи, зменшуючи час очікування між виявленням цілі та її ураженням. За досвідом російсько-української війни ефективність РУК відіграє вирішальну роль в успіху бойових операцій на тактичному рівні. Одночасно активне використання засобів радіоелектронної боротьби, висока динаміка сучасного бою та технологічна конкуренція вимагають постійного вдосконалення таких систем.

Розвідувально-ударні комплекси складаються з розвідки, зв'язку та вогневого ураження. Ефективність їх роботи залежить від швидкості виявлення ворога, якісного прийняття рішень та вогневого ураження, а також від ступеня автоматизації і протидії впливу ворога. Операції Збройних Сил України показали значний ступінь гнучкості в організації та використанні сил і засобів підрозділів беспілотних систем. На противагу цьому, Збройні Сили російської федерації мають потужну ударну силу та все ще значні запаси зброї та боєприпасів. Крім того Збройні Сили росії також використовують "барражуючі боєприпаси" та мають можливості радіоелектронної боротьби на великій площі, але російські сили діють в більш централізованій системі командування та управління. Основні проблеми у функціонуванні РУК пов'язані з вразливістю каналів зв'язку: системи мають мало або зовсім не мають автономії та затримки у прийнятті рішень, а інтеграція окремих частин є слабкою. Ефективність підвищується за рахунок використання захищених каналів зв'язку, автоматизованих програм управління та технологій масованого застосування. Важливими елементами є покращена організація та час прийняття рішень, взаємодія між підрозділами та використання великої кількості недорогих безпілотних систем разом із системами точного ураження.

Підсумовуючи вищезазначене можна зробити висновок, що використання розвідувально-ударних комплексів значно підвищило ефективність як

підрозділв беспілотних систем та і загальновійськових підрозділів на полі бою. Подальший розвиток беспілотних систем повинен мати напрямок більшої автономії для ефективнішого захисту від засобів радіоелектронної боротьби.

Перегуда О. О., курсант
Науковий керівник – Піонтківський П. М., канд. техн. наук, ст. наук. співроб.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ІНТЕГРОВАНИЙ ПІДХІД ДО ПРОЄКТУВАННЯ ТА 3D-ДРУКУ КОРПУСУ БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТА-ПЕРЕХОПЛЮВАЧА З ВИКОРИСТАННЯМ АЕРОДИНАМІЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Стрімкий розвиток безпілотних літальних апаратів (БПЛА) та їх широке використання у різних сферах діяльності зумовлюють необхідність створення нових інженерних підходів до швидкого проектування та виготовлення авіаційних систем. Особливо актуальною є проблема розроблення безпілотних платформ, призначених для протидії малорозмірним повітряним цілям, що потребує високої швидкості розроблення, низької вартості виробництва та можливості модернізації конструкції.

Одним із перспективних напрямів вирішення цієї задачі є використання технологій тривимірного комп'ютерного моделювання, чисельного аеродинамічного аналізу та адитивного виробництва.

У сучасній авіаційній інженерії процес створення нових літальних апаратів значною мірою базується на використанні систем автоматизованого проєктування (CAD), що забезпечують можливість формування параметричних тривимірних моделей складних конструкцій. Найбільш поширеними програмними середовищами є SolidWorks, Autodesk Fusion 360, CATIA, Siemens NX та інші системи, які підтримують інтеграцію з модулями інженерного аналізу та підготовки моделей до адитивного виробництва.

Одним із ключових етапів проектування є перевірка аеродинамічних характеристик розробленої моделі за допомогою методів обчислювальної гідродинаміки (CFD). За допомогою програмних комплексів, як ANSYS Fluent, SolidWorks Flow Simulation або SimScale, можна проводити чисельні експерименти ще на етапі цифрового проєктування, що суттєво скорочує час та

зменшує вартість створення прототипів.

Важливою перевагою використання 3D-друку є можливість швидкого створення прототипів та проведення експериментальних досліджень. Після завершення етапу цифрового моделювання модель корпусу експортується у формат STL та готується до друку, де визначаються параметри, такі як товщина шару, щільність заповнення та орієнтація деталі. На практиці це дозволяє створювати не лише основні конструктивні елементи, але й спеціалізовані компоненти: кріплення антен для ретрансляторів, адаптовані під конкретні батареї окремих операторів, тримачі для дронів-перехоплювачів та інші модульні елементи, що забезпечують швидку адаптацію систем до конкретних операційних вимог.

Поєднання цифрового моделювання, чисельного аналізу та адитивного виробництва формує інтегрований інженерний цикл розроблення БПЛА. Такий підхід дозволяє швидко здійснювати модифікацію конструкції, проводити повторні аеродинамічні розрахунки та виготовляти оновлені прототипи для експериментальних випробувань.

Досвід російсько-української війни продемонстрував надзвичайно важливу роль БПЛА у сучасних бойових діях та виявив потребу у створенні ефективних та відносно недорогих засобів їх перехоплення. Використання цифрового моделювання та адитивних технологій виробництва дозволяє значно скоротити цикл розроблення та впровадження нових безпілотних платформ у польових умовах.

Таким чином, використання інтегрованого підходу, що поєднує 3D-моделювання, CFD-аналіз та адитивні технології виробництва, є перспективним напрямом розвитку сучасних безпілотних авіаційних систем. Застосування таких методів дозволяє створювати легкі, технологічні та аеродинамічно-оптимізовані конструкції корпусів БПЛА та боєприпасів до них, забезпечуючи при цьому індивідуалізацію компонентів під конкретні операційні потреби.

Деревицький П. М., курсант
Науковий керівник – Пулеко І. В., канд. техн. наук, доц.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

РОЗРОБКА МЕТОДИК ПОБУДОВИ 3D–МОДЕЛЕЙ МІСЦЕВОСТІ ЗА ВІДЕО З БЕЗПЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТА

Під час повномасштабного вторгнення РФ в Україну застосування безпілотних літальних апаратів (надалі - БпЛА) стало значно різноманітнішим, і стало невід'ємним елементом у бою. Одним із ключових напрямів їх використання є розвідка місцевості та сил противника. Перспективним напрямом у цій сфері є побудова тривимірних моделей місцевості.

Сучасні технології дозволяють перетворювати двовимірне (надалі - 2D) відео, отримане з борту БпЛА, що пролітає над територією, у тривимірну (надалі - 3D) модель місцевості. Це дає можливість більш якісно виявляти укріплення, вогневі засоби та живу силу противника, сприяє визначенню найбільш вигідних вогневих позицій для власних підрозділів, що безпосередньо впливає на дальність та ефективність ураження цілей, а також допомагає оцінювати наслідки застосування артилерії та авіації на полі бою. Крім того, використання 3D моделей дозволяє прокладати оптимальні маршрути польоту БпЛА та пересування наземних роботизованих комплексів, а також завчасно проводити навчання особового складу щодо дій на місцевості під час наступу або штурму з метою мінімізації втрат серед власних сил і завдання максимальних втрат противнику.

Основними вимогами до відео (для створення 3D-моделей) є:

стабільність прольоту;

перекриття кадрів;

планове та перспективне знімання;

визначена швидкість польоту для різних висот та частота кадрів.

Суть цих вимог наступна: при стабільному польоті, відсутні різкі маневри та тремтіння камери, що в майбутньому дасть змогу створити сітку точок, які стануть каркасом для створення чіткої 3D-карти. Перекриття кадрів – це найважливіша вимога, оскільки без цього неможливо створити загальну картинку місцевості; перекриття має становити до 70–80% від всього кадру місцевості. Під плановим та перспективним зніманням мається на увазі зйомка

не тільки вертикально (90°), а й на підльоті до об’єктів під кутом (30–45°) для відображення стін будівель та можливих укриттів. Після зйомки відео воно розбивається на кадри та розглядається програмою як окремі знімки. Якщо БпЛА летить занадто швидко або має неправильну витримку, виникає розмиття пікселів, що призводить до того, що алгоритм розпізнавання «контрольних точок» не може створити загальну картинку через відсутність хмари точок. Швидкість грає не менш важливу роль, при меншій висоті БпЛА потрібно рухатись з меншою швидкістю, оскільки кутова швидкість зміщення об'єктів під камерою зростає. Оптимальною буде така швидкість, за якої зміщення кадрів не перевищує 20–30%. Роздільна здатність 1920x1080 (1080p) та мінімум 60 к/с для сьогоденних БпЛА не є високими критеріями для зйомки відео.

Основними способами створення 3D-мап є фотограмметрія та Structure from Motion (надалі - SFM). Відмінність для військових полягає у специфіці роботи в умовах РЕБ та відсутності GPS-сигналу, що є критично необхідним для фотограмметрії, оскільки саме цей спосіб створює 3D-макет за координатами по XYZ, які бере, спираючись на сигнал GPS з самого відео. На відміну від фотограмметрії, SFM не спирається на сигнал GPS та орієнтується на послідовні кадри, а саме на ключові об’єкти, що повторюються на кожному з кадрів, створюючи хмари точок, які лягають в «скелет» проєкції у 3D. Але за відсутності GPS є ризик втрати масштабу об’єктів: модель може бути пропорційною, але не в реальному розмірі. Є два варіанти вирішення цієї проблеми: перший полягає у використанні відомих геометричних параметрів місцевості, таких як висоти елементів будівель, габарити техніки, для автоматичного масштабування моделей. Другим є технічний метод, в основі якого лежить використання даних з самого БпЛА, а саме показників барометричного висотоміра, який не залежить від GPS, для визначення відносної висоти та подальшого її обчислення.

3D-моделі та побудова на їхній основі планів бою є вкрай ефективними засобами для підвищення результативності власних підрозділів, зменшення ризиків раптових дій з боку ворога, завдання максимальних втрат противнику та мінімізації втрат серед цивільного населення. Використання методики SFM у поєднанні з даними барометричного висотоміра дозволяє отримувати метрично точні 3D-моделі місцевості навіть в умовах активного придушення GPS.

Кривик В. А., курсант
Науковий керівник – Журавський С. В.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ЗМІНА РОЗУМІННЯ ПОНЯТТЯ “ВИСОКОТОЧНА ЗБРОЯ” В КОНТЕКСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ПРОТИВНИКОМ БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТА ТИПУ “ШАХЕД” ТА FPV-ДРОНІВ

У сучасних умовах ведення бойових дій спостерігається суттєва трансформація підходів до застосування засобів ураження, що призводить до переосмислення поняття “високоточна зброя”. Традиційно високоточна зброя розглядалася як дорогі технологічні системи ураження, здатні вражати цілі з високою точністю за рахунок складних автономних та неавтономних систем наведення (лазерних, інерційних, супутникових тощо). До таких засобів належать керовані авіаційні бомби, крилаті ракети, оперативно-тактичні ракетні комплекси та інші високотехнологічні системи.

Однак досвід сучасної війни, зокрема широке застосування противником з осені 2022 року безпілотних літальних апаратів типу “Шахед-136/Герань-2”, “Ланцет” та дронів із системою First Person View (далі – FPV), демонструє суттєву зміну підходу до забезпечення точності ураження цілей. Сьогодні точне ураження цілей перестає бути монополією дорогих систем і стає доступним завдяки безпілотникам.

В умовах масового використання недорогих безпілотних систем поняття високоточної зброї починає розширюватися і включати засоби, які забезпечують точне ураження не лише за рахунок складних систем наведення, а й завдяки можливості безпосереднього візуального контролю оператора або корекції траєкторії польоту та машинного зору. Наприклад, безпілотні літальні апарати (далі – БпЛА) типу “Шахед-136/Герань-2” розглядаються як дешева альтернатива крилатим ракетам. Вони поєднують у собі функції безпілотного апарата та боєприпасу та здатні здійснювати тривалий політ на рівні крилатої ракети у район цілі, після чого здійснювати її ураження за координатами. Хоча точність таких засобів поступається класичним високоточним боєприпасам, їх масоване застосування та низька ціна дозволяє компенсувати відносно невисоку індивідуальну точність. У результаті формується новий підхід до досягнення точності – через масованість застосування та комбінування засобів ураження

разом із перевантаженням системи протиповітряної оборони, що змінює підхід до ударів по цілях і створює нову модель ведення війни

Ще більш показовим є використання FPV-дронів та ударних БпЛА “Ланцет”. На відміну від традиційних засобів високоточного ураження, точність FPV-дронів та “Ланцетів” забезпечується безпосереднім керуванням оператором у режимі реального часу. Оператор отримує відеосигнал із бортової камери та може коригувати траєкторію польоту до моменту ураження цілі. Такий підхід фактично переносить функцію системи наведення з апаратури засобів повітряного нападу на людину-оператора. В результаті навіть прості та дешеві безпілотні системи можуть забезпечувати дуже високу точність ураження.

Застосування FPV-дронів також демонструє зміну економічної складової високоточної зброї. Якщо раніше точність асоціювалася з високою вартістю засобу ураження, то сучасні бойові дії показують можливість досягнення високої точності за допомогою дешевих і масових технологій. Це призводить до появи концепції “дешевої високоточної зброї”, де ключову роль відіграють доступність компонентів, швидкість виробництва та можливість масового застосування.

Таким чином, сучасні бойові дії свідчать про поступову еволюцію поняття “високоточна зброя”. Якщо раніше воно визначалося переважно науково-технічними та виробничими можливостями країн то сьогодні дедалі більшого значення набувають такі фактори, як використання загальнодоступних безпілотних технологій, можливість керування у реальному часі, масовість застосування та економічна ефективність. У результаті формується нове розуміння високоточної зброї як комплексу технологічних, організаційних і тактичних рішень, спрямованих на забезпечення точного ураження цілей із мінімальними витратами ресурсів.

Отже, широке застосування БпЛА типу “Шахед” та FPV-дронів свідчить про зміну парадигми використання високоточної зброї. Точність ураження дедалі більше забезпечується не складними технологічними системами, а поєднанням безпілотних платформ, операторського керування та масованого застосування засобів ураження. Це, у свою чергу, вимагає перегляду підходів до класифікації засобів ураження, розвитку систем протидії безпілотним системам та адаптації тактики сучасних бойових дій.

Бородуліна М. В., курсант
Науковий керівник – Пулеко І. В., канд. техн. наук, доц.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ОПТИМІЗАЦІЯ МАРШРУТІВ РУХУ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ

Динаміка сучасних збройних конфліктів свідчить про зростаючу роль безпілотних авіаційних систем у вирішенні широкого кола оперативних завдань — від ведення розвідки та спостереження до точного ураження об'єктів і матеріально-технічного забезпечення підрозділів. Рівень результативності таких систем безпосередньо обумовлений якістю попереднього планування траєкторії польоту, яке визначає раціональне використання ресурсів, тривалість місії та ступінь імовірності її успішного виконання.

З математичної точки зору, проблема побудови оптимального маршруту польоту належить до категорії задач комбінаторного характеру і є NP-важкою. До ключових показників оптимальності відносять: скорочення загальної протяжності траєкторії, зменшення тривалості виконання місії, мінімізацію споживання енергії, а також підвищення ймовірності збереження апарату за умов активної системи протиповітряної оборони.

Існуючі підходи до вирішення зазначеної задачі охоплюють як класичні детерміновані методи, так і сучасні евристичні техніки. Алгоритми пошуку найкоротшого шляху, зокрема метод Дейкстри та пошук A*, ефективно працюють у статичних умовах, однак виявляють обмежену придатність при врахуванні мінливої тактичної ситуації та зон дії зенітних комплексів. Натомість метаевристичні підходи — зокрема еволюційні алгоритми, роєвий інтелект та колоніальні моделі поведінки — забезпечують більшу гнучкість в умовах невизначеності й дозволяють одночасно оптимізувати кілька конкуруючих критеріїв.

Особливий інтерес становить інтеграція технологій машинного навчання, передусім підходів на основі навчання з підкріпленням, для оперативного коригування маршруту в процесі виконання завдання. Завдяки механізму зворотного зв'язку агент формує стратегію поведінки, адаптовану до реальних умов навколишнього середовища, що уможливлює своєчасне реагування на раптові зміни — виникнення нових загроз, зони радіоелектронного впливу або несприятливі погодні умови.

Окремим напрямом досліджень є організація взаємодії декількох літальних апаратів під час виконання спільних завдань. Ця проблема включає раціональний розподіл цілей між платформами, синхронізацію їхніх траєкторій та дотримання взаємних обмежень. Використання децентралізованих архітектур управління на базі мультиагентних підходів суттєво підвищує стійкість угруповання до відмов окремих апаратів і загальну ефективність групових дій.

Підсумовуючи, можна стверджувати, що оптимізація польотних маршрутів безпілотних літальних апаратів являє собою міждисциплінарну науково-прикладну проблему, розв'язання якої потребує синтезу методів оптимізації, інтелектуальних систем та автоматичного керування. Перспективи подальших досліджень пов'язані зі створенням алгоритмів, здатних функціонувати в реальних умовах бойового застосування з урахуванням жорстких обмежень на час прийняття рішень.

Chopenko Y. R., Master’s student
Scientific supervisor – Stasev Y. V., Dr. Sc. (Tech.), Prof.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

REPRESENTATION OF THE AIR RECONNAISSANCE PROCESS AS AN OPTIMIZATION PROBLEM

The modern nature of armed conflict is characterised by highly dynamic combat operations, the widespread use of precision-guided weapons, electronic warfare systems, automated force management systems and integrated reconnaissance and strike capabilities. Under such conditions, the timely acquisition of reliable, comprehensive and up-to-date information about the enemy becomes crucial for securing an advantage and making informed command decisions. Aerial reconnaissance using unmanned aerial vehicles (UAVs) has become one of the key tools for reconnaissance support in combat operations; however, the current stage of development of unmanned systems is characterised by a transition from the isolated use of UAVs to their group deployment. Research into the characteristics of the combat deployment of groups of autonomous UAVs during aerial reconnaissance of enemy targets is a topical area of study.

Research has shown that the process of aerial reconnaissance should be viewed as a complex optimisation problem, within which a set of objectives must be allocated among a limited number of UAVs, taking into account constraints on flight range, mission duration and operational mode. This problem is formalised by generalising classical routing problems, in particular the travelling salesman problem and the vehicle routing problem, whilst taking into account the specific nature of combat operations, which involves the possibility of operating under active enemy countermeasures. The optimality criterion in the proposed model is the minimisation of the total route length or total time expenditure, which is directly linked to reducing the probability of UAV detection and destruction, as well as to improving the timeliness of intelligence provision.

It is advisable to integrate route optimisation algorithms into specialised automated control systems. Adopting this approach reduces the time required to carry out reconnaissance missions, enhances the survivability of the UAV group, and ensures a more efficient use of resources.

Пасічник О. А., курсант
Науковий керівник – Пулеко І. В., канд. техн. наук, доц.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

РОЗРОБКА МЕТОДИК ОБРОБЛЕННЯ АЕРОКОСМІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ НА ОСНОВІ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Сучасні збройні конфлікти демонструють зростаючу роль засобів повітряної та космічної розвідки у забезпеченні ситуаційної обізнаності. Масштабне застосування супутникових систем і безпілотних літальних апаратів (БпЛА) з оптико-електронними корисними навантаженнями призвело до лавиноподібного зростання обсягів аерокосмічних зображень. В умовах реального бою аналітики позбавлені часу на ручну обробку тисяч знімків, що робить задачу автоматизованого дешифрування критично важливою для прийняття своєчасних тактичних рішень.

Актуальність дослідження зумовлена тим, що класичні алгоритми обробки зображень — порогова бінаризація, методи виділення контурів, шаблонне зіставлення — демонструють недостатню точність при обробці

знімків зі складними природними фонами, мімікрією та камуфляжем об'єктів, атмосферними спотвореннями та нерівномірним освітленням. Штучні нейронні мережі (ШНМ) дозволяють подолати ці обмеження завдяки здатності до ієрархічного виявлення ознак безпосередньо з навчальних даних.

Метою роботи є розробка, адаптація та порівняльний аналіз методик обробки аерокосмічних зображень на основі сучасних архітектур ШНМ, орієнтованих на вирішення задач семантичної сегментації, класифікації підстилаючої поверхні та детектування об'єктів інфраструктури і техніки.

У рамках дослідження розглянуто три основні класи архітектур. По-перше, згорткові нейронні мережі (CNN) — зокрема архітектури ResNet-50 і EfficientNet-B4 — застосовувались для класифікації типів підстилаючої поверхні (ліс, поле, водойма, забудова, дороги) на знімках середнього розрізнення. По-друге, архітектура U-Net із механізмом пропуску з'єднань (skip connections) використовувалась для піксельно-точної семантичної сегментації, що є необхідною умовою автоматизованого картографування і визначення координат цілей. По-третє, трансформерні моделі (Vision Transformer, SegFormer) забезпечили обробку мультиспектральних знімків завдяки механізму самоуваги, що дозволяє враховувати глобальний контекст зображення.

Окремим напрямом є підвищення стійкості моделей до деградації якості зображень. Розроблено методику попередньої обробки, що включає: адаптивне вирівнювання гістограми для нормалізації яскравості; фільтрацію медіанним і білатеральним фільтрами для усунення шуму сенсора; корекцію геометричних спотворень та атмосферного розсіювання. Застосування цього конвеєру попередньої обробки дозволило підвищити точність сегментації на знімках низької якості на 12–17% відносно необробленого вхідного зображення.

Результати дослідження свідчать, що ШНМ є ефективним інструментом для автоматизованої обробки аерокосмічних зображень в інтересах обороноздатності держави. Розроблені методики придатні для інтеграції в геоінформаційні системи підтримки прийняття рішень та системи управління безпілотними комплексами. Подальший розвиток досліджень пов'язаний із застосуванням методів навчання з підкріпленням для адаптивної обробки зображень в умовах навмисного маскування об'єктів.

Міжнародна наукова курсантська конференція
«Сучасні технології в безпекових викликах сьогодення»

Суботін М. М., курсант
Науковий керівник – Поліщук В. В., канд. військ. наук, доц.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

РОЛЬ БЕЗПІЛОТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СУЧАСНИХ ВІЙСЬКОВИХ КОНФЛІКТАХ

У сучасних військових конфліктах безпілотні технології стали одним із ключових елементів ведення бойових дій. Розвиток інформаційних технологій, систем зв'язку, навігації та штучного інтелекту сприяв широкому впровадженню безпілотних систем у різних сферах військової діяльності. Сьогодні безпілотні літальні апарати, наземні роботизовані комплекси та морські безекіпажні системи активно використовуються для розвідки, вогневого ураження противника, коригування артилерії та виконання інших бойових завдань.

За даними сучасних військових досліджень, розвиток безпілотних систем значно підвищив ефективність ведення бойових дій і розширив можливості військових підрозділів. У ході російсько-української війни роль безпілотних систем значно зросла: від допоміжних засобів розвідки вони перетворилися на важливий елемент бойових операцій і стали одним із головних факторів сучасного поля бою.

Однією з головних функцій безпілотних технологій є розвідка та спостереження. Безпілотні літальні апарати можуть здійснювати тривале спостереження за територією противника, передавати відео та інші дані в режимі реального часу. Це дозволяє військовому командуванню отримувати оперативну інформацію про пересування військ противника, його техніку та оборонні позиції.

Іншою важливою функцією є коригування вогню артилерії. Завдяки використанню дронів значно підвищується точність артилерійських ударів, оскільки оператори можуть оперативно коригувати вогонь, спостерігаючи результати ударів у реальному часі. Це дозволяє швидко знищувати цілі противника та економити боєприпаси.

Ще одним важливим напрямом використання безпілотних систем є нанесення точкових ударів. Деякі безпілотники оснащуються високоточною

зброєю або виконують роль ударних дронів-камікадзе. Завдяки сучасним системам наведення такі апарати здатні з високою точністю уражати важливі об’єкти противника, зменшуючи побічні втрати серед цивільного населення.

Використання безпілотних систем має низку важливих переваг у порівнянні з традиційними видами озброєння. Насамперед це зменшення ризику для особового складу, оскільки оператори можуть керувати безпілотними апаратами на значній відстані від зони бойових дій.

Також важливою перевагою є економічна ефективність. Багато безпілотних систем значно дешевші у виробництві та експлуатації порівняно з традиційною авіацією або складною військовою технікою. Це дозволяє використовувати їх у великій кількості та створювати так звані «рої дронів», що значно підвищує ефективність бойових операцій.

Крім того, безпілотники мають високу мобільність і можуть застосовуватися у різних умовах: у міській забудові, гірській місцевості, на морі або у важкодоступних районах. Завдяки цьому вони стали універсальним інструментом сучасної війни.

У сучасних збройних силах застосовуються різні види безпілотних систем:

1. Безпілотні авіаційні системи – використовуються для розвідки, коригування вогню, нанесення ударів та спостереження.
2. Наземні роботизовані комплекси – застосовуються для розвідки, розмінування, транспортування боєприпасів або штурмових операцій.
3. Морські безекіпажні апарати – використовуються для розвідки, патрулювання, мінування або ураження кораблів противника.

Згідно з сучасними військовими дослідженнями, безпілотні системи дедалі частіше застосовуються комплексно, що дозволяє створювати інтегровані системи управління бойовими діями. Подальший розвиток цих технологій пов’язаний із використанням штучного інтелекту, автоматизованих систем управління та мережевих технологій. У майбутньому очікується створення автономних бойових систем, здатних діяти у складі «роїв» та виконувати складні завдання.

Таким чином, безпілотні технології стали одним із ключових факторів трансформації сучасних військових конфліктів. Вони підвищують ефективність розвідки, точність ударів, зменшують втрати особового складу та розширюють можливості військових підрозділів.

Добрянський Є. В., курсант
Науковий керівник – Білаш О. В., канд. екон. наук, доц.
Національна академія сухопутних військ
імені гетьмана Петра Сагайдачного

РОЛЬ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ У КОРИГУВАННІ АРТИЛЕРІЙСЬКОГО ВОГНЮ

Військові конфлікти характеризуються високим рівнем технологізації та інформатизації бойових дій. Одним із ключових елементів цієї трансформації є широке застосування безпілотних літальних апаратів (БПЛА), які виконують різноманітні завдання, зокрема, коригування артилерійського вогню. Завдяки можливості оперативного отримання розвідувальної інформації в режимі реального часу БПЛА значно підвищують точність і ефективність артилерії.

Коригування артилерійського вогню передбачає внесення змін до параметрів стрільби на основі спостереження результатів розривів снарядів. Основними параметрами стрільби є: дальність стрільби; напрямок (азимут); тип боєприпасу; метеорологічні умови. З математичної точки зору, коригування артилерійського вогню є задачею мінімізації похибки між фактичними та розрахунковими координатами ураження цілі.

Однією з найважливіших функцій БПЛА є виявлення цілей і визначення їх координат, що реалізується за допомогою: цифрової обробки зображень; алгоритмів розпізнавання об’єктів; геоприв’язки відеопотоку. Окрім того, БПЛА виконують ще такі функцій, які забезпечують ефективне застосування артилерії:

– передача координат, де важливу роль відіграють точність, синхронізація часу, цифрові протоколи передачі даних;

– коригування артилерійського вогню в реальному часі на основі отриманих відхилень формується команда коригування, яка передбачає зміну кута підвищення, корекцію азимута, урахування метеорологічних факторів;

– оцінка результатів ураження, тобто ступінь руйнування, залишкова боєздатність об’єкта, необхідність повторного ураження.

Застосування БПЛА має низку суттєвих переваг: зменшення ризиків для особового складу; висока оперативність; точність наведення артилерії; економічна ефективність; скорочення витрат боєприпасів; зменшення часу на ураження цілі; можливість роботи в складних умовах. Варто зазначити, що використання БПЛА призвело до суттєвих змін у тактиці артилерійських

підрозділів: перехід до високоточного вогню замість масованих обстрілів; підвищення ролі швидкості прийняття рішень; інтеграція артилерії з іншими видами розвідки; розвиток мережево-центричних підходів до ведення бойових дій.

На нашу думку, для ефективного використання БПЛА необхідна їх інтеграція в автоматизовані системи управління військами. Це передбачає: сумісність із системами артилерійського наведення; використання захищених каналів зв'язку; автоматизацію передачі координат; застосування штучного інтелекту для обробки даних.

Однак, незважаючи на значні переваги, використання БПЛА супроводжується певними труднощами: необхідністю висококваліфікованих операторів; обмежений час польоту через лімітований ресурс акумуляторів; вразливість до засобів протиповітряної оборони, які можуть їх легко виявляти та знищувати; залежність від погодних умов.

Ми вважаємо, що подальший розвиток БПЛА може бути пов'язаний із: впровадженням автономних систем управління; використанням штучного інтелекту для розпізнавання цілей; збільшенням тривалості польоту; створенням ройових систем, що дозволяють виконувати складні колективні завдання; підвищення стійкості до радіолокаційної боротьби. Такі інновації значно розширять можливості артилерії та зроблять її ще більш точною та ефективною.

Отже, безпілотні літальні апарати стали невід'ємною складовою сучасних бойових дій і суттєво змінили підходи до застосування артилерії. Вони забезпечують оперативну розвідку, точне наведення та ефективне коригування артилерійського вогню. Подальший розвиток технологій дозволить ще більше підвищити їхню роль у військових операціях. Таким чином, БПЛА є одним із ключових факторів підвищення бойової ефективності артилерійських підрозділів у сучасних умовах.

Поліщук А. О., курсант
Науковий керівник – Поліщук В. В., канд. військ. наук, доц.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

РОЛЬ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ У СУЧАСНИХ ЗБРОЙНИХ КОНФЛІКТАХ: ДОСВІД РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ

В сучасних умовах стрімкого розвитку військових технологій особливої актуальності набуває використання безпілотних систем у веденні бойових дій. Досвід сучасних збройних конфліктів, зокрема російсько-української війни, засвідчує, що безпілотні літальні апарати та інші безпілотні платформи відіграють важливу роль у розвідці, спостереженні, коригуванні вогню та виконанні ударних завдань. Їх застосування дозволяє підвищити ефективність бойових операцій, зменшити ризики для особового складу та забезпечити оперативне отримання інформації про дії противника.

У XXI столітті безпілотні літальні апарати (БПЛА) перестали бути лише допоміжним засобом спостереження і стали важливим елементом ведення бойових дій. Їх застосування дозволяє отримувати оперативну інформацію про розташування противника, коригувати артилерійський вогонь, проводити аеророзвідку та завдавати високоточних ударів. Особливо помітною ця тенденція стала під час російсько-української війни, де безпілотники стали одним із символів технологічної складової сучасного поля бою.

Українські збройні сили активно застосовують різні типи БПЛА залежно від їх призначення. Одним із найпоширеніших є турецький безпілотний ударний комплекс Bayraktar TB2, який на початку повномасштабного вторгнення продемонстрував високу ефективність у знищенні техніки противника, складів боєприпасів та засобів протиповітряної оборони. Ці апарати здатні тривалий час перебувати у повітрі, здійснювати розвідку та завдавати ударів високоточною зброєю, що робить їх важливим інструментом у системі сучасної війни.

Важливу роль у бойових діях відіграють і безпілотники оперативно-тактичного рівня, які використовуються для розвідки та коригування артилерійського вогню. До таких належать, зокрема, українські БПЛА «Лелека-100» та «Фурія», розроблені вітчизняними підприємствами. Вони відзначаються

відносною простотою використання, мобільністю та можливістю швидкого розгортання безпосередньо поблизу лінії фронту. Завдяки таким апаратам підрозділи отримують точні координати цілей, що значно підвищує ефективність артилерійських підрозділів. Окрему категорію становлять тактичні безпілотники малого радіусу дії, які використовуються безпосередньо на рівні підрозділів. Найбільш поширеними серед українських військових стали квадрокоптери серії DJI Mavic, які виконують функції оперативної аеророзвідки. Попри те, що ці дрони спочатку створювалися як цивільні пристрої, у воєнних умовах вони отримали нове застосування. Вони допомагають виявляти позиції противника, контролювати пересування техніки та оцінювати результати бойових дій.

Значну увагу сьогодні приділяють також так званим ударним або дронам - «камікадзе». Українські підрозділи активно застосовують безпілотники типу Switchblade та Phoenix Ghost, які передаються партнерами, а також різні модифікації саморобних FPV-дронів. Останні стали одним із найбільш ефективних і водночас доступних засобів ураження техніки противника. Вони дозволяють точно спрямовувати вибуховий заряд у конкретну ціль, зокрема в танки, бронетехніку чи укріплені позиції.

Особливістю російсько-української війни стало масове застосування FPV-дронів (First Person View), які керуються оператором у режимі реального часу через відеосигнал. Завдяки відносно низькій вартості та високій маневреності вони стали ефективним засобом боротьби з бронетехнікою та живою силою противника. Такі апарати використовуються для розвідки й точкових ударів, розширюючи можливості невеликих бойових підрозділів.

Окрім повітряних безпілотників, у сучасній війні починають застосовуватися й інші безпілотні системи, зокрема морські дрони. Україна активно використовує безекіпажні морські платформи для ураження військових кораблів та об’єктів противника в Чорному морі. Такі технології демонструють, що безпілотні системи можуть ефективно діяти не лише у повітрі, а й на морі, розширюючи спектр можливостей сучасних збройних сил.

Таким чином, безпілотні технології стали невід’ємною складовою сучасної війни та суттєво змінили характер бойових дій. Досвід України показує, що ефективне поєднання різних типів БПЛА – від великих ударних комплексів до малих тактичних дронів – дозволяє підвищити результативність

операцій та зменшити втрати серед військовослужбовців. У подальшому розвиток безпілотних систем, ймовірно, лише посилюватиме їх роль у військових конфліктах і формуватиме нові підходи до ведення війни.

Каріх Я. Д., курсант
Науковий керівник – Стрінада В. В., канд. техн. наук, доц.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПОЛЯ БОЮ ТА ЇХ ЗВ'ЯЗОК З ОСВІТНІМИ КОМПОНЕНТАМИ

Досвід повномасштабного відбиття агресії рф проти України засвідчує якісну зміну характеру збройної боротьби, який дедалі більше визначається швидкістю обробки інформації, автономністю засобів ураження та здатністю до інтеграції розподілених сенсорних і ударних систем у єдині інформаційні мережі. Технологічні рішення, що раніше належали до експериментальних розробок, стали базовими елементами бойових порядків підрозділів. Застосування безпілотних систем (БпС) різних класів, цифрових систем управління боєм, автоматизованих засобів розвідки та ураження формує нову модель ведення бойових дій, яка потребує відповідно швидкої трансформації системи військової освіти. Існуючі освітні програми вищих військових навчальних закладів (ВВНЗ) значною мірою сформовані на основі доктринальних підходів, які не завжди оперативно враховують швидкість технологічної еволюції сучасного поля бою. Водночас недостатньо дослідженим залишається питання системного поєднання розвитку технологій із освітніми компонентами підготовки офіцерського складу, особливо з урахуванням досвіду бойових дій. Тому питання, що пов'язують особливості розвитку інноваційних технологій із змістовною складовою освітніх програм ВВНЗ є актуальними та потребують ґрунтовного дослідження.

У доповіді зазначено, що у сучасних війнах і збройних конфліктах суттєво зростає роль БпС. Так, досвід російсько-української війни свідчить про різке збільшення кількості безпілотних авіаційних комплексів (БпАК), що використовуються під час підготовки та ведення бойових дій. Якщо до початку повномасштабного вторгнення застосування БпАК обмежувалося веденням

видової повітряної розвідки, то на даний час перелік завдань, виконання яких покладається на БпАК, значно збільшився і продовжує зростати. На сьогодні, особливо актуальним є застосування ударних БпАК підрозділами ЗС України для нанесення ударів по цілям (об'єктам) противника. Активне застосування засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ) призвело до суттєвого зниження ефективності традиційних радіокерованих БпС. У відповідь на масове використання засобів подавлення каналів управління сформувався новий технологічний напрям — безпілотні літальні апарати (БПЛА) з управлінням через волоконно-оптичну лінію зв'язку (ВОЛЗ). Такі системи забезпечують стійкість управління в умовах інтенсивного радіоелектронного протиборства.

Зазначено, що технології оптоволоконного керування БпС стала логічною альтернативою застосування засобів РЕБ противника. Передача даних по фізичному волоконно-оптичному кабелю дозволяє повністю виключити вплив РЕБ: сигнал неможливо заглушити, перехопити або спотворити. Саме тому БпЛА з ВОЛЗ швидко зайняли свою нішу у сучасних бойових діях.

Доведено, що широке та ефективне застосування БпЛА з ВОЛЗ відповідно вимагає зміни освітніх компонентів ВВНЗ у ході підготовки військових фахівців.

Аналіз бойового досвіду показує, що критичними факторами успішного застосування БпЛА з ВОЛЗ є: механічний стан волоконно-оптичного кабелю; аеродинаміка польоту БпЛА з ВОЛЗ; особливості поширення оптичного сигналу; взаємодія із середовищем тощо. Надані рекомендації щодо уточнення змістовної частини освітнього компоненту "Фізика". Особливу увагу запропоновано перегляду змістовної частини лабораторних та практичних занять. Доведено, що саме фундаментальні фізичні знання забезпечують ефективність застосування БпЛА з ВОЛЗ у середовищі інтенсивного радіоелектронного протиборства. Таким чином класичний курс фізики у ВВНЗ повинен бути змістовно змінений та доповнений необхідними теоретичними та практичними (лабораторними) заняттями. Тому інтенсивне застосування БпЛА з ВОЛЗ сформувало новий клас інноваційних технологій, ефективність яких визначається ґрунтовним розумінням фізичних процесів.

Міжнародна наукова курсантська конференція
«Сучасні технології в безпекових викликах сьогодення»

Панко Д. О., слухач
Науковий керівник – Каленик М. М., канд. техн. наук, ст. наук. співроб.
Національна академія сухопутних військ
імені гетьмана Петра Сагайдачного

ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ПАСИВНОГО ЗАХИСТУ ТЕХНІКИ

Сучасний етап російсько-української війни відмічається масовим та вирішальним використанням безпілотних літальних апаратів (БПЛА), що кардинально змінило парадигму захисту броньованої техніки. Висока ефективність БПЛА зумовлена їхньою здатністю вражати найбільш крихкі зони машин: дах, моторні відсіки та відкриті люки — куди традиційні засоби ураження зазвичай не досягають. Дієвість ударних БПЛА на полі бою визначається типом боєприпасів, які вони несуть:

Кумулятивні боєприпаси: застосовуються переважно для ураження бронетехніки. Використання модифікованих гранат типу РПГ-7 дозволяє дронам пробивати основну броню навіть важких машин за рахунок формування кумулятивного струменя. Їхня дієвість базується на маневреності БПЛА, що дозволяє атакувати техніку в зони з найменшою товщиною броні.

Осколково-фугасні боєприпаси (скиди): використовуються дронами-бомбардувальниками для скидання на техніку або живу силу. Найпоширенішими є боєприпаси типу ВОГ-17, ВОГ-25 або ручні гранати. Попри малий заряд, їхнє влучне потрапляння у відкриті люки або на дах моторного відсіку часто спричиняє детонацію боєкомплекту або виведення техніки з ладу.

Серед військ існує переконання, що головна функція «мангала» - відвести точку детонації на відстань, де кумулятивний струмінь (КС) втратить свою силу. Проте аналіз фундаментальної залежності глибини пробиття від фокусної відстані, наведений у класичній праці «Фізика вибуху» (Том 2, Розділ 17, малюнок 17.98), доводить зворотне. Оскільки КС не є статичним об’єктом, а являє собою динамічний потік, що розтягується в польоті, результати його взаємодії з перешкодою критично залежать від дистанції формування. Для перевірки цього твердження ми проаналізували криву боєприпасу звичайного використання як приклад ПГ-7В (d = 85 мм). Розрахувавши відношення

діаметра боєприпасу до довжини ініціювання та формування струменя, встановили, що пік пробиття припадає на відстань 2–3 діаметри від зрізу заряду (170–255 мм). Далі, прослідкувавши за кривою у зоні її спаду, виявили, що при фінальній стадії струменя, у 24 діаметри (2040 мм. або 2 м.), кумулятивний струмінь все ще спроможний пробивати близько 60 мм., сталевого еквівалента. При зіставленні цих даних із характеристиками БТР М113, товщина борту якого складає лише 12–44 мм. алюмінієвого сплаву, стає очевидним: навіть при віддаленні «мангала» від броні на 2 м., існує гарантований ризик знищення техніки.

Таким чином, твердження, що пасивний захист рятує техніку просто за рахунок відведення точки ініціації, є хибним. Просте дистанціювання вибуху без зміни кута зустрічі, руйнування кумулятивного вузла чи динамічної дестабілізації струменя не забезпечує виживання як легко броньованої так і важкої техніки. Це зумовлює потребу до впровадження геометрично складних форм, здатних примусово змінити вектор ініціації або забезпечити рикошет боєприпасу ще до моменту формування стабільного кумулятивного потоку.

У зв’язку з цим , пропонується відійти від ідеї захисту як простої перешкоди для дистанційного підриву. Основний акцент у проектуванні навісних конструкцій має бути зміщений на наступні технічні рішення:

- Оптимізація геометрії: акцент на кутах нахилу елементів захисту. Впровадження геометрично складних форм дозволить не лише дистанціювати точку детонації, а й примусово змінити кут ініціювання КС або забезпечити рикошет (відхилення) боєприпасу убік. Це підвищує живучість машини, уникаючи критичного збільшення маси.
- Параметри решіток: крок металевих граток має становити не більше 60 мм. Така щільність перешкоджає вільному проходженню боєприпасу між ламелями, призводячи до механічного руйнування корпусу гранати (деформації кумулятивної воронки) без її детонації.
- Комбіноване екранування: використання системи з двох екранів, що поєднує у собі надміцні синтетичні матеріали та металеві гратки.

Такий підхід дозволяє ефективно знешкоджувати дрони-камікадзе, поєднуючи механічну міцність металу з енергопоглинаючими властивостями синтетики.

Шевчук Д. О., курсант
Науковий керівник – Гамарський І. О.
Військова академія (м. Одеса)

РОЛЬ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ У СУЧАСНІЙ ВІЙНІ

Війна за незалежність України перейшла на новий рівень застосування технологій. Використання безпілотних систем в російсько–українській війні почалось ще у 2014 році але масово їх почали застосовувати у 2022 році після повномасштабного вторгнення окупантів на територію України.

Масове застосування безпілотників призвело до інтенсивної модернізації безпілотних літальних апаратів та розробку нових безпілотних систем. У квітні-травні 2022 року почали застосовувати FPV дрони у воєнних цілях, пізніше почали з'являтися наземні роботизовані комплекси та морські безпілотники.

Роль безпілотних літальних апаратів важко переоцінити, адже вони залучаються до виконання завдань з:

ведення розвідки на різну глибину, в залежності від того який безпілотний літальний апарат застосовують;

коригування вогню та уточнення результатів ураження артилерійськими системами;

забезпечення ситуаційної обізнаності командирів тактичної ланки;

доставку провізії та боєприпасів в місця де ризиковано застосовувати особовий склад.

для знищення особового складу, озброєння та військової техніки, фортифікаційних споруд, ворожих безпілотних літальних апаратів противника за допомогою дронів-бомберів та дронів-камікадзе.

Наземні роботизовані комплекси використовують для:

евакуації поранених;

мінування місцевості;

перевезення вантажів.

Також широко застосовують встановлення кулеметів та гранатометів на платформи НРК це дає змогу ефективно знищувати живу силу противника без безпосереднього застосування особового складу.

Морські безпілотники стали ефективним інструментом асиметричної війни дозволяючи знищувати дорогі ворожі судна, проводити морське мінування та розмінування, полювання і охорону, розвідку та спостереження.

Сучасні конфлікти демонструють, що безпілотні системи стали не просто допоміжним інструментом, а повноцінним елементом військової стратегії. Вони забезпечують інформаційну перевагу, яка часто є вирішальним фактором на полі бою. Завдяки інтеграції з цифровими системами управління, штучним інтелектом і засобами зв'язку, дрони формують основу так званої "мережево-центричної війни", де швидкість обміну даними і координація дій відіграють ключову роль.

Безпілотні системи вже сьогодні визначають обличчя сучасної війни і в майбутньому їх значення лише посилюватиметься. Держави, які здатні ефективно впроваджувати, адаптувати та протидіяти таким технологіям, отримують суттєву стратегічну перевагу. Саме тому розвиток і вдосконалення безпілотних систем є одним із пріоритетних напрямів військово-технічної політики у XXI столітті.

Отже, роль безпілотних систем у сучасній війні є надзвичайно важливою і продовжує стрімко зростати разом із розвитком технологій. Безпілотні літальні апарати, наземні роботизовані комплекси та морські дрони кардинально змінюють характер ведення бойових дій, забезпечуючи нові можливості для розвідки, спостереження, коригування вогню та безпосереднього ураження противника. Їх використання дозволяє значно зменшити ризики для особового складу, підвищити точність і оперативність прийняття рішень.

Погорілий О. С. курсант
Науковий керівник – Мандзюк Д. Г.
Військова академія (м. Одеса)

РОЛЬ БЕЗПІЛОТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СУЧАСНІЙ ВІЙНІ РОБОТ PHANTOM MK-1

Сучасна війна характеризується стрімким розвитком безпілотних технологій, які вже сьогодні суттєво впливають на характер бойових дій. Однак поряд із безпілотними літальними апаратами з'являються нові типи техніки — роботизовані системи, здатні виконувати функції, наближені до дій людини. Одним із таких зразків є робот Phantom MK-1, який було передано в Україну для тестування.

Його поява демонструє не просто розвиток технологій, а формування нового підходу до ведення війни, де техніка поступово бере на себе функції, які раніше виконував військовослужбовець.

Phantom MK-1 — це роботизована платформа гуманоїдного типу, створена як експериментальний зразок для перевірки можливостей використання роботів у бойових умовах. Його конструкція дозволяє виконувати базові рухи, подібні до людських, а також взаємодіяти з об'єктами навколишнього середовища, що робить його універсальнішим у порівнянні з класичними безпілотними системами.

Важливо підкреслити, що Phantom MK-1 не є серійною бойовою одиницею. Це перш за все прототип, який використовується для відпрацювання технологічних рішень і підготовки до створення більш досконалих моделей, зокрема майбутніх версій типу MK-2. Його основне завдання — не участь у повноцінних бойових діях, а збір практичного досвіду використання подібних систем у реальному середовищі.

На поточному етапі Phantom MK-1 має низку суттєвих обмежень. Зокрема, він не має бронювання, що робить його вразливим до ураження навіть зі стрілецької зброї. Його мобільність є обмеженою, а швидкість пересування — невисокою. Крім того, робот потребує постійного керування оператором і не здатен діяти автономно. Це означає, що він ще не може повноцінно замінити військовослужбовця на полі бою. Разом з тим, навіть у такому вигляді Phantom MK-1 демонструє важливі технологічні можливості. Він може використовуватися для виконання завдань у небезпечних умовах, таких як розвідка в зоні ураження, доставка спорядження або робота на ділянках, де існує високий ризик для життя людини. Його конструкція дозволяє потенційно інтегрувати різні модулі, включаючи сенсори, камери та інші системи спостереження.

Головна цінність Phantom MK-1 полягає у тому, що він є базою для подальшого розвитку. Саме на таких прототипах відпрацьовуються технології стабілізації, управління, енергозабезпечення та взаємодії з оператором. У майбутніх версіях, таких як умовний MK-2, очікується усунення поточних недоліків: підвищення швидкості, додавання захисту, покращення автономності та можливість виконання більш складних завдань.

Вартість перших прототипів Phantom MK-1 становить близько 100 000 доларів, однак при одиничному виробництві вона може бути значно вищою, тоді як у разі масового виробництва очікується зниження ціни до приблизно 20 000 доларів за одиницю.

Окремої уваги заслуговує той факт, що тестування подібних систем відбувається саме в Україні. Сучасна війна створила унікальні умови, у яких новітні технології можуть перевірятися в реальних бойових обставинах. Це дозволяє не лише оцінити їх ефективність, але й швидко виявити недоліки та вдосконалити конструкції.

Таким чином, Україна фактично виступає як майданчик для випробування інноваційних військових рішень, що впливає на розвиток технологій у глобальному масштабі. Досвід, отриманий під час таких випробувань, використовується для створення наступних поколінь роботизованих систем.

У підсумку Phantom MK-1 слід розглядати не як завершений продукт, а як етап розвитку, який демонструє напрямок переходу до більш складних і ефективних роботизованих платформ.

Отже, Phantom MK-1 є прикладом нового етапу розвитку безпілотних технологій. Незважаючи на обмежені можливості, він виступає як експериментальна платформа для створення майбутніх роботизованих систем.

Таким чином, подібні розробки визначають напрям розвитку сучасної війни, у якій дедалі більшу роль відіграватимуть роботизовані та автономні системи.

Твердий М. О., курсант
Науковий керівник – Аврамчук О. Є., канд. пед. наук, доц.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

БЕЗПІЛОНІ ЛІТАЛЬНІ АПАРАТИ: РОЗВИТОК ТА ВИКОРИСТАННЯ

Типова будова сучасного дрона базується на інтеграції польотного контролера, безколекторних двигунів, систем відеозв’язку та протоколів передачі даних із низькою затримкою. Використання технологій ExpressLRS чи Crossfire забезпечує високу маневреність та завадостійкість у складних умовах.

Практичне застосування цих систем в Україні пройшло тривалу трансформацію, починаючи з періоду АТО/ООС. У 2014–2021 роках БпЛА використовувалися переважно як допоміжний засіб для аеророзвідки та коригування артилерійського вогню. Саме цей досвід заклав фундамент для формування перших спеціалізованих підрозділів та виявив гостру потребу в засобах радіоелектронної боротьби (РЕБ).

Початок повномасштабного вторгнення у 2022 році став точкою неповернення для безпілотної авіації. Масове впровадження як важких ударних комплексів, так і модифікованих цивільних квадрокоптерів дозволило зупинити переважаючі сили противника на ключових напрямках. Безпілотники стали основним інструментом ситуаційної обізнаності, що докорінно змінило тактику ведення бойових дій.

Сьогодення диктує нові умови, де безпілотні системи є безальтернативною необхідністю на полі бою. Висока щільність засобів РЕБ та «прозорість» фронту вимагають постійного вдосконалення алгоритмів зв'язку. Без належної кількості БпС виконання бойових задач стає практично неможливим через надвисокий ризик для особового складу в зоні прямої видимості противника.

Функціонал БпЛА сьогодні охоплює широкий спектр задач у різних галузях бойового застосування. Вони використовуються для високоточного ураження бронетехніки за допомогою FPV-камікадзе, тривалого спостереження, дистанційного мінування та логістичного забезпечення. Здатність дронів доставляти боєкомплект або медикаменти у важкодоступні зони робить їх незамінними в умовах активних обстрілів.

Новим етапом розвитку безпілотних систем стають наземні роботизовані комплекси (НРК). Вони дозволяють перенести виконання найнебезпечніших задач із повітря на землю, зокрема евакуацію поранених та створення автоматизованих вогневих точок. Інтеграція повітряних і наземних дронів у єдину мережу формує сучасну екосистему цифрового поля бою.

При цьому спостерігається чітка тенденція до унітарності та модульності платформ. Один і той самий дрон, залежно від встановленого модуля — будь то камера з тепловізором, система скиду боєприпасів чи ретранслятор сигналу — здатний виконувати діаметрально протилежні задачі. Це забезпечує гнучкість підрозділів, спрощує логістику та дозволяє максимально ефективно використовувати наявний ресурс для досягнення перемоги.

Яремчук А. В, слухач
Науковий керівник – Купріненко О. М., д-р. техн. наук, проф.
Національна академія сухопутних військ
імені гетьмана Петра Сагайдачного

НАЗЕМНИЙ БЕЗПІЛОТНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ ІНЖЕНЕРНОЇ ПІДТРИМКИ

Досвід російсько-української війни свідчить про критичну необхідність пошуку шляхів зменшення втрат особового складу та підвищення ефективності виконання бойових завдань. Широке використання противником мінно-вибухових загороджень (МВЗ) залишається актуальною проблемою, що загрожує життю військовослужбовців та ускладнює просування підрозділів. Безпілотні наземні комплекси (БпНК) є перспективним напрямом, здатним забезпечити вирішення цієї проблеми.

Наявні в Україні БпНК, що призначені для виконання завдань розмінування, в основному здатні успішно виконувати завдання гуманітарного розмінування. Застосування таких засобів в умовах безпосереднього зіткнення з противником, під час виконання завдань так званого бойового розмінування є не доцільним через високу ймовірність їх виявлення та ураження.

За результатами проведених досліджень пропонується БпНК з мінним тралом для пророоблення проходів в протипіхотних мінних полях.

БпНК, що пропонується має модульну побудову, і складається з двох модулів: базового та функціонального. Основна ідея полягає у створенні універсального базового гусеничного шасі з високою прохідністю та низькою вартістю, що може бути оснащений різними функціональними модулями, зокрема:

мінними тралами для знешкодження мін та інших вибухонебезпечних предметів різного типу;

спеціальним модулем, в якому розміщено вибухову речовину для забезпечення можливості застосування БпНК для точкового знищення об'єктів противника шляхом дистанційного підриву (БпНК-камікадзе);

логістичним модулем – платформою для забезпечення підвезення інженерних боєприпасів та вибухівки до місць виконання завдань в умовах безпосереднього зіткнення з противником.

Основними принципами проектування запропонованого БпНК є невисока вартість та масове виробництво, висока прохідність, скритність, багаторазовість використання.

У разі реалізації виробництва запропонований БпНК може застосовуватись інженерними, механізованими, танковими підрозділами Збройних Сил України.

Патіюк С. О., курсант
Науковий керівник – Лазуріна Н. П., канд. філос. наук, доц.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В МАШИННОМУ ЗОРІ FPV

Застосування штучного інтелекту в системах машинного зору FPV-дронів стало вирішальним фактором у сучасній російсько-українській війні. З 2022 року FPV-дрони перетворилися на головну зброю фронту, забезпечуючи до 80 % усіх втрат противника, від техніки до живої сили. Саме штучний інтелект робить їх автономними в умовах подавлення, туману, диму й нульової видимості, підвищуючи точність ударів на 40-60 %. Це дає змогу Україні компенсувати чисельну перевагу армії РФ технологічними рішеннями, адже дрон вартістю $500-2000 здатний знищити танк або артилерійську систему за $4-5 млн.

Машинний зір – це «очі» дрона. Камера передає відео 30-60 кадрів за секунду на бортовий процесор NVIDIA Jetson Nano або Orin. Нейромережа YOLO або TensorFlow Lite обробляє кадри в реальному часі (20-100 мс.), розпізнаючи техніку, піхоту, укріплення чи цивільні об’єкти. Якщо ймовірність правильного визначення перевищує 80 %, система фіксує ціль (lock-on) і коригує курс навіть без оператора. Алгоритми навчаються на мільйонах бойових фото та відео, зібраних проектами Brave1, ГУР і волонтерами. Після вильоту дрони обмінюються новими даними між собою (federated learning), оновлюючи моделі просто на полі бою. Це дозволяє швидко адаптуватися до нових камуфляжів і техніки рф.

FPV-дрони з ШІ в ЗСУ сьогодні виконують розвідувальні, ударні й коригувальні місії. Вони можуть самостійно знайти ціль на 5-15 км, обійти перешкоди, оцінити обстановку і завдати удару, навіть у зоні дії РЕБ. Один

оператор може керувати роєм із 10-20 дронів, які координуються між собою, розподіляють цілі, уникають зіткнень і діють синхронно. У 2025 році вже до 50 % українських FPV-дронів оснащено ШІ, переважно на Харківському, Запорізькому та Донецькому напрямках. Дрони використовуються також для полювання на артилерію, знищення логістики, колон постачання та засобів ППО противника.

Ефективність ШІ колосальна: до 95 % точності в темряві, диму й дощі, на 50 % менше хибних ударів, економія батареї завдяки оптимізованим моделям (MobileNet, EfficientNet), а також можливість діяти повністю автономне від РЕБ. Волонтери й військові інженери щоденно оновлюють моделі, адаптація під нові загрози триває 1-2 дні, що забезпечує постійну технологічну перевагу. Економічний ефект також вражає: один FPV із ШІ окупає свою вартість у десятки разів, знищуючи техніку, логістику й артилерію противника.

Втім, існують і проблеми. Для точного розпізнавання потрібні великі датасети бойових зображень, бо без них можливі помилки, коли цивільні авто або автобуси сприймаються як військові цілі. ШІ також втрачає ефективність у тумані, снігу чи при належному маскуванні. Також, бортові процесори Jetson перегріваються після 10-15 хв польоту, а використання нейромереж зменшує час польоту на 20-30 %.

Для підвищення надійності ШІ-дронів пропонується впровадження гібридних сенсорів (LIDAR та тепловізор), що додає до 30 % точності у складних погодних умовах. Використання легких моделей MobileNet або EfficientNet із затримкою 50 мс, обмін даними між дронами в реальному часі (federated learning) для швидкої адаптації, swarm intelligence – технологію «розумних роїв», де дрони самонавчаються й координуються без хмари. Додатково пропонується застосовувати оптоволоконні канали зв’язку (до 20 км без подавлення), квантові алгоритми шифрування та «кік-світчі», коли людина підтверджує удар для мінімізації ризиків по цивільних.

Росія активно протидіє розвитку ШІ-дронів: використовує системи РЕБ «Красуха-4», «Репелент», «Поле-21», сітки та теплові пастки. Водночас Україна відповідає симетрично: розробляє дзеркальні покриття, фальшиві теплові сигнатури, гібридні сенсори й автономні навігаційні алгоритми, стійкі до глушіння. Статистика 2024-2025 років підтверджує прорив: понад 15 000 FPV-дронів із ШІ у ЗСУ (приблизно 50 % парку), влучність 70-85 % проти 20-50 %

без ШІ, понад $1 млрд збитків РФ, 500-1000 атак щоденно, до 5 млн дронів на рік. Прогноз на 2026 рік понад 100 000 FPV-дронів з елементами ШІ, повна інтеграція машинного зору у всі типи безпілотників.

Штучний інтелект зробив FPV-дрони головною асиметричною зброєю сучасного фронту. Саме машинний зір, автономність і ройова координація визначають успіх у «війні дронів». Україна вже має технологічну перевагу завдяки волонтерам, платформі Brave1, військовим інженерам і підтримці міжнародних партнерів.

Підлетюк Р. І., курсант, Вовк Р. В., курсант
Науковий керівник – Льова О. І.
Харківський Національний Університет Повітряних Сил
імені Івана Кожедуба

РОЛЬ БЕЗПІЛОТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СУЧАСНІЙ ВІЙНІ

У сучасних умовах ведення бойових дій та забезпечення національної безпеки особливого значення набуває ефективне застосування безпілотних технологій. У сучасній війні проти Росії є визначальною роль безпілотних технологій а саме: літальні апарати, наземні та морські дрони стали ключовою зброєю. Безпілотні технології перетворилася на високотехнологічне змагання, де інновації визначають успіх виконання операцій. За вдяки безпілотним технологіям у сучасній війні змінює характер бойових дій, що дозволяює діяти точніше, швидше та ефективніше.

Насамперед, роль безпілотних технологій стало основою розвідки. Вони забезпечують постійний моніторинг лінії бойового зіткнення, дозволяють виявляти переміщення противника, коригувати артилерійський вогонь та створювати карти місцевості в реальному часі. Це значно знижує ризики для особового складу.

Не менш важливим є застосування ударних дронів. Вони здатні завдавати точкових ударів по бронетехніці, артилерії та стратегічних об’єктах противника. Використання дронів-камікадзе стало символом нової тактики, що поєднує дешевизну та ефективність. Відносно недорогий апарат може знищити складну й дорогу систему, створюючи асиметричну перевагу. Це дозволяє навіть невеликим арміям завдавати значних втрат більш потужному противнику, змінюючи баланс сил на полі бою.

Окрім бойових завдань, безпілотні технології активно застосовуються у логістиці та підтримці військ. Вони доставляють боєприпаси, медикаменти, продукти харчування, забезпечують евакуацію поранених у складних умовах, а також виконують функції ретрансляції сигналів зв'язку. Це підвищує мобільність армії та її стійкість у тривалих операціях, дозволяючи діяти автономно навіть у віддалених районах.

Разом із тим, широке застосування безпілотних технологій породжує нові виклики. Армії змушені розробляти ефективні системи протидії: засоби радіоелектронної боротьби, протиповітряної оборони, кіберзахисту. Війна дронів перетворюється на змагання не лише апаратів, а й алгоритмів, адже штучний інтелект дедалі більше визначає ефективність їхнього застосування. Протистояння у небі стає боротьбою технологій, де перевага залежить від здатності швидко адаптуватися та впроваджувати інновації.

Особливу увагу слід приділити розвитку вітчизняних безпілотних систем. Українські інженери та військові активно працюють над створенням власних моделей безпілотних технологій, які враховують специфіку бойових дій та потреби армії. Це не лише зменшує залежність від іноземних постачальників, а й сприяє розвитку національного оборонно-промислового комплексу.

Важливим напрямом розвитку безпілотних технологій є їх інтеграція у єдину інформаційно-розвідувальну систему управління військами. Сучасні безпілотні технології не лише виконують окремі завдання, але й стають частиною складної мережі збору, обробки та передачі інформації. Дані, отримані з безпілотників, передаються у командні центри, де вони аналізуються та використовуються для прийняття оперативних рішень. Такий підхід значно підвищує швидкість реагування військових підрозділів на зміни обстановки на полі бою.

Окрему роль відіграє використання безпілотних технологій у поєднанні з іншими видами озброєння. Наприклад, безпілотні літальні апарати ефективно працюють разом з артилерією, ракетними системами та підрозділами розвідки. Вони дозволяють оперативно коригувати вогонь, уточнювати координати цілей та оцінювати результати ударів. Завдяки цьому значно підвищується точність застосування озброєння та зменшується витрата боєприпасів.

Перспективним напрямом є також розвиток автономних систем управління дронами. Використання елементів штучного інтелекту дозволяє безпілотникам самостійно аналізувати ситуацію, розпізнавати цілі та

виконувати певні завдання без постійного втручання оператора. Це особливо важливо в умовах інтенсивної радіоелектронної боротьби, коли зв'язок із апаратом може бути обмеженим або повністю відсутнім. Автономні системи здатні підвищити ефективність використання дронів та розширити спектр їхніх можливостей.

Крім того, значного розвитку набувають так звані «рої» безпілотників. Йдеться про групи дронів, які діють узгоджено та виконують спільні завдання. Такі системи можуть використовуватися для розвідки великих територій, прориву протиповітряної оборони противника або нанесення масованих ударів. Координована робота великої кількості безпілотних апаратів створює серйозні труднощі для систем протидії та відкриває нові можливості для ведення бойових дій.

Не менш важливим є питання підготовки спеціалістів для роботи з безпілотними системами. Ефективне застосування БпЛА потребує високого рівня професійної підготовки операторів, інженерів та аналітиків. Тому навчальні заклади військового профілю активно впроваджують нові освітні програми, спрямовані на підготовку фахівців у сфері безпілотної авіації, робототехніки та інформаційних технологій. Це сприяє формуванню сучасного кадрового потенціалу для Збройних Сил України.

Отже, безпілотні технології відіграють надзвичайно важливу роль у сучасній війні. Вони забезпечують перевагу у розвідці, підвищують точність ударів, сприяють зменшенню втрат особового складу та відкривають нові можливості для ведення бойових дій. Подальший розвиток цих технологій, їх інтеграція з іншими системами озброєння та активна підтримка національних розробників є ключовими чинниками підвищення обороноздатності держави. У майбутньому роль безпілотних систем лише зростатиме, адже технологічний прогрес робить їх дедалі ефективнішими, доступнішими та універсальнішими у застосуванні.

Dumych Y. V., cadet, Shvetc A. D., cadet
Scientific supervisor – Kovalenko O. M.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

THE EVOLUTION OF THE FUNCTIONAL PURPOSE OF UNMANNED TECHNOLOGIES FROM "EYES " TO THE MAIN CALIBER

Prior to the full-scale invasion, the role of unmanned systems worldwide was largely limited to auxiliary reconnaissance and strike capabilities. However, the Russia-Ukraine war has served as an unprecedented technological catalyst, radically transforming this military paradigm. The harsh realities and intensity of the fighting forced the adaptation of unmanned technologies, transforming them from means of remote surveillance (‘eyes’) into the army’s key and most widespread strike force (‘main calibre’). This transformation process was not chaotic — each new function and role of the drone became a logical, sequential response to specific tactical challenges. In the Ukrainian context, we propose dividing this evolution of the functional purpose of unmanned technologies into seven key stages:

1. The reconnaissance and situational awareness stage. During the formative stage of reconnaissance and network-centric interaction, UAVs transformed from simple ‘remote eyes’ into a central link in combat management, made possible by digital control systems and satellite communications. A true technological breakthrough occurred through the integration of the aircraft into unified digital ecosystems such as ‘Kropyva’ or Delta, significantly reducing the time from target detection to engagement. At the same time, Starlink enabled the transmission of vast amounts of data and live video feeds from the front line directly to headquarters hundreds of kilometres away, ensuring reliable communication and the ability to view the battlefield in real time. Thanks to this constant transmission, standard tactical drones such as the Mavic have become a key decision-making tool, allowing commanders to react instantly to changing situations.

2. The FPV revolution. The transformation of drones into personal weapons for units caused logistical paralysis in the frontline zone. Relatively cheap FPV drones became an effective replacement for anti-tank guided missiles. In parallel with this, a new category of heavy industrial platforms — ‘bombers’ (such as ‘Baba Yaga’ and ‘Nemesis’) — has emerged, capable of carrying up to 20 kg of munitions and turning logistics into a zone of constant danger. The latest phase of this revolution, in response

to the saturation of the front line with electronic warfare (EW) systems, has been the emergence of fibre-optic drones. The use of microcables instead of radio signals has made them completely immune to electronic jamming.

3. Development of the strike component. Drones have made high-precision strikes commonplace, replacing expensive cruise missiles. This stage was marked by the emergence of the 'long arm' — long-range kamikaze drones (1,000+ km). This allowed them to complement the role of aviation by attacking rear-area oil refineries, depots and airfields.

4. The phase of changing the 'rules of the game' at sea. Unmanned systems have radically altered the rules of naval warfare, posing a global challenge to conventional navies. High-speed kamikaze robots such as the Magura V5 and Sea Baby forced the Russian fleet to retreat or hide in sheltered bays. This created conditions under which control of the waters is now ensured not by the number of cruisers, but by the effectiveness of autonomous maritime platforms capable of striking targets at vast distances.

5. Counter-drone systems. The response to the proliferation of enemy UAVs has led to the development of means to conserve expensive anti-aircraft missiles. Specialised high-speed FPV interceptors began hunting down reconnaissance drones such as the Zala or Orlan, and later attack UAVs such as the Shahed, creating a favourable economic asymmetry: the use of an inexpensive drone against a target that previously required scarce, high-cost missiles.

6. The development of ground-based robotic systems (GRS). The deployment of unmanned systems on land has enabled the automation of the most dangerous sections of the front line. GRS began to meet units' critical needs for the delivery of ammunition, food and water, creating a 'logistical bridge' where conventional equipment becomes too vulnerable. Robotic evacuation of the wounded has become a separate priority area, enabling the lives of soldiers to be saved without risk to evacuation teams.

7. Autonomy, AI and mesh networks. The current frontier of evolution is characterised by a shift from direct control to technological autonomy. The introduction of artificial intelligence and machine vision systems (automatic target acquisition) enables drones to independently identify and engage targets even in conditions of complete loss of communication due to electronic warfare. At the same time, the development of mesh networks transforms drone groups into a decentralised

'swarm', where each aircraft acts as a relay for the others. This allows UAVs to penetrate deep behind enemy lines, automatically exchange data and coordinate attacks as a single organism.

Грищук М. Р., курсант
Науковий керівник – Поливаний С. В.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ПІДХОДИ ДО ПРОТИДІЇ ЗЕНІТНИМ БЕЗПІЛОТНИМ ЛІТАЛЬНИМ АПАРАТАМ

За час повномасштабного вторгнення рф на територію нашої держави постійно змінюються тактичні підходи до застосування зразків озброєння та військової техніки. На даний час збройна боротьба переросла у війну дронів. Значні частину завдань як розвідувальних, так і ударних, наші війська виконують із застосуванням безпілотних літальних апаратів (БпЛА), що стимулює пошук противником методів протидії даним літальним апаратам. Крім традиційних методів боротьби із БпЛА, таких як радіоелектронне подавлення та вогневе ураження, противник почав широко застосовувати дрони-перехоплювачі, що стало значною проблемою при застосуванні БпЛА нашими підрозділами. Дрони-перехоплювачі (зенітні БпЛА) це швидкісні БпЛА (переважно FPV-квадрокоптери) призначені для знищення інших БпЛА різного типу шляхом виявлення, супроводження та атаки.

Для забезпечення повноцінної роботи системи зенітних дронів необхідно:

виявити ціль за допомогою радіолокаційної станції (РЛС);

визначити тип цілі та відобразити інформацію про неї в загальній системі ситуаційної обізнаності підрозділів ППО;

мати достатню кількість розгорнутих екіпажів дронів-перехоплювачів;

розподілити і поставити завдання екіпажам щодо ураження цілі;

здійснити контроль щодо ураження цілі.

Враховуючи дані фактори, можна виділити такі шляхи боротьби із зенітними дронами:

виявлення та знищення екіпажів пілотів;

знищення або радіоподавлення РЛС наведення дронів-перехоплювачів;

радіоподавлення каналів управління дронів перехоплювачів або приймачів радіоліній передачі відео;

обладнання БпЛА системою виявлення та ухилення від зенітних дронів.

Одним із найбільш перспективних напрямів протидії системи зенітних дронів є радіоподавлення РЛС виявлення та наведення, оскільки одна така РЛС обслуговує, як правило декілька розрахунків БпЛА-перехоплювачів. Для ефективного вирішення даного завдання засоби радіоподавлення доцільно розміщувати на БпЛА, що забезпечить умову прямої видимості та зменшить вимоги до енергетичного потенціалу передавача перешкод.

Korchma P. S., cadet
Scientific supervisor – Voitenko S. S., Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.
Kharkiv National Air Force University Ivan Kozhedub

ANALYSIS OF THE COMBINED USE OF ACOUSTIC AND RADAR METHODS FOR UNMANNED AERIAL VEHICLE DETECTION

The widespread use of small unmanned aerial vehicles (UAVs) in modern armed conflicts generates new challenges for airspace control systems. The primary difficulty in detecting such targets lies in their low radar cross-section (RCS), their ability to follow the terrain, and execute missions at extremely low altitudes. Using exclusively radar stations in a continuous 360-degree scanning mode unmasks the positions of the units, making them vulnerable to enemy strikes. Therefore, a priority direction is the development of integrated detection systems with the primary application of passive methods.

An analysis of current research in the field of Counter-UAS (C-UAS) operations indicates that the optimal solution is the integration of acoustic microphone arrays and radar stations. It is advisable to build the joint operation algorithm of such complexes on the principle of primary passive detection. The acoustic system, consisting of distributed directional microphones, functions in a state of complete radio silence. It continuously analyzes the ambient background noise and, utilizing spatial filtering algorithms, captures the characteristic acoustic signature of a UAV (rotor noise or internal combustion engine). Consequently, the system classifies the vehicle type and accurately determines the primary bearing (azimuth and elevation angle) to the aerial object.

In the subsequent stage, the calculated angular coordinates are automatically transmitted as target designation to the radar station. To accomplish this task, it is highly effective to employ radars equipped with an active electronically scanned array (AESA), for example, RADA RPS-42 class systems. Upon receiving cueing data from the acoustic system, the radar station does not expend energy scanning the entire airspace. Instead, it instantly forms a narrow electronic beam and directs it exclusively into the sector specified by the microphone array.

Such radar irradiation allows for the instantaneous acquisition of precise data regarding the range, altitude, and radial velocity of the target, parameters that cannot be measured solely by acoustic means. Simultaneously, the radar's operation using short pulses in a narrow sector significantly reduces the probability of signal interception by enemy systems. Furthermore, the complex processing of data with different physical natures (sound waves and reflected radio signals) practically eliminates the false triggering of the system by birds or other objects possessing a similar radar cross-section but a different acoustic signature.

Thus, the joint use of acoustic and radar methods—where microphone arrays provide passive detection and direction finding, and the radar station performs directional supplementary reconnaissance—enables the creation of a highly effective system. This approach significantly enhances the stealth and survivability of the complex, increases the accuracy of target identification, and provides reliable target designation for fire engagement assets.

Герасим І. Д., слухач
Науковий керівник – Кучер М. В.
Національна академія сухопутних військ
імені гетьмана Петра Сагайдачного

УДОСКОНАЛЕННЯ ОБЛАДНАННЯ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ ЗАСОБАМИ ПОДОЛАННЯ НАСЛІДКІВ ВИКОРИСТАННЯ ОПТОВОЛОКНА

Інтенсивне застосування FPV-дронів з оптоволоконним управлінням спричиняє до накопичення значної кількості відпрацьованих або пошкоджених оптоволоконних кабелів на полі бою. Дані елементи утворюють хаотичні переплетення на поверхні ґрунту, що створює новий тип інженерної загрози для

наземних роботизованих комплексів (НРК). Особливо критичною є проблема для гусеничних платформ, ходова частина яких схильна до намотування тонких волокон, що може призводити до заклинювання, зниження мобільності або повної втрати функціональності.

Дослідження показують, що оптоволоконні кабелі, попри малий діаметр, мають високу міцність на розрив та здатність до намотування на обертові елементи. У гусеничних НРК це проявляється через накопичення волокон у зоні ведучих зірочок, опорних котків та направляючих елементів, що спричиняє підвищене тертя, перевантаження приводу та заклинювання механізмів.

Для мінімізації зазначених ризиків пропонуються такі технічні рішення:

встановлення ріжучих або відсікаючих елементів (ножів) перед ведучими частинами ходової;

застосування захисних кожухів та екранування обертових вузлів;

використання самоочисних механізмів (скребків, щіток);

оптимізація конструкції гусениць для зменшення зон захоплення волокон;

впровадження систем контролю навантаження на привід для раннього виявлення намотування;

Результати дослідження можуть бути використані при модернізації існуючих НРК та розробці нових зразків, що дозволить підвищити їхню надійність та ефективність у сучасних бойових умовах.

Залишки оптоволоконних кабелів FPV-дронів формують новий тип загрози для мобільності НРК. Впровадження спеціалізованих конструктивних та алгоритмічних рішень дозволяє суттєво знизити ризик втрати рухомості та підвищити живучість роботизованих систем.

Греков В. О., курсант
Науковий керівник – Грубель М. Г., д-р. техн. наук, проф.
Національна академія сухопутних військ
імені гетьмана Петра Сагайдачного

ЛІНІЙНІ МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ В ЗАВДАННЯХ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Масове застосування безпілотних літальних апаратів для розвідки, коригування вогню, ураження цілей і логістичного забезпечення потребує чітких математичних моделей, здатних забезпечити швидке та обґрунтоване

прийняття рішень. У цьому контексті рівняння прямої виступає простим, але ефективним засобом опису просторових процесів та взаємодії об'єктів на полі бою. В умовах сучасної війни значна частина завдань безпілотних систем пов'язана з переміщенням між визначеними точками, що на окремих ділянках може бути апроксимовано прямолінійними траєкторіями. Це особливо характерно для маршрутів розвідувальних дронів, баражуючих боєприпасів та ударних БпЛА під час виходу в район цілі. Використання лінійних моделей дозволяє визначати координати апарата у будь-який момент, прогнозувати його положення, оцінювати час досягнення цілі та забезпечувати синхронізацію дій кількох безпілотних платформ, що є критично важливим при виконанні комплексних бойових завдань.

Рівняння прямої відіграє важливу роль у задачах навігації та орієнтування безпілотних систем, що особливо актуально в умовах активного застосування противником засобів радіоелектронної боротьби. У випадках обмеження або втрати сигналів супутникової навігації використання геометричних підходів до визначення напрямків руху дозволяє підтримувати заданий курс і виконувати місію з необхідною точністю. Лінійні моделі застосовуються для побудови альтернативних маршрутів, обходу небезпечних зон та забезпечення стійкості управління безпілотними системами.

У ході російсько-української війни безпілотні апарати активно використовуються для виявлення та супроводження цілей, зокрема рухомих. У таких умовах рівняння прямої застосовується для моделювання можливих траєкторій руху як цілі, так і безпілотного апарата. Це дозволяє визначати точки потенційного зближення, прогнозувати зміну обстановки та своєчасно коригувати дії. Особливого значення це набуває при використанні ударних дронів і баражуючих боєприпасів, де точність виходу на ціль є визначальним фактором ефективності.

У задачах вогневого ураження, зокрема під час коригування артилерійського вогню за допомогою безпілотників, рівняння прямої використовується для визначення напрямків спостереження та передачі координат цілей. Побудова ліній між позицією спостерігача та ціллю дозволяє оперативно оцінювати відхилення, уточнювати координати та підвищувати точність ураження. Такий підхід широко застосовується українськими підрозділами для підвищення ефективності артилерійських ударів.

Важливим є також застосування рівняння прямої у поєднанні з цифровими картами та геоінформаційними системами, які активно використовуються у

сучасній війні. На їх основі реалізуються алгоритми побудови маршрутів польоту, аналізу місцевості, визначення зон видимості та планування місій безпілотних апаратів. Лінійні моделі лежать в основі багатьох обчислювальних процедур, що забезпечують швидку обробку даних і підтримку прийняття рішень у реальному часі.

У логістичних операціях безпілотні технології також відіграють дедалі важливішу роль, зокрема для доставки малогабаритних вантажів, боєприпасів або медикаментів. Рівняння прямої дозволяє визначати оптимальні маршрути руху між точками, оцінювати їхню протяжність і враховувати ризики перетину небезпечних зон, що сприяє підвищенню ефективності забезпечення підрозділів у складних бойових умовах.

Разом із тим, досвід російсько-української війни демонструє, що реальні траєкторії руху безпілотних апаратів є значно складнішими через вплив рельєфу, погодних умов і активної протидії противника. Тому використання рівняння прямої доцільне переважно на етапах попереднього аналізу, планування або як складова більш складних моделей, що враховують динамічні та нелінійні фактори.

Отже, рівняння прямої на площині є важливим елементом математичного забезпечення застосування безпілотних технологій. Воно забезпечує можливість швидкого та ефективного аналізу просторових ситуацій, моделювання руху та підтримки прийняття рішень, що є критично важливим для досягнення переваги на полі бою в умовах сучасних високоманеврених бойових дій.

Подолюк В. М., курсант
Науковий керівник – Ковба М. В., Ph.D.
Національна академія сухопутних військ
імені гетьмана Петра Сагайдачного

РОБОТИЗАЦІЯ ЛОГІСТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Сучасні умови ведення бойових дій постійно змушують трансформувати логістику тактичного рівня завдяки впровадженню безпілотних наземних роботизованих комплексів (БНРК). Використання таких платформ є критично важливим, оскільки вони допомагають зберегти життя особового складу, працюють незалежно від часу доби та пори року та значно підвищують ефективність забезпечення військ, спрямованих на задоволення потреб

підрозділів у ході виконання завдань за призначенням. Впровадження у підрозділах тактичного рівня логістичних БНРК визначається вирішальними чинниками, такими, як мінімізація ризиків для особового складу, трансформація сучасного поля бою, економічна доцільність та ефективність, гнучкість.

До одного з основних перспектив застосування БНРК можна віднести мінімізація ризиків для особового складу в умовах ведення активних бойових дій високої інтенсивності через постійний вогневий вплив, використання противником ударних БПЛА та засобів дистанційного мінування, логістичне забезпечення перетворюється на найбільш вразливу ланку. Традиційна доставка провізії (води, їжі, боєприпасів) екіпажами супроводжується критично високим рівнем ризику для життя військовослужбовців на маршрутах висування. Логістичні платформи дозволяють переформувати підхід: дистанціювання екіпажу (водія), а саме перенесення завдань «останньої милі» на автономні або телекеровані платформи, що повністю виводить людину з-під вогневого впливу в найбільш небезпечних ділянках. Стійкість до екстремальних умов, БНРК спроможні виконувати завдання в умовах застосування противником хімічних речовин для ураження дихальних шляхів та очей, високого ризику повторних обстрілів, де залучення особового складу є вкрай ризикове. Платформи логістичного призначення повинні мати розширений функціонал, наприклад, під час виконання завдань в одну сторону із забезпечення провізією, а у зворотному напрямку здійснювати медичну евакуацію з поля бою, що критично важливо для збереження життя особового складу, у тому числі поранених. Таке застосування є ефективним та показує, що це важливо в контексті сучасних загроз.

В умовах інтенсивного застосування розвідувальних та ударних БПЛА змушує не застосовувати традиційний транспорт, який стає легкою ціллю, оскільки він видимий для сучасних засобів ураження ще на етапі висування. Малогабаритні, низькопрофільні БНРК з низькою тепловою та акустичною сигнатурою є одним із ефективних засобів прихованої доставки провізії.

Ефективність застосування логістичних платформ - позбавлення фізіологічних та психологічних обмежень, притаманних особовому складу (стрес, неуважність, втома, особливо в умовах обмеженої видимості). Дотримання маршрутів та збереження вантажів навіть у критичних умовах завдяки роботизованій платформі є більш ефективними. Втрата безпілотної платформи є фінансовим збитком, тоді як втрата навченого особового складу є

непоправною втратою для боєздатності підрозділу. Застосування зразків вітчизняного роботизованого озброєння має значно нижчу собівартість порівняно із західними аналогами. Вони розроблені з використанням доступних компонентів та спрощених конструкцій.

Гнучкість застосування БНРК є мобільність які можуть бути швидко переміщені для нарощування логістичних спроможності на напрямках головного удару або у зонах прориву, де виникає критична потреба у терміновому виконанні завдань, залежно від поточної потреби у забезпеченні там де транспорт непроїде, а особовий склад ризикує життям.

Подальшими науковими дослідженнями для логістичних БНРК є удосконалення надійності, прохідності, підвищення автономності та захист каналів зв'язку від несанкціонованого впливу з боку противника, Впровадження у навчальний процес вивчення різних типів логістичних БНРК під час підготовки фахівців із логістичного забезпечення військ у тому числі з використанням VR/AR-симуляторів з метою якісного виконання завдань за призначенням. Таким чином, удосконалення та інтеграція логістичних наземних роботизованих комплексів є необхідністю для забезпечення живучості підрозділів в умовах викликів сьогодення під час виконання завдань з логістичного забезпечення військ.

Сапига О. Д., курсант
Науковий керівник – Омельчук І. А.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

РОЗВІДУВАЛЬНІ ЛІТАЛЬНІ АПАРАТИ ТА ПОЄДНАННЯ ЇХ ІЗ РОЗВІДУВАЛЬНО-УДАРНИМ КОНТУРОМ

Розвідувальні БпЛА на сьогоднішній день є невід’ємною частиною в підрозділах, які виконують багато важливих задач на полі бою. Виступаючи “очима”, вони дозволяють командирам отримувати всю необхідну інформацію, що потрібна для виконання поставленої задачі. Оскільки бойові дії вимагають постійного технологічного оновлення систем озброєнь, то для підвищення ефективності роботи, впроваджується велика кількість концепцій, однією з яких є розвідувально-ударний контур, який буде розглянуто нижче.

Основною метою розвідувальних БпЛА є: отримання інформації щодо позицій особового складу противника, їх кількості, техніки, корегування артилерії та авіації, виявлення інфраструктурних об'єктів, керування сухопутними підрозділами та аналіз можливих дій противника. Їх використовують на всіх рівнях керування, починаючи з тактичного та закінчуючи оперативним. Middle/Deep Strike БпЛА – окремий тип літакових літальних апаратів, основною задачею яких є нанесення уражень у тилових позиціях противника понад тисячу кілометрів у глибину. Їх перевага полягає в тому, що вони повноцінно можуть заміняти далекобійні, а найголовніше – дорогі ракети з ідентичним, а в більшості випадків, більш ефективним результатом оскільки за весь процес керування від початку польоту до його кінця відповідає безпосередньо оператор.

Сьогодні, в деяких підрозділах застосовують концепцію розвідувально-ударних контурів, які працюють у синергії з розвідувальними БпЛА. В Україні два основних виробників таких розвідувально-ударних контурів – це «Укрспецсистемс» та «Девіро». Відповідно, Shark-M + Ram-2X та Лелека + Булава. Ідея контуру полягає в тому, що розвідувальний безпілотний літальний апарат виступає в ролі ретранслятора для ударного. Два екіпажі працюють як один розрахунок, де один виявляє, другий здійснює ураження. Іноді, вони це роблять з однієї позиції, іноді з різних, де ударний літальний апарат має свою маленьку наземну станцію для запуску, а потім уже розвідувальне крило підхоплює та ретранслює.

Значною перевагою даної концепції є те, що екіпаж самостійно може виявити та нанести ураження визначеному об'єкту на великій дальності. Однак, найбільшим недоліком є те, що ці системи дуже дорогі й відповідно в силу стиснутих ресурсів, у підрозділах ведеться суворий їх облік коли навіть може обмежуватись перелік цілей по яким можна працювати, відповідно, на виході маємо малу інтенсивність вогню та кількість застосувань.

Лук'янчук В. В., курсант
Науковий керівник – Омельчук І. А.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

НАЗЕМНІ РОБОТИЗОВАНІ КОМПЛЕКСИ ТА ПОЄДНАННЯ ЇХ З УДАРНО-МАНЕВРУВАЛЬНИМ КОНТУРОМ

Наземні роботизовані комплекси сьогодні стали невід'ємною частиною роботи багатьох підрозділів на полі бою. Вони виконують безліч важливих завдань, виступаючи одночасно й «очима», й «руками» командирів. Завдяки їм можна отримувати актуальну інформацію та проводити бойові дії, суттєво знижуючи ризик для життя наших військових.

Війна, як відомо, завжди була потужним двигуном прогресу. Саме тому сьогодні активно впроваджуються нові концепції, однією з яких є ударно-маневруючий контур, про який і піде мова нижче.

Основне призначення наземних роботизованих комплексів - це отримання розвідувальної інформації про позиції противника, його чисельність, техніку, а також транспортування боєприпасів і вантажів, розмінування території, безпосереднє вогневе ураження цілей, підтримка дій сухопутних підрозділів, наприклад евакуація поранених, та прогнозування можливих дій ворога. Їхнє застосування поширюється на всіх рівнях управління - від тактичного до оперативного.

Окремим типом є ударно-маневрові комплекси - це наземні роботизовані платформи, головним завданням яких є нанесення ударів по позиціях противника з активним маневруванням на значній відстані. Їх головна перевага полягає в тому, що вони можуть частково замінити традиційні механізовані підрозділи, при цьому дозволяючи виконувати завдання без залучення великої кількості особового складу. За весь процес — від початку руху до завершення завдання — відповідає безпосередньо оператор, що робить такі комплекси ефективнішими за багато традиційних засобів.

У деяких українських підрозділах уже активно застосовують концепцію ударно - маневруючих контурів, з ними роботизовні комплекси працюють у тісній взаємодії.

Серед основних вітчизняних розробників — компанії «UGV Robotics» та «Roboneers». Найвідоміші приклади таких контурів: «Лють + Хижак» та «Шабля + Протектор».

Суть концепції полягає в тому, що один наземний роботизований комплекс виступає координатором і платформою підтримки для іншого — ударно-маневрового. Два екіпажі працюють як єдиний розрахунок: один займається розвідкою та маневруванням, другий — безпосереднім ураженням цілі. Іноді вони діють з однієї позиції, іноді — з різних. Ударний комплекс може мати свою компактну наземну станцію, а потім уже інший робот підключається до координації дій.

Головною перевагою такого підходу є те, що невеликий екіпаж самостійно здатен виявити ціль і завдати по ній точного удару на значній відстані.

Проте найсуттєвішим недоліком залишається висока вартість цих систем. Через обмежені ресурси в підрозділах ведеться дуже суворий облік таких комплексів, а іноді навіть обмежується перелік цілей, по яких дозволяється працювати. У результаті інтенсивність застосування та загальна кількість бойових виходів залишаються досить низькими.

Суховєєв Д. Т., курсант
Науковий керівник – Миколайчук В. В.
Національна академія сухопутних військ
імені гетьмана Петра Сагайдачного

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ FPV-ДРОНІВ У СУЧАСНИХ БОЙОВИХ УМОВАХ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ТАКТИКУ ДІЙ ПІДРОЗДІЛІВ

Сучасні бойові дії значною мірою залежать від рівня впровадження технологій, здатних швидко адаптуватися до змін обстановки. Одним із найбільш показових прикладів такого впливу є застосування FPV-дронів, які суттєво змінили підхід до ураження цілей на тактичному рівні.

Порівняльний аналіз свідчить, що FPV-дрони займають окрему нішу серед засобів ураження. З одного боку, вони поступаються артилерії за дальністю застосування, проте забезпечують значно вищу точність при ураженні конкретних цілей. З іншого боку, у порівнянні з протитанковими комплексами вони є більш доступними, що дає можливість використовувати їх у значно більших обсягах. Таким чином, поєднання відносно низької вартості та високої точності визначає практичну ефективність FPV-дронів.

На початковому етапі широкомасштабних бойових дій у 2022 році використання FPV-дронів не мало системного характеру, застосування було епізодичним і значною мірою залежало від ініціативи окремих підрозділів. Основна увага тоді приділялася розвідувальним безпілотним системам, які забезпечували спостереження та коригування вогню.

У 2023 році відбулося суттєве переосмислення їх ролі. FPV-дрони почали активно застосовуватися як засоби безпосереднього ураження, що дозволило частково компенсувати нестачу традиційних видів озброєння. У результаті вони стали виконувати завдання, які раніше покладалися на більш складні та дорогі системи.

У подальшому використання FPV набуло масового та систематизованого характеру, дрони почали застосовуватися на постійній основі, що забезпечило стабільний вплив на противника на тактичному рівні. Паралельно відбувалося вдосконалення конструкцій та способів застосування, що підвищувало ефективність у бойових умовах.

Суттєвою особливістю є можливість безпосереднього контролю з боку оператора. Це забезпечує гнучкість у прийнятті рішень та дозволяє оперативно реагувати на зміну обстановки. У взаємодії з розвідувальними безпілотними системами формується безперервний цикл виявлення та ураження цілей.

Окремої уваги заслуговує розвиток FPV-дронів з оптоволоконним каналом управління. Такі системи не використовують радіосигнал, що практично виключає вплив засобів радіоелектронної боротьби. Це дозволяє забезпечити стабільне управління навіть в умовах активного радіоелектронного придушення. Водночас застосування кабельного з'єднання обмежує дальність використання та ускладнює маневрування, що необхідно враховувати під час планування бойових дій.

Разом із перевагами слід враховувати і наявні обмеження. Ефективність застосування FPV-дронів значною мірою залежить від рівня підготовки операторів, якості зв'язку та умов обстановки. Крім того, вони можуть втрачатися внаслідок дії засобів протидії або технічних несправностей.

Важливим чинником є також психологічний вплив. Постійна загроза застосування FPV-дронів ускладнює дії противника, обмежує його маневрування та негативно впливає на морально-психологічний стан особового складу.

Таким чином, FPV-дрони поступово стали одним із ключових інструментів сучасного бою. Їхній розвиток свідчить про зміну підходів до застосування сили, де поряд із вогневою потужністю важливого значення набувають точність, гнучкість та можливість швидкого масштабування.

Карпухін Р. Т., курсант
Науковий керівник – Омельчук І. А.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ВИКОРИСТАННЯ МУЛЬТИРОТОРНИХ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ПОВІТРЯНОГО БАЗУВАННЯ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕХОПЛЕННЯ

Повномасштабна російсько-українська війна триває вже третій рік поспіль та призвела до корінних змін у підходах до ведення війни. Постійно з'являються нові виклики, на які необхідно швидко реагувати протиборчим сторонам, а позиційний характер війни лише прискорює прогрес у сфері розробки та виробництва зброї.

Позитивна динаміка спостерігається у всіх категоріях: нові снаряди і ракети, БПЛА та інші безпілотні роботизовані комплекси, засоби РЕБ та РЕР, тощо. І ось, в цих умовах з'явився новий виклик: масове застосування БПЛА

Саме для протидії ворожим БпЛА використовуються БпЛА перехоплювачі.

БпЛА - перехоплювачі – це відповідь України на нову загрозу з повітря. У сучасній війні FPV-дрони стали смертоносною зброєю, здатною завдати удару за лічені секунди. Класичні методи захисту вже не дають потрібного ефекту. Саме тому на передовій з'явилися нові "мисливці" – безпілотники, які виявляють, наздоганяють і знищують ворожі дрони ще до того, як ті завдають шкоди.

Концепція БпЛА-перехоплювачів, що базуються на «дроні-матці» (mothership drone), передбачає використання носія, який транспортує, розгортає та координує менші дрони-перехоплювачі. Це вже більш складна, багаторівнева система, і її ефективність залежить від правильної організації взаємодії між елементами.

Що таке «дрон-матка» Це більший БпЛА, який:

несе на борту кілька менших перехоплювачів;

виконує роль платформи запуску, ретранслятора зв'язку та іноді командного пункту;

може залишатися поза зоною ризику, поки менші дрони виконують активну фазу.

Ключові особливості використання

1. Розширення зони перехоплення

«Дрон-матка» доставляє перехоплювачі ближче до цілі.

Це дозволяє: зменшити час реагування; економити енергію малих БпЛА; діяти в глибших або важкодоступних районах.

2. Масованість і «роєва» логіка

Одночасний запуск кількох перехоплювачів:

підвищує ймовірність ураження цілі; дозволяє атакувати з різних напрямків; ускладнює протидію. Можлива координація між самими перехоплювачами (елементи рою).

3. Гнучкість застосування

«Матка» може: змінювати район патрулювання; повторно використовуватися; нести різні типи перехоплювачів під різні задачі.

4. Покращення зв’язку та управління

Виступає як ретранслятор сигналу, що: зменшує залежність від прямого каналу «оператор—перехоплювач»; підвищує стійкість до перешкод. Може частково брати на себе автономне управління.

Але при цьому дана концепція має обмеження та ризики

1. Вразливість «центру системи»

Втрата дрона-матки: одразу знижує ефективність всієї групи; може призвести до втрати управління перехоплювачами.

2. Складність координації

Потрібні: надійні алгоритми розподілу цілей; синхронізація дій у реальному часі; захист каналів зв’язку.

3. Обмеження вантажопідйомності

Кількість перехоплювачів обмежена:

4. Радіоелектронна протидія

Глушіння або перехоплення сигналів: може розірвати зв’язок між «маткою» і дроном;

знижує ефективність рою.

Концептуальні підходи до підвищення ефективності

Таким чином - модель «дрон-матка + перехоплювачі» значно підвищує гнучкість і масштабованість перехоплення, особливо проти численних або малорозмірних цілей. Водночас вона вимагає високого рівня автоматизації, стійкого зв’язку та продуманої архітектури управління, щоб уникнути критичної залежності від одного вузла.

Shkurman M. O., cadet
Scientific supervisor – Kalmanov S. A., Dr. Sc. (Tech.), Prof.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

THE DEVELOPMENT OF INTERCEPTOR UAV TECHNOLOGIES

In 2026, airspace defense against hostile unmanned aerial vehicles (UAVs) requires systems capable of countering targets traveling at velocities between 300 and 670 km/h. These targets utilize unpredictable flight trajectories to evade electronic warfare (EW) countermeasures and can sustain aerodynamic loads of up to 20 g. Without such advanced technologies, interception efficiency falls below 50%.

Autonomous interceptor UAVs are specialized unmanned platforms engineered to detect, intercept, and neutralize aerial threats. These threats encompass FPV drones, autonomous drone swarms, missiles, and reconnaissance UAVs. Interceptors are distinguished from conventional drones by their exceptionally rapid response times, high degree of autonomy, and the deep integration of artificial intelligence.

The evolution of interceptor UAV technology commenced in the 2010s with foundational, manually operated FPV systems utilizing Proportional-Integral-Derivative controllers. The defining characteristics of UAVs from this era were their reliance on mechanical systems (e.g., the DJI Mavic featuring basic auto-tracking), which were constrained by the inherent systemic inertia—ranging from 10 to 50 milliseconds—of their servomechanisms and mechanical flight control architectures.

By the early 2020s, aerospace developers actively integrated foundational AI and computer vision into UAVs, shifting in 2023 toward high-velocity interceptors targeting hostile loitering munitions. By 2025, hybrid engineering solutions emerged, combining Deep RL with micro-aerodynamic enhancements. Prominent autonomous platforms include Ukraine’s Sting and Tytan, alongside the French-Ukrainian Alta Ares VTOL, capable of achieving velocities up to 670 km/h.

Presently, the defining hallmarks of autonomous interceptor drones are rooted in the synergy of novel, adaptive systems utilizing hybrid configurations. These architectures are engineered to execute "arrhythmic" evasive maneuvers, maintain control isotropy with near-zero response latency, and sustain full flight autonomy in GNSS-denied environments.

Міжнародна наукова курсантська конференція
«Сучасні технології в безпекових викликах сьогодення»

Клименко К. С., курсант, Григорчук В. О., курсант
Науковий керівник – Брановицький В. В.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ІННОВАЦІЇ УКРАЇНИ В ЗАСТОСУВАННІ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ У ВІЙНІ НОВОГО ПОКОЛІННЯ

Стрімкий розвиток використання безпілотних систем та технологій, зумовлений інтенсивним прогресом у сфері штучного інтелекту, мікроелектроніки, систем зв'язку та обробки даних, обумовлює їхню зростаючу роль у сучасних військових операціях. Зниження вартості виробництва, підвищення автономності та розширення функціональних можливостей безпілотних платформ сприяють їх масовому впровадженню на тактичному й оперативному рівнях. Це, у свою чергу, забезпечує підвищення ефективності розвідки, спостереження та ураження цілей із мінімізацією ризиків для особового складу. Водночас широке застосування безпілотних систем формує нові виклики, пов'язані з кіберзахистом каналів управління, протидією радіоелектронній боротьбі та забезпеченням стійкості до інформаційних впливів, що потребує комплексного підходу до їх інтеграції у систему національної безпеки.

Безпілотні системи застосовуються в сфері інформаційно-психологічних операцій, зокрема для фіксації результатів бойових дій та подальшого поширення цих матеріалів з метою деморалізації противника, а також для створення та розповсюдження маніпулятивного або постановочного контенту, що впливає на інформаційне середовище та сприйняття подій ворогом. Досвід повномасштабного вторгнення рф показав, що використання безпілотних систем залежить бойова ефективність, збереження життя особового складу.

Як в усіх інших інноваціях, безпілотні системи залишаються недостатньо вивченими. Актуальною проблемою залишаються протидія засобам радіоелектронної боротьби. Також невід'ємною проблемою є масштабування виробництва та інтегрування оновлень у короткі терміни. Використання оптоволоконного дроту вирішує проблему з радіоелектронним подавленням, оскільки передача сигналу відбувається фізичним каналом і є стійкою до впливу засобів РЕБ, але водночас створює низку обмежень, пов'язаних із залежністю

від цілісності кабелю, обмеженою мобільністю платформи, складністю розгортання в динамічних бойових умовах та підвищеною вразливістю до механічних пошкоджень і фізичного перехоплення. Суттєвою проблемою залишається постійна адаптація противника до застосування безпілотних систем, зокрема використання так званих «Мангалів», «Йоршиків», «Капішонів» та звичайних металевих решіток на бронетехніці, які значно зменшують ефективність дронів шляхами передчасної детонації боєприпасів, хоча і водночас з цим ускладняється експлуатація та маневреність техніки. Окремою проблемою є широке застосування антидронових сіток над прифронтовими дорогами та шляхами постачання логістики до позицій.

Безпілотні системи в короткий термін змінили хід ведення війни, показали високу ефективність, зменшили втратити особового складу та підвищили мобільність підрозділів.

Пуха В. І., курсант
Науковий керівник – Скиба І. П.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ ПСИХОЛОГІЧНОГО ВПЛИВУ

У сучасних умовах ведення бойових дій та інформаційного протиборства безпілотні літальні апарати відіграють дедалі важливішу роль не лише у розвідці чи вогневому ураженні, а й у здійсненні заходів психологічного впливу. Їх застосування дозволяє ефективно впливати на морально-психологічний стан противника.

Однією з основних переваг БПЛА є їх здатність діяти на значній відстані, що забезпечує безпечне та ефективне їх застосування за умов збереження малопомітності та високої маневреності. Це створює сприятливі умови для введення противника в оману, формування відчуття страху та його деморалізації. Наприклад, використання БПЛА для розповсюдження листівок або трансляції аудіоповідомлень дає змогу безпосередньо доносити необхідну інформацію до цільової аудиторії.

Важливим напрямом є застосування БПЛА для трансляції звукових сигналів і повідомлень. За допомогою встановлених гучномовців

забезпечується поширення закликів до здачі в полон, попереджень або дезінформаційних повідомлень. Такий вплив буде особливо ефективним у нічний час або в умовах обмеженої видимості, коли підвищується психологічна вразливість противника.

Крім того, БПЛА активно використовуються для створення ефекту постійної присутності та спостереження. Сам факт перебування безпілотника у повітрі може викликати напруження, тривогу та відчуття невідворотності ураження. Це негативно впливає на бойовий дух та здатність до організованих дій.

Сучасні БПЛА також здатні здійснювати відео- та фотозйомку, яка в подальшому використовується в інформаційно-психологічних операціях. Поширення відповідних матеріалів у медіа або соціальних мережах може формувати необхідне сприйняття подій, підсилювати панічні настрої або, навпаки, зміцнювати довіру до власних сил.

Таким чином, використання БПЛА у завданнях психологічного впливу є перспективним та ефективним напрямом сучасних операцій. Поєднання технічних можливостей безпілотників із засобами інформаційного впливу дозволяє досягати значних результатів без прямого застосування сили. Подальший розвиток цього напрямку пов’язаний із вдосконаленням технологій, розширенням функціональних можливостей БПЛА та інтеграцією їх у комплексні системи інформаційно-психологічних операцій.

Мариняк Н. В., курсант
Науковий керівник – Площик А. С.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

МЕТОДИ ВИЯВЛЕННЯ ТА НЕЙТРАЛІЗАЦІЇ ВОРОЖИХ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ РАДІОТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ

Сучасні військові конфлікти характеризуються активним застосуванням безпілотних літальних апаратів (БПЛА) різного призначення – розвідувальних, ударних, коригувальних та багатоцільових. Їх масове використання значно змінює характер ведення бойових дій, підвищує роль радіоелектронної боротьби та потребує розробки ефективних методів виявлення і нейтралізації

таких засобів. Особливої актуальності ця проблема набула в умовах сучасної війни, де БПЛА застосовуються як на тактичному, так і на оперативному рівнях.

Основним напрямом протидії безпілотним системам є використання радіотехнічних засобів, які дозволяють своєчасно виявляти, ідентифікувати та подавляти канали управління, навігації та передачі даних БПЛА. До методів виявлення належать радіолокаційний, радіотехнічний (радіорозвідка), акустичний та оптико-електронний. Найбільш універсальним є радіолокаційний метод, який забезпечує виявлення цілей на значних відстанях незалежно від часу доби та погодних умов. Однак малорозмірні БПЛА мають малу ефективну поверхню розсіювання, що ускладнює їх виявлення традиційними радіолокаційними станціями.

Ефективним доповненням до радіолокаційних засобів є системи радіотехнічної розвідки, які здійснюють пошук і аналіз радіосигналів управління БПЛА. Вони дозволяють визначати напрямок на джерело сигналу, тип безпілотного комплексу та параметри його роботи. Використання пасивних засобів радіорозвідки має перевагу у вигляді прихованості, оскільки не передбачає випромінювання власних сигналів.

Нейтралізація ворожих БПЛА за допомогою радіотехнічних засобів здійснюється шляхом радіоелектронного подавлення або перехоплення управління. Основними методами є створення перешкод у каналах зв’язку між оператором і безпілотником, подавлення сигналів супутникової навігації, а також застосування комплексів радіоелектронної боротьби для примусової посадки або втрати керування апаратом. Радіопридушення може здійснюватися як у вузькосмуговому режимі — для впливу на конкретні частоти, так і в широкосмуговому — для блокування роботи декількох систем одночасно.

Важливим напрямом є інтеграція радіотехнічних засобів у єдину систему протидії БПЛА. Поєднання радіолокаційних станцій, засобів радіорозвідки, оптико-електронних систем та комплексів радіоелектронної боротьби дозволяє підвищити ймовірність виявлення та ефективність нейтралізації повітряних цілей. Такий комплексний підхід забезпечує створення багаторівневої оборони та мінімізує ризик проникнення безпілотних апаратів у зону відповідальності підрозділів.

Перспективними напрямами розвитку радіотехнічних засобів боротьби з БПЛА є використання цифрових антенних решіток, автоматизованих систем обробки сигналів, штучного інтелекту для класифікації цілей та підвищення

точності визначення їх координат. Також актуальним є створення мобільних і малогабаритних комплексів, здатних діяти в умовах високої маневреності військ.

Отже, застосування радіотехнічних засобів є одним із ключових факторів забезпечення ефективної протидії ворожим безпілотним літальним апаратам. Подальший розвиток методів виявлення та нейтралізації БПЛА сприятиме підвищенню рівня безпеки військових об'єктів і підрозділів, а також ефективності виконання бойових завдань.

Мацола А. С., студент
Науковий керівник – Чіпуріна Г. М.
Національна академія Служби безпеки України

ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ АНАЛІЗУ ЗОБРАЖЕНЬ ІЗ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ У РОЗВІДУВАЛЬНИХ ОПЕРАЦІЯХ НА ФРОНТІ

Умови сучасних збройних конфліктів характеризуються переходом до інформаційно-мережевих форм ведення війни, де ключову роль відіграє швидкість отримання, обробки та використання інформації. У цьому контексті безпілотні літальні апарати стали базовим інструментом тактичної та оперативної розвідки, забезпечуючи безперервний моніторинг бойової обстановки. Водночас суттєвим обмеженням є перевантаження операторів значними обсягами візуальних даних, що ускладнює їх оперативну інтерпретацію та підвищує ризик втрати важливої інформації. Це зумовлює необхідність інтеграції технологій штучного інтелекту як ефективного інструменту автоматизації аналітичних процесів.

Технологічною основою застосування штучного інтелекту є методи комп'ютерного зору та глибинного навчання, які забезпечують автоматизоване виявлення, класифікацію та ідентифікацію об'єктів у складних умовах бойового середовища. Сучасні алгоритми здатні розпізнавати замасковану військову техніку, визначати характер інженерних споруд, аналізувати просторові зміни та виявляти поведінкові патерни противника. Важливою перевагою є можливість ефективної обробки даних низької якості, отриманих в умовах обмеженої видимості, дії засобів радіоелектронної боротьби та інших факторів, характерних для фронту.

Ключовим етапом розвитку є впровадження обробки інформації в режимі реального часу безпосередньо на борту БПЛА із використанням технологій edge-computing. Це дозволяє мінімізувати часовий розрив між виявленням цілі та передачею розвідувальної інформації, що безпосередньо впливає на швидкість прийняття рішень і ефективність вогневого ураження. Додатково, впровадження елементів автономності забезпечує стійкість функціонування безпілотних систем в умовах втрати зв'язку або навігації, що є критично важливим при активному застосуванні засобів радіоелектронного придушення.

Досвід сучасних бойових дій, зокрема російсько-української війни, підтверджує трансформацію ролі БПЛА від засобів спостереження до інтелектуалізованих платформ підтримки прийняття рішень. Поєднання безпілотних систем із алгоритмами машинного зору дозволяє підвищити точність виявлення цілей і здійснювати аналіз динаміки бойової обстановки, що створює передумови для прогнозування дій противника. Окремим перспективним напрямом є інтеграція таких технологій із FPV-дронами, які здатні супроводжувати цілі навіть в умовах деградації каналів управління.

Водночас впровадження штучного інтелекту супроводжується низкою викликів. До них належать залежність ефективності алгоритмів від якості навчальних даних, складність адаптації до змінних умов бойових дій, а також ризики помилкової ідентифікації об'єктів. Додаткову загрозу становлять кібернетичні впливи, спрямовані на компрометацію алгоритмів або підміну даних. У зв'язку з цим особливого значення набувають питання надійності, верифікації результатів роботи систем штучного інтелекту та збереження контролю людини над критично важливими рішеннями.

Перспективи розвитку пов'язані з інтеграцією мультисенсорних систем, що поєднують різні типи даних у межах єдиного аналітичного середовища, а також із розвитком ройових технологій, які дозволяють групам безпілотних апаратів діяти кооперативно. Важливим напрямом є впровадження пояснюваного штучного інтелекту, що сприятиме підвищенню довіри до автоматизованих рішень у військовій сфері.

З урахуванням наведеного застосування штучного інтелекту для аналізу зображень з БПЛА формує нову парадигму ведення розвідувальних операцій, що передбачає перехід від накопичення інформації до її інтелектуальної обробки та оперативного використання. Це забезпечує підвищення швидкості

прийняття рішень, точності оцінки бойової обстановки та формування інформаційної переваги, яка є визначальним фактором успіху в сучасних збройних конфліктах.

Конечний М. Д., курсант
Науковий керівник – Площик А. С.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ЕТИЧНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ У СУЧАСНИХ ВІЙНАХ

Безпілотні системи докорінно змінили архітектуру сучасних воєн, ставши головним інструментом впливу на перебіг подій на фронті. Їхнє поширення викликає не лише стратегічні та технічні дискусії, але й глибокі етичні та економічні питання. Розглянемо ці два аспекти більш детально.

Розглянемо етично сторону використання безпілотних апаратів, що надає можливість змінювати саму природу війни.

По-перше, дистанційне керування дронами зменшує ризики для військових операторів, адже вони перебувають далеко від поля бою. Це створює нову моральну дилему: чи не призводить «віддалена війна» до знецінення людського життя противника? Відсутність безпосереднього контакту може знижувати рівень емпатії та відповідальності за прийняті рішення. Солдати сприймаючи війну через екран монітору зазнають менше психологічного подразнення, що є позитивною рисою. Бо надає їм значно більшої стресової витривалості, ніж солдатам, що стикаються з противником на значно ближчих дистанціях.

По-друге, автономні системи, що працюють на основі штучного інтелекту, ставлять питання про межі людського контролю. Якщо дрон самостійно приймає рішення про ураження цілі, хто несе відповідальність за можливі помилки чи жертви серед цивільного населення? Міжнародне право поки що не має чітких норм для регулювання таких випадків, що створює правовий вакуум.

Також важливим є питання доступності технологій. Комерційні дрони можна легко придбати на відкритому ринку, і вони нерідко використовуються у військових цілях. Це піднімає проблему етичної відповідальності виробників та продавців, які фактично постачають інструменти для ведення війни. Своєю чергою, перехід до повної автономності вимагає від фахівців не просто вміння керувати апаратом, а фундаментального опанування методів глибокого навчання. Ефективне та етичне використання дронів сьогодні неможливе без глибокого розуміння принципів роботи нейронних мереж, на яких базується штучний інтелект. Якісне виявлення та класифікація об'єктів у складних умовах: при використанні ворогом маскування, хибних цілей чи в умовах поганої видимості потребує від розробників та операторів знань про те, як саме алгоритм сприймає світ. Тільки через розуміння архітектури штучного інтелекту можна мінімізувати ризики помилок, навчити систему чітко розрізняти військову техніку від цивільних об'єктів і забезпечити високу точність розпізнавання, яка є критичною для сучасного поля бою. Таким чином, технологічна грамотність у сфері ІТ стає такою ж важливою зброєю, як і сама апаратна частина безпілотника.

З іншого боку, що стосується економічної точки зору, то безпілотні технології мають значні переваги. Вартість виробництва та експлуатації дронів набагато нижча, ніж традиційних бойових літаків чи бронетехніки. Це робить їх доступними навіть для країн із обмеженим військовим бюджетом. Масове виробництво та використання дронів дозволяє арміям вести бойові дії більш ефективно та з меншими витратами.

Окрім того, дрони забезпечують високу точність ударів, що зменшує витрати на боєприпаси та знижує ризик руйнування інфраструктури, яка може бути важливою для післявоєнного відновлення. Таким чином, економія проявляється не лише у виробництві, але й у зменшенні довгострокових збитків.

Втім, існує й інший бік економічного питання. Масове застосування безпілотників стимулює гонку озброєнь у сфері антидронових технологій. Країни змушені витрачати значні ресурси на розробку систем радіоелектронної боротьби, лазерної зброї чи спеціальних засобів перехоплення. Це створює новий виток витрат, який може нівелювати початкову економію.

В загальному, безпілотні технології є двосічним мечем: вони відкривають нові можливості для економії ресурсів та збереження життя військових, але водночас породжують складні етичні дилеми та нові витрати у сфері протидії. З точки зору етики, головним викликом є збереження людської відповідальності

за рішення, прийняті машинами. З точки зору економії – баланс між дешевизною виробництва та витратами на захист від нових загроз. Саме тому майбутнє безпілотних технологій залежить від того, наскільки суспільство зможе поєднати прагматичні економічні вигоди з моральними принципами та міжнародними правовими нормами.

Krasnozhon A. V., cadet
Scientific supervisor – Romanenko I. O.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force Univercity

USING UAVs WITH THE PURPOSE OF PROTECTING THE POSITION OF THE RADIO LOCATION STATION AGAINST RECONNAISSANCE AND STRIKE UAVs OF THE ENEMY

Radar stations are the enemy's priority targets, as their destruction limits the ability of our troops to detect aerial targets. The enemy actively uses reconnaissance and strike UAVs, capable of quickly detecting radar positions and delivering accurate strikes, so passive defense measures alone are no longer effective.

Radar units provide reconnaissance of the airspace and transmission of target coordinates. Constant aerial reconnaissance of the enemy forces the radar to be moved frequently, which reduces the coverage area and increases the risk of damage.

The increase in the number of enemy UAVs increases the threat of destruction of stations and personnel, therefore, their active physical destruction is necessary.

The main means of combating UAVs:

- air defense;
- small arms;
- own BpAK.

Modes of operation of interceptor drones:

- ram;
- use of a shotgun;
- undermining the target;
- resetting the grid.

The enemy widely uses high-quality reconnaissance drones (Orlan-10, Lancet, SuperCam), which increases the threat to radar positions.

Стечишин С. В., курсант
Науковий керівник – Площик А. С.
Національна академія Державної прикордонної служби
імені Богдана Хмельницького

РОЛЬ БЕЗПІЛОТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СУЧАСНІЙ ВІЙНІ

Сучасна війна значною мірою відрізняється від конфліктів минулих століть. Стрімкий розвиток технологій та автоматизація військової техніки призвели до появи нових засобів ведення бойових дій. Одним із ключових інноваційних елементів сучасного поля бою є безпілотні технології. Безпілотні літальні апарати (БПЛА), наземні та морські безпілотні системи активно використовуються для розвідки, спостереження, коригування вогню та виконання ударних місій. Вони відіграють важливу роль у сучасних бойових операціях, змінюючи тактику ведення бою та підвищуючи ефективність дій військових.

Серед основних функцій безпілотних технологій варто виділити розвідку та спостереження. БПЛА швидко отримують інформацію про позиції противника, переміщення військової техніки, укріплення та інші важливі об'єкти. Завдяки камерам високої роздільної здатності, тепловізорам та іншим сенсорам вони працюють і вдень, і вночі, передаючи дані у режимі реального часу. Це дозволяє командиру оперативно приймати рішення та коригувати дії підрозділів у бою.

Ще однією важливою функцією безпілотників є коригування артилерійського вогню. Точне визначення координат цілей дозволяє значно підвищити ефективність артилерії та оптимізувати витрати боєприпасів. Оператори спостерігають результати обстрілу у режимі реального часу та можуть миттєво коригувати його, що, своєю чергою, забезпечує точніше ураження цілей.

Крім розвідувальних функцій, безпілотні технології активно застосовуються як ударні системи. Вони можуть знищувати техніку, укріплення та живу силу противника без прямої участі пілота, що значно знижує ризик втрат серед військових і дозволяє виконувати складні бойові завдання на великій відстані. Особливу роль відіграють баражуючі боєприпаси та дрони-камікадзе, які самостійно знаходять ціль і вражають її, підвищуючи точність та ефективність удару.

Важливим аспектом безпілотних технологій є їх відносно невисока вартість порівняно з традиційною військовою технікою. У багатьох випадках дешевий дрон може ефективно знищити дорогий танк або інший стратегічний об'єкт. Це позитивно впливає на економіку війни та робить технології доступними навіть для менших армій.

Водночас застосування безпілотних систем має свої виклики. Серед них – проблеми радіоелектронної боротьби, можливість перехоплення сигналу управління та кіберзагрози. Масове використання дронів потребує нових підходів до організації протиповітряної оборони та створення спеціальних засобів боротьби з ними. У відповідь на ці виклики розробляються технології захисту каналів зв'язку, удосконалюються системи шифрування та автономного керування безпілотниками. Паралельно створюються засоби протидії дронам – від систем радіоелектронного придушення до комплексів виявлення і перехоплення. Це показує, що розвиток безпілотних технологій супроводжується не лише розширенням їх можливостей, а й постійним пошуком ефективних способів протидії та захисту від нових загроз.

Безпілотні технології сьогодні є одним із чинників, що суттєво змінюють характер сучасної війни. Вони дозволяють швидко отримувати розвідувальну інформацію, підвищують точність ураження цілей і водночас зменшують ризик для військових. Уже зараз дрони активно впливають на тактику ведення бою та організацію військових операцій. З огляду на швидкий розвиток штучного інтелекту, автономних систем і сучасних сенсорних технологій їх значення надалі лише зростатиме. Розвиток і вдосконалення безпілотних технологій залишається важливим напрямом для сучасних збройних сил і суттєво впливатиме на характер майбутніх воєнних конфліктів.

Sapyha O. D., cadet
Scientific supervisor – Zykov V. G.
Korolyov Zhytomyr Military Institute

THE ROLE OF UNMANNED TECHNOLOGIES IN MODERN WAR

Unmanned systems in modern war placing the most important role in assaulting the enemy on the whole frontline. During russian-ukrainian war, they confirmed their effectiveness, by destroying all types of vehicles, troops, boats and deepstrike drones of russian federation and also hitting strategic objects of the enemy.

Strike, recon drones and unmanned ground vehicle in russian-ukrainian war playing a role of the most important role because of wide spectrum of use, from tactical to operative levels.

Tactical level drones, that divided on recon copter type (Mavic, Autel) – an integral part in units, that are using at all combat field to share live streams of actions directly to headquarters. If we are going to talk about recon drones, plane type in particular, that are using for different levels of depth of the frontline, their main task is: detection of enemy positions, artillery adjustment, rocket and aviation strikes, production factories of weapon and military vehicles, management of ground troops. Interesting to admit, that in zone close to frontline it is more common to use less expensive drones to have an ability replenish them regularly. An important role recon-strike complexes where wing leads as range extender for loitering munition and crew is able to decent and hit targets in operative depth by themselves. Strike and recon drones evolving rapidly from 2022 till present days. Their development is the most significant in todays realities. It born in the beginning phases from analogue video transmission to todays drones on fiber optic that can't be suppressed by electronic warfare and also can't be detected. Today they are way more functional: thermal cameras are placed on them, autopilot systems and artificial intelligence that automatically capturing and destroying targets. That industry in particular of drones are progressing every day, setting the pace to development for electronic warfare. Also, bomber drones are existing that mainly using for area mining and dropping small missiles directly on enemy and their vehicles. The main models of strike drones that can be used more than once are: Heavy Shot, Perun, Vampire. Nemesis. They can operate with a support of StarLink, that allows to fly under conditions of electronic warfare and suppressed navigation, but with limitation, only on occupied territories, because when aircraft gets on russian territory – internet gets off immediately. Middle/Deep Strike – one of the drone types that specialize on striking targets behind the enemy lines more then 1000 kilometers. They can replace expensive rockets working autonomically or as a swarm. Also, today are very popular drones-interceptors as an element of anti-air defence, that way more effective then mobile fire group in destroying Shaheds and other enemy unmanned aerial vehicles and comparing them, mobile fire groups currently within the statistical error margin. The most productive aircrafts are: "Merops", "Sting", "Vb-140 Блискавка" and "Wovkulaka Spitfire".

Individual attention, especially since 2025, placing unmanned ground vehicles, the most used from them – logistics for delivering food, ammo, etc to positions. Having unmanned ground vehicles, counting that entering end exiting from position – the most dangerous moment, this could be done planned. For example, in one way deliver foodstuffs, in other way evacuate injured soldier. From combat – ground systems are using for mining, «kamikadze», and unmanned ground vehicles that are using for defensive actions and also for defusing mines or drones that are prepared by the sides of the road in ambush.

If we talk about unmanned maritime systems, the main models are: “Sea baby” and “Magura V5”, they had already recommended themselves by destroying a big part of russian fleet.

Modern war determines new rules – creating separate network Unmanned Systems Forces that includes tactical, operative and strategic unmanned systems that allows to do recon actions, command and support ground forces, deal damage to enemy’s vehicles and infrastructure and also provide logistic unit needs on the frontline. These days, modern unmanned systems playing fundamental role in conducting a war. They combining in themselves tactical advantage, in the case of FPV strike drones, and strategical advantage above the enemy by destroying various targets starting from a soldier or tank and ending with oil factory.

Бурчак М. А., курсант, Дем'янчук А. О., курсант
Науковий керівник – Райковський О. В.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ЧИННИК ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІЙ ПІДРОЗДІЛІВ НА СУЧАСНОМУ ПОЛІ БОЮ

Сучасне поле бою варто характеризувати досить високою швидкістю змін та необхідністю миттєвої адаптації командирів до нових незвичних умов. В умовах саме таких операцій дуже важливо мати прямий доступ до оперативної інформації що надходить з різних джерел та вміти швидко її опрацьовувати . Використання інтегрованих мережевих рішень, цифрових платформ управління та дронів розвідувального типу дозволяє підрозділам ефективно координувати усі свої дії та швидко приймати обдумані рішення в реальному часі, що є дуже важливим в сучасних реаліях.

Навіть після впровадження сучасних ІТ-рішень у військовій справі, ще досі часто є актуальною потреба у комплексній інтеграції різнорідних потоків даних для оперативного управління підрозділами. Основною проблематикою є своєчасне отримання надійної та перевіреної інформації під час швидких змін бойової обстановки. Варто зазначити, що важливим елементом є поєднання даних з розвідувальних сенсорів, супутникових систем, дронів та цифрових карт у єдину платформу управління. Для значного прискорення обміну інформацією та забезпечення координації дій підрозділів варто впроваджувати та використовувати автоматизовані системи командування та сучасні засоби зв'язку з низькою затримкою.

Аналіз показав, що застосування передових інформаційних технологій дозволяє підвищити оперативну адаптивність підрозділів і швидкість реагування на зміни ситуації на полі бою. Формування єдиного інформаційного середовища шляхом інтеграції розвідувальних даних, каналів комунікації та аналітичних платформ забезпечує значно точне планування та координацію дій. Отримані результати можуть використовуватися для оптимізації систем управління, підготовки військових фахівців і планування тактичних операцій з урахуванням сучасних технологічних можливостей.

Алєксєєва О. О., курсант
Науковий керівник – Ваврічен О. А.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ДО ЗАХИСТУ РАДІОКАНАЛІВ ЗВ'ЯЗКУ ВІД ПЕРЕХОПЛЕННЯ ТА ПОДАВЛЕННЯ

У сучасних умовах розвитку інформаційних технологій та ведення бойових дій особливого значення набуває забезпечення надійного й захищеного зв'язку. Радіоканали широко використовуються у військових системах управління завдяки своїй мобільності, швидкості розгортання та можливості передавати інформацію на значні відстані. Проте відкритий характер радіоефіру робить такі канали вразливими до впливу противника, зокрема до перехоплення інформації та активного радіоелектронного подавлення, що створює загрозу

порушення управління підрозділами. Тому важливим завданням є застосування комплексного підходу до захисту радіоканалів зв'язку. Радіоканал зв'язку являє собою сукупність технічних засобів, що забезпечують передачу інформації за допомогою електромагнітних хвиль між передавальними та приймальними пристроями. У процесі передачі інформація перетворюється на електричний сигнал, який після модуляції передається у радіоефір у вигляді радіохвиль, а на приймальній стороні сигнал проходить демодуляцію та декодування, після чого відновлюється початкове повідомлення. Ефективність роботи радіоканалу залежить від характеристик обладнання, параметрів антенно-фідерних систем, умов поширення радіохвиль і рівня електромагнітних завад. Однією з основних загроз для радіоканалів є перехоплення переданої інформації. Засоби радіоелектронної розвідки противника здатні здійснювати прийом сигналів у широкому діапазоні частот і аналізувати їх параметри. Сучасні системи радіоперехоплення використовують високочутливі приймачі та технології цифрової обробки сигналів, що дозволяє виявляти навіть слабкі сигнали та визначати структуру і режими роботи систем зв'язку. Отримана таким чином інформація може використовуватися противником для подальшого впливу на систему зв'язку або для планування радіоелектронних атак. Окрім пасивного перехоплення, противник може здійснювати активний вплив на радіоканали шляхом створення радіоперешкод. Засоби радіоелектронної боротьби генерують сигнали, що маскують або спотворюють корисний сигнал, унаслідок чого погіршується якість зв'язку, втрачається частина інформації або навіть припиняється передача даних. Для забезпечення стійкого функціонування систем зв'язку в умовах протидії противника необхідно застосовувати комплексний підхід до їх захисту, який передбачає використання технічних, програмних та організаційних заходів. Одним із важливих напрямів є застосування криптографічних методів захисту інформації, що забезпечують конфіденційність переданих даних навіть у разі їх перехоплення, а сучасні алгоритми шифрування та системи управління ключами значно ускладнюють можливість розкриття змісту повідомлень. Важливу роль також відіграє використання технологій розширення спектра сигналу та перебудови робочої частоти, коли передавач і приймач синхронно змінюють частоту за певним алгоритмом, що ускладнює виявлення сигналу та знижує ефективність постановки перешкод. Підвищенню стійкості радіозв'язку сприяє використання

методів завадостійкого кодування та цифрової обробки сигналів, які дозволяють виявляти й виправляти помилки, що виникають під час передачі інформації у зашумленому середовищі. Важливими складовими захисту є також організаційні заходи, зокрема планування використання радіочастотного спектра, обмеження тривалості передачі сигналів, використання резервних каналів зв'язку, контроль радіоелектронної обстановки та дотримання режимів радіомовчання. Маскування джерел випромінювання і правильна організація роботи засобів зв'язку зменшують імовірність їх виявлення противником. Додаткове підвищення захищеності радіоканалів забезпечується впровадженням сучасних цифрових технологій зв'язку, зокрема багато-канальних систем передачі інформації, адаптивних протоколів обміну даними та методів просторового рознесення сигналів, що дозволяє підвищити пропускну здатність каналів і надійність передачі інформації. Отже, ефективний захист радіоканалів зв'язку від перехоплення та радіоелектронного подавлення можливий лише за умови комплексного підходу, який поєднує сучасні технічні рішення, програмні засоби та організаційні заходи і забезпечує стійкість систем зв'язку та ефективне функціонування управління в умовах протидії противника.

Волощук Т. Ю., курсант
Науковий керівник – Площик А. С.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА ПОЛІ БОЮ

В умовах сьогодення війна перейшла на новий рівень – рівень новітніх технологій. Вся інформація знаходиться у електронних базах даних, все більше людської роботи замінюють роботи, такі як наземні роботизовані комплекси (НРК), безпілотні літальні апарати (БпЛА). Це значно полегшує роботу військовим, а також допомагає зберегти життя. НРК на цьому етапі розвитку можуть виконувати небезпечні завдання, такі як евакуація поранених, розмінування шляхів, доставлення боєприпасів, він замінює особовий склад у небезпечній для життя роботі. БпЛА відіграють дуже важливу роль у сучасній війні, адже вони є очима на полі бою. Вони розвідують обстановку на полі бою,

знищують ворожі цілі, приводять в оману противника. З їхнім приходом вже не актуальні старі стратегії, тактика і великі батальйони, тепер ефективніше виконувати завдання малими групами з урахуванням того, що очі скрізь, і навіть вночі не сховатися, оскільки є тепловізори.

Варто розглянути розвиток інформаційних технологій та їх впровадження у воєнні дії, та їх вплив на хід війни.

Цифрові очі війни - супутники ICEYE та Starlink. Супутникові знімки з ICEYE дають змогу робити знімки з космосу, що вже допомогло знищити тисячі ворожих об'єктів, а надані збитки нараховують мільйони. Тепер війна прозора, вже неефективно використовувати великі батальйони, розбивати позиції у відкритих місцевостях, адже це стає легкими мішенями.

Безпілотні літальні апарати є більш приземлені технології, які мають багато типів і модифікацій. Від малих мультироторних дронів до великих БпЛА літакового типу. Найпримітивніші з них можуть збиратися одразу на позиціях і мають невелику собівартість, але відпрацьовують на всі 100%.

Застосування тепловізійних системи дає можливість працювати військовим, навіть уночі і тепер це робиться не наосліп. З приходом цих технологій, виконання завдань вночі стає набагато легше, а також легше помітити просування ворога у темний час доби.

Сьогодні вже не є фантастичним те, що робот замінює людину у багатьох сферах життя. Комп'ютерні технології, в які закладені програмні забезпечення виконують завдання по розпізнаванню цілей, у тих самих БпЛА систему можна налаштувати, щоб було повідомлення, коли він щось помітить і окрім цього він же може детально ідентифікувати об'єкт. До того ж, штучний інтелект може прогнозувати майбутні дії противника з тієї інформації, яку він отримав. Це не дає гарантії, що він не помиляється, але дозволяє подумати у тому руслі і запобігти помилці.

В загальному, у цій війні перевагу буде мати, той хто готовий розвиватися у сфері ІТ-технологій. Тепер перевага у кількості особового складу, техніки не має такого значення, як впровадження технологій, які можуть замінити сотні людей в одній програмі. Лише треба навчати спеціалістів, щоб розвивати ці технології і надалі.

Герус О. І., слухач
Науковий керівник – Прокопович В. Д.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

РОЗРОБКА СПРЯМОВАНОЇ АНТЕНИ ДЛЯ БАГАТОДІАПАЗОННОЇ ПОРТАТИВНОЇ РАДІОСТАНЦІЇ RF-7850M-HH

Досвід ведення Російсько-Української війни доводить, що стабільний зв’язок є критично важливим елементом в управлінні підрозділами під час виконання завдань. Основою системи управління є система радіозв’язку від ефективності якої безпосередньо залежить оперативність та стійкість управління підрозділами. Портативні радіостанції широко застосовуються для оперативної передачі інформації, однак їх ефективність значною мірою залежить від характеристик антен.

У складних умовах, коли наявні засоби зв’язку не можуть забезпечити необхідну дальність зв’язку, зокрема в міській забудові або пересічній місцевості постає питання пошуку нових шляхів вирішення цих проблем.

Особливу увагу привертає радіостанція Harris RF-7850M-HH, яка належить до класу програмно-визначених радіостанцій (SDR). Вона підтримує роботу в широкому частотному діапазоні та забезпечує гнучкість у налаштуванні режимів зв’язку. Проаналізувавши можливі варіанти збільшення дальності зв’язку, такі як: збільшення потужності сигналу, використання ретрансляторів, збільшення висоти підйому антенно-фідерних систем та використання направлених антен. Через конструктивні особливості, при використанні портативної радіостанції Harris RF-7850M-HH збільшення потужності передачі має обмеження, використання ретрансляторів не завжди можливе в силу несприятливим умовам місцевості, а підйом штатних антен не передбачено конструктивними можливостями. В результаті аналізу основним напрямком подальших досліджень було обрано розробку спрямованої антени.

Серед можливих типів антен особливу увагу заслуговують логоперіодичні дипольні антени. Вони характеризуються широкосмуговістю, стабільними параметрами узгодження, прийнятними показниками підсилення та відносно простими конструктивними рішеннями. Такі антени забезпечують стабільний коефіцієнт підсилення та достатньо широку діаграму спрямованості, що робить їх оптимальним для використання в різних умовах.

Таким чином, застосування спрямованих антен є ефективним способом підвищення якості радіозв'язку у складних умовах. Вони дозволяють збільшити дальність передачі сигналу, покращити завадостійкість та забезпечити більш надійний зв'язок у районах проведення активних дій, використання логоперіодичних антен є альтернативним рішенням для портативних багатодіапазонних радіостанцій, які працюють на віддалені від ретрансляторів через тактичну обстановку.

Гусляков А. М., курсант
Науковий керівник – Сінько В. В., Ph.D.
Військовий інститут телекомунікації та інформатизації
імені Героїв Крут

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ КОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ ВІЙСЬКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ

Сучасний стан ведення бойових дій характеризується тотальною цифровізацією та критичною залежністю підрозділів від оперативності обміну інформацією. Інформаційні технології на полі бою сьогодні представлені розгалуженими системами ситуаційної обізнаності, комплексами управління вогнем та стрімінговими сервісами з БпЛА. Проте стабільна робота цих ІТ-рішень безпосередньо залежить від стійкості каналів зв'язку до засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ) противника. Навмисні завади можуть не лише знизити швидкість передачі даних, а й повністю паралізувати управління підрозділами, що робить аналіз методів забезпечення завадостійкості стратегічно важливим завданням.

Основним викликом для військових комунікацій є активна протидія в електромагнітному спектрі. Для нівелювання впливу завад у сучасних системах зв'язку застосовується низка технологічних рішень. По-перше, це метод псевдовипадкового переналаштування робочої частоти (ППРЧ). Суть методу полягає у швидкій зміні несучої частоти за алгоритмом, який відомий лише легітимним вузлам мережі. Це змушує засоби РЕБ супротивника розпорошувати енергію завади на широкий діапазон, що значно знижує їхню ефективність. По-друге, використання систем із прямим розширенням спектра

(DSSS) дозволяє зробити сигнал малопомітним для засобів радіотехнічної розвідки. Такий сигнал за своїми характеристиками наближається до білого шуму, що ускладнює його виявлення та подальше придушення. Окрім фізичного рівня, важливу роль відіграє завадостійке кодування. Впровадження надлишковості у цифрові потоки даних дозволяє алгоритмам на стороні приймача самостійно виправляти помилки, що виникли внаслідок короткочасних сплесків завад, без необхідності повторної передачі пакетів.

Окрему увагу варто приділити інтеграції сучасних інформаційних технологій безпосередньо у логіку роботи радіостанцій. Технологія програмно-визначеного радіо (SDR) дозволяє гнучко адаптувати параметри сигналу під конкретну завадову обстановку без зміни апаратного забезпечення. Когнітивні системи зв’язку, що використовують елементи штучного інтелекту, здатні в реальному часі аналізувати спектр, ідентифікувати тип завади та автоматично обирати найбільш захищений режим роботи. Це особливо важливо для забезпечення функціонування «цифрового поля бою», де стабільність IP-з’єднання є фундаментом для роботи месенджерів, мап та систем цілевказання.

Додатковим фактором підвищення живучості є побудова децентралізованих Mesh-мереж. У таких мережах кожен термінал (рація чи модем) виступає в ролі ретранслятора. Якщо один вузол подавлений завадою, система автоматично перебудовує маршрут доставки інформації через інші вузли, що знаходяться поза зоною дії РЕБ.

Таким чином, забезпечення завадостійкості військового зв’язку є комплексним процесом, що поєднує класичні радіотехнічні методи та новітні інформаційні технології. Ефективне протистояння в електромагнітному спектрі досягається лише за умови динамічного поєднання ППРЧ, адаптивного кодування та інтелектуального управління ресурсами мережі. Подальший розвиток систем зв’язку має бути спрямований на автоматизацію процесів виявлення завад та впровадження протоколів самовідновлення мереж, що стане ключовою перевагою в умовах високотехнологічних конфліктів майбутнього.

Степанець К. В., студент
Науковий керівник – Чіпуріна Г. М.
Національна академія Служби безпеки України

ДЕЗІНФОРМАЦІЯ ЯК ЗАГРОЗА ІНФОРМАЦІЙНІЙ БЕЗПЕЦІ ДЕРЖАВИ: МЕХАНІЗМИ ПОШИРЕННЯ ТА ПРОТИДІЇ СЕРЕД ОСОБОВОГО СКЛАДУ В ЗОНІ БОЙОВИХ ДІЙ

Сучасні збройні конфлікти супроводжуються інтенсивним інформаційним протиборством. Інформаційний простір стає середовищем, у якому формуються уявлення військовослужбовців про події, оцінюється обстановка та приймаються рішення. У таких умовах дезінформація використовується як інструмент впливу на морально-психологічний стан особового складу, рівень довіри до командування та здатність підрозділів ефективно виконувати бойові завдання.

Дезінформацію доцільно розглядати як цілеспрямоване поширення неправдивих або маніпулятивно викривлених повідомлень, метою яких є формування хибних уявлень про реальну ситуацію. На відміну від звичайних помилкових повідомлень, вона створюється свідомо, планується та інтегрується у ширші інформаційно-психологічні операції противника. У контексті інформаційної безпеки держави такі дії спрямовані на дестабілізацію управління військами, деморалізацію особового складу та порушення координації між підрозділами.

У зоні бойових дій поширення дезінформації відбувається через поєднання кількох каналів. Найбільш очевидним є використання соціальних мереж і месенджерів, де інформація поширюється швидко та часто без перевірки джерел. Повідомлення можуть маскуватися під «інсайдерські дані», «термінові попередження» або «витоки» від військових структур. Інший механізм пов’язаний із перехопленням або імітацією комунікацій — наприклад, створенням фальшивих каналів чи чатів, що нібито належать підрозділам або офіційним структурам. Такі методи дозволяють противнику вводити у інформаційний обіг повідомлення про неіснуючі втрати, відступи чи зміну наказів.

Практика російсько-української війни показує, що значна частина дезінформаційних повідомлень будується на поєднанні правдивих фактів із

викривленими деталями. Наприклад, після реальних ракетних ударів або бойових зіткнень у мережі можуть з'являтися повідомлення про нібито «повне знищення» підрозділу, «зраду командування» або «масову здачу в полон». Такі повідомлення розраховані не лише на цивільну аудиторію, а й на військовослужбовців, які перебувають у стані інформаційного дефіциту та психологічної напруги.

Особливу роль у поширенні дезінформації відіграє ефект довіри всередині малих соціальних груп. Інформація, отримана від знайомого військовослужбовця або з неформального чату підрозділу, сприймається як більш достовірна, навіть якщо вона не підтверджена офіційними джерелами. Противник активно використовує цей механізм, намагаючись запускати неправдиві повідомлення через фальшиві акаунти, які імітують учасників бойових підрозділів.

Ефективна протидія таким загрозам потребує системного підходу. По-перше, важливим є формування у військовослужбовців навичок критичного аналізу інформації. Йдеться не лише про базову медіаграмотність, а про розуміння типових схем інформаційно-психологічних операцій: використання емоційно забарвлених повідомлень, маніпуляції статистикою втрат, поширення чуток про «таємні домовленості» чи «неминучий відступ». По-друге, ефективною є система швидкого офіційного інформування особового складу. Коли підрозділи оперативно отримують перевірені дані від командування, простір для чуток і маніпуляцій істотно зменшується.

Окремим напрямом є робота підрозділів інформаційної безпеки та військової контррозвідки, які здійснюють моніторинг інформаційного простору та виявляють джерела дезінформації. Така діяльність дозволяє не лише нейтралізувати окремі інформаційні атаки, але й аналізувати їх структуру, методи та цільові аудиторії.

Отже, дезінформація у зоні бойових дій виступає інструментом непрямого впливу на боєздатність військ. Її ефективність значною мірою залежить від рівня інформаційної культури особового складу та здатності військових структур швидко реагувати на інформаційні загрози. Посилення системи інформаційної безпеки, розвиток навичок критичного сприйняття інформації та налагодження ефективної комунікації між командуванням і підрозділами є ключовими умовами протидії дезінформаційним впливам у сучасному конфлікті.

Штефан С. М., студент
Науковий керівник – Чіпуріна Г. М.
Національна академія Служби безпеки України

КІБЕРПРОСТІР ЯК НОВИЙ ДОМЕН БОЙОВИХ ДІЙ: РОЛЬ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СУЧАСНИХ КОНФЛІКТАХ

Кіберпростір у сучасних умовах трансформувався в окремий домен ведення бойових дій поряд із традиційними середовищами, такими як суходіл, море, повітря та космос. Його формування зумовлене стрімким розвитком інформаційних технологій, цифровізацією державного управління, економіки та військової сфери. Під кіберпростором доцільно розуміти сукупність інформаційно-комунікаційних систем, цифрових мереж, програмного забезпечення та інфраструктури обробки даних, які забезпечують функціонування сучасного суспільства і водночас можуть виступати об’єктом і засобом протиборства. Специфіка цього домену полягає у відсутності чітких територіальних меж, високій швидкості реалізації операцій, складності встановлення джерела атак та можливості досягнення значного ефекту за рахунок обмежених ресурсів, що формує асиметричний характер протистояння та розширює коло суб’єктів, включаючи недержавних акторів.

Інформаційні технології відіграють ключову роль у забезпеченні функціонування кіберпростору як середовища бойових дій, виконуючи як підтримуючі, так і наступальні функції. З одного боку, вони забезпечують управління військами, обробку розвідувальної інформації, координацію дій та формування ситуаційної обізнаності в режимі реального часу. З іншого боку, інформаційні системи стають інструментом здійснення кібероперацій, спрямованих на порушення роботи критичної інфраструктури, втручання у функціонування державних інституцій, отримання доступу до конфіденційних даних та дестабілізацію інформаційного середовища. Застосування цифрових технологій дозволяє впливати не лише на технічні системи, але й на соціально-політичні процеси через поширення маніпулятивної інформації, що поєднує кібернетичний та інформаційно-психологічний вплив у межах єдиного операційного підходу.

Сучасне кіберпротиборство реалізується за допомогою широкого спектра інструментів, серед яких важливе місце займає шкідливе програмне забезпечення, призначене для несанкціонованого доступу, модифікації або

знищення даних, а також блокування роботи інформаційних систем. Поширеними є фішингові атаки, що базуються на використанні методів соціальної інженерії та спрямовані на отримання облікових даних користувачів. Значного поширення набули атаки типу відмови в обслуговуванні, які дозволяють виводити з ладу онлайн-сервіси та інформаційні ресурси шляхом їх перевантаження. Окрему роль відіграє експлуатація вразливостей програмного забезпечення, що забезпечує прихований доступ до систем і створює умови для подальших атак. У сучасних умовах спостерігається зростання ролі технологій штучного інтелекту, які застосовуються для автоматизації кібероперацій, аналізу великих обсягів даних та створення синтетичного контенту, що ускладнює процес виявлення загроз і підвищує їх ефективність.

Кіберпростір тісно інтегрується у структуру гібридних конфліктів, де поєднуються військові, інформаційні та кібернетичні засоби впливу. У межах такого підходу кібероперації можуть супроводжуватися інформаційними кампаніями, що підсилюють їхній ефект шляхом формування відповідного інформаційного фону. Наприклад, втручання в роботу інформаційних систем може супроводжуватися поширенням дезінформації або викрадених даних, що створює додатковий психологічний та політичний тиск. Таким чином, кіберпростір виступає не ізольованим середовищем, а елементом комплексного впливу, спрямованого на досягнення стратегічних цілей без необхідності прямого фізичного зіткнення.

Застосування інформаційних технологій у кіберпросторі спрямоване на досягнення низки цілей, серед яких дестабілізація функціонування державних інституцій, порушення роботи критичної інфраструктури, зниження рівня довіри до органів влади, отримання розвідувальної інформації та формування сприятливого інформаційного середовища. Важливою особливістю є те, що реалізація цих цілей часто відбувається без відкритого застосування сили, що ускладнює своєчасне реагування та формує нові виклики у сфері безпеки. Зростаюча залежність суспільства від цифрових технологій підвищує вразливість до кіберзагроз, що визначає необхідність подальшого розвитку механізмів захисту інформаційних систем та адаптації безпекових стратегій до умов цифрової епохи.

Калінін Є. В., слухач
Науковий керівник – Болобан С. І., канд. техн. наук, ст. наук. співроб.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

МЕТОДИКА ПОБУДОВИ ЦИФРОВОЇ МОДЕЛІ МІСЦЕВОСТІ ЗА ДАНИМИ РАДІОЛОКАЦІЙНОГО КОСМІЧНОГО ЗНІМАННЯ

У сучасних умовах застосування військ та планування операцій особливого значення набуває наявність достовірної просторової інформації про місцевість. Одним із ключових елементів такої інформації є цифрові моделі місцевості (ЦММ), які використовуються для аналізу рельєфу, прохідності та інших характеристик території. В цьому аспекті актуальним питанням є ефективне застосування даних космічних радіолокаційних систем дистанційного зондування Землі, здатних здійснювати знімання незалежно від метеорологічних умов і часу доби. Сучасні угруповання космічний апаратів радіолокаційного знімання, такі як Umbra, Capella та ICEYE, забезпечують отримання даних із високою просторовою розрізненістю. Але, питання комплексного використання таких даних для побудови ЦММ досліджено недостатньо та потребує розробки автоматизованих методик формування ЦММ за радіолокаційним даними.

Теоретичні засади побудови цифрової моделі місцевості базуються на інтерферометричній обробці двох і більше радіолокаційних знімків, отриманих із різних положень космічного апарата. В основі способу лежить операція визначення фазової різниці сигналів, яка відображає зміну відстані до елементів земної поверхні та, відповідно, її висотні характеристики. Точність побудованої моделі суттєво залежить від ряду факторів, серед яких визначальними є геометричні параметри знімання, рівень когерентності сигналу, вплив атмосферних спотворень та складність обробки фазової інформації. Додатково на точність ЦММ впливають накопичення похибок на різних етапах інтерферометричної обробки, що ускладнює отримання достовірної висотної інформації, особливо в умовах складного рельєфу та використання високочастотних радіолокаційних систем. Крім цього, важливою задачею удосконалення підходів та процесів отримання ЦММ є їх автоматизація.

У роботі запропоновано автоматизовану методику для побудови ЦММ на основі інтерферометричної обробки радіолокаційних даних, що включає

попередню обробку знімків, формування інтерферограми, фільтрацію, розгортання фази та перетворення її у висотні відмітки з урахуванням геометрії знімання. Методика передбачає врахування ключових джерел похибок і їх мінімізацію, що підвищує точність ЦММ. Отримані результати дослідження методики підтверджують ефективність використання радіолокаційних даних для формування ЦММ та необхідність їх інтеграції у геоінформаційні системи для вирішення задач військово-топографічного забезпечення.

Гриців К. С., слухач
Науковий керівник – Болобан С. І., канд. техн. наук, ст. наук. співроб.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

МЕТОДИКА ПОБУДОВИ ЦИФРОВОЇ МОДЕЛІ МІСЦЕВОСТІ ЗА ДАНИМИ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННОГО КОСМІЧНОГО ЗНІМАННЯ

У сучасних умовах розвитку геоінформаційних технологій і систем дистанційного зондування Землі особливого значення набуває задача створення цифрових моделей місцевості (ЦММ) як основи для аналізу земної поверхні та вирішення прикладних задач. ЦММ широко використовуються у сферах картографування, планування територій, інженерних робіт, тривимірної візуалізації, організації та ведення бойових дій тощо. Одним із ключових джерел вихідних даних для побудови ЦММ є дані оптико-електронного космічного знімання, які забезпечують високе просторове розрізнення і деталізацію об’єктів. Використання сучасних супутникових знімків у поєднанні з геоінформаційними технологіями та засобами 3D-моделювання відкриває нові можливості для формування точних і наочних моделей місцевості. Результатом проведеного дослідження є обґрунтована та розроблена методика побудови високоточних цифрових моделей місцевості.

Проблематика дослідження полягає у необхідності підвищення точності та рівня автоматизації процесів побудови ЦММ за даними оптико-електронного космічного знімання. Незважаючи на наявність значної кількості джерел геопросторових даних і програмних засобів, таких як SASPlanet, ArcGIS, Blender тощо, відсутня чітка та уніфікована методика їх комплексного використання для побудови ЦММ. Факторами, що мають бути враховані при створенні ЦММ є вплив геометричних параметрів знімання, радіометричні та геометричні спотворення

зображень, неоднорідність освітлення земної поверхні, а також особливості інтеграції різних форматів даних і забезпечення потрібної точності ЦММ.

Методика побудови ЦММ розроблена на основі комплексного аналізу сучасних підходів та теоретичних основ формування ЦММ, а також дослідження можливостей сучасних програмних засобів щодо її побудови. Сформована методика базується на інтеграції геопросторових даних у середовище спеціальних програмних засобів, що дозволяє автоматизувати процес обробки знімків та підвищити точність моделі. У роботі апробовано розроблену автоматизовану методику генерації високоточної моделі на прикладі гірської місцевості. Отримані результати підтверджують ефективність запропонованого підходу, його практичну придатність для створення якісних моделей місцевості та можливість мінімізації похибок.

Новацька М. І., курсант
Науковий керівник – Площик А. С.
Національна академія Державної прикордонної служби
імені Богдана Хмельницького

ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ НА ПОЛІ БОЮ

Розвиток інформаційних технологій значно впливає на характер сучасних військових конфліктів. Традиційний спосіб ведення бойових дій, що базувалася на діях окремих підрозділів, поступово змінюється мережево-центричним підходом. У таких умовах особливо важливо швидке отримання, аналіз та передача інформації, що дозволить покращити ефективність управління військами та оперативність прийняття рішень.

Інформаційні системи на полі бою – це комплекс технічних і програмних засобів, призначений для збору, обробки, зберігання та передачі даних. Використання таких систем забезпечує побудову повної картини оперативної обстановки та створення умов для ефективної координації дій підрозділів. Наявність актуальної інформації дозволяє командуванню швидко оцінювати ситуацію та визначати оптимальні способи виконання бойових завдань.

Одним із фундаментальних елементів є сенсорні мережі. Вони являють собою розподілену сукупність технічних засобів спостереження, що

здійснюють безперервний моніторинг обстановки. До їх складу входять безпілотні літальні апарати, наземні датчики, радіолокаційні станції, супутникові системи та інші засоби розвідки. Взаємодія цих компонентів забезпечує постійне надходження даних і їх оперативну передачу учасникам бойових дій.

Інтеграція інформації з різних джерел дозволяє значно підвищити точність оцінки ситуації та зменшити ймовірність втрати важливих даних. На відміну від традиційних методів спостереження, багатоджерельний збір інформації дає змогу виявляти потенційні загрози на ранніх етапах та скорочувати час між їх фіксацією і прийняттям відповідних рішень.

Важливим аспектом використання інформаційних систем є також підвищення рівня взаємодії між різними підрозділами та родами військ. Оперативний обмін даними сприяє синхронізації дій, раціональному використанню ресурсів та більш ефективному плануванню операцій. Водночас необхідною умовою функціонування таких систем є забезпечення їхньої стійкості до кіберзагроз та радіоелектронного впливу.

На мою думку, інформаційні системи відіграють важливу роль у сучасному військовому управлінні. Їх застосування дозволяє об’єднати різні засоби розвідки, зв’язку та обробки даних у єдину інформаційну інфраструктуру. Це сприяє збільшеню швидкості прийняття рішень та забезпечує інформаційну перевагу під час виконання бойових завдань.

Червоненко Д. В., курсант
Науковий керівник – Площик А. С.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ АНАЛІЗУ БОЙОВИХ ДІЙ ПІДРОЗДІЛІВ ТАКТИЧНОГО РІВНЯ

Сучасна війна дедалі більше перетворюється на змагання технологій, де вирішальну роль відіграють не стільки кількість живої сили, скільки швидкість обробки даних і ефективність автоматизації. Постійний потік розвідувальної інформації вимагають обробки великих масивів даних у режимі реального часу.

Конфлікти останнього десятиліття показали, що обсяги інформації з поля бою зростають експоненційно, і людина не встигає оцінювати її вручну. Таким чином, інтеграція ШІ у підрозділи тактичного рівня здатна створити своєрідний цифровий щит оборони, що охоплює розвідувальні дані з дронів, супутників і сенсорів, а також аналізує зовнішні умови (погода, місцевість) та розраховує спроможності підрозділів.

Мета цього дослідження – з'ясувати, яким чином штучний інтелект може підвищити ефективність тактичного управління. Зокрема вивчення алгоритмів обробки різнорідних даних (розвідувальної інформації, геопросторових і метеорологічних характеристик, супутникових зображень, тощо) з метою формування цілісного уявлення про бойову обстановку на місцевості. Одночасно передбачається оцінити роль ШІ у прогнозуванні дій противника, оцінюванні потенціалу власних підрозділів і підготовці оптимальних планів. Сучасні дослідження показують, що системи ШІ вже здатні моделювати альтернативні сценарії бойових дій і попередньо оцінювати їх ефективність. Отже, мета полягає в адаптації та перевірці таких алгоритмів у контексті українського тактичного рівня управління, з урахуванням реальних даних про противника і бойові умови.

Завдяки впровадженню ШІ на тактичному рівні можна очікувати підвищення точності оцінки обстановки. Системи автоматичного розпізнавання цілей уміють знаходити та класифікувати ворога за сигналами з датчиків і відеопотоків. Наприклад, цифрова система DELTA, що впроваджена на всіх рівнях Збройних сил України, вже оснащена модулем штучного інтелекту для автоматичного виявлення ворожої техніки в режимі онлайн. За даними Міноборони, DELTA забезпечує координацію ударів по більш ніж 2000 ворожих цілей щодня. Прискорення прийняття рішень, де ШІ-інструменти дозволяють оперативно аналізувати великий обсяг бойових даних і пропонувати командирам варіанти дій. Сучасні системи вже здійснюють автоматичне сортування і візуалізацію розвідданих, формують попередню оцінку можливих планів і навіть проводять симуляції наслідків. У результаті рішення виходять на порядок швидше, що зменшує час від виявлення цілі до удару. Навчальні моделі ШІ можуть будувати декілька варіантів розвитку подій на полі бою і прогнозувати кроки противника. Це дозволяє командирам уникати ризикових стратегій, що можуть призвести до великих втрат. Проект Brave1 Dataroom, який

створює захищене середовище для тренування алгоритмів ШІ на реальних бойових даних, зокрема даних ППО про шахеди. Що дозволяє створювати моделі комп'ютерного зору, які розуміють реальні умови війни. Завдяки таким ініціативам удосконалюються алгоритми виявлення і перехоплення загроз, що безпосередньо підвищує боєздатність та зменшує втрати наших підрозділів.

В загальному варто наголосити, що штучний інтелект є критично важливим елементом сучасного тактичного управління. Українські оборонні проєкти свідчать, що створення централізованих середовищ для роботи зі штучним інтелектом дає змогу скоротити шлях від ідеї до бойового застосування, а також сприяє формуванню гнучкої, технологічної моделі оборонної промисловості. У довгостроковій перспективі це дозволить Україні зберігати технологічну перевагу в умовах війни нового типу, де інформація та швидкість її обробки стають такими ж критичними факторами, як і озброєння.

Кучер А. І., курсант
Науковий керівник – Стрельбіцький М. А., д-р. техн. наук, проф.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

РОЗРОБКА ЗАХИЩЕНОГО ШЛЮЗУ (API) ДЛЯ АВТОМАТИЧНОЇ ВАЛІДАЦІЇ ТА ІНТЕГРАЦІЇ РОЗВІДУВАЛЬНИХ ДАНИХ ІЗ ВІДКРИТИХ ДЖЕРЕЛ (OSINT) У ВІЙСЬКОВІ СИСТЕМИ СИТУАЦІЙНОЇ ОБІЗНАНОСТІ

У контексті сучасних бойових дій та захисту державних кордонів володіння інформацією є ключовим фактором успіху. Сьогодні значна частина критично важливої інформації генерується з відкритих джерел (OSINT): повідомлення від місцевих жителів у месенджерах та соціальних мережах, супутникові знімки та дані радіоперехоплення. Однак передача цих даних із загальнодоступного сегмента Інтернету в закриті військові системи ситуаційної обізнаності (C4ISR) досі значною мірою здійснюється вручну, що критично знижує оперативність реагування.

Пряма інтеграція відкритих мереж у закриті військові контури неможлива через безпрецедентні ризики кібератак, підміни розвідувальних даних та впровадження шкідливого програмного забезпечення. Мета цієї роботи —

розробка архітектури захищеного програмного шлюзу (API), що забезпечить автоматизовану, швидку та криптографічно безпечну передачу розвідувальних даних між недовіреними (публічними) та довіреними (військовими) мережами.

Розроблене рішення ґрунтується на концепції демілітаризованої зони (DMZ) та використовує принципи апаратної та програмної ізоляції. Захищений API-шлюз розгортається на проміжному сервері, який не має прямого доступу до внутрішньої бази даних військової системи.

Для забезпечення максимальної безпеки пропонується архітектура на базі фізичних односпрямованих шлюзів (дата-діодів) або їх програмних аналогів. Це гарантує, що трафік рухається виключно в одному напрямку: від модуля збору OSINT-даних до військової системи, унеможливлюючи витік таємної інформації назовні, навіть у випадку компрометації зовнішнього контуру шлюзу.

Щоб гарантувати прийом даних лише від авторизованих засобів, таких як верифіковані Telegram-боти, автоматизовані парсери або аналітичні платформи, впроваджено багаторівневу систему контролю доступу. Вона включає взаємну автентифікацію (mTLS), яка забезпечує двосторонню криптографічну перевірку сертифікатів між джерелом даних та шлюзом. Також використовуються динамічні токени (JWT), де кожне джерело має унікальний токен доступу з коротким терміном дії, що унеможливлює використання перехоплених сесій. Крім того, на рівні балансувальника навантаження встановлено жорсткі ліміти на кількість запитів за секунду та захист від DDoS, щоб запобігти перевантаженню інфраструктури сміттєвим трафіком.

Найбільш вразливим етапом є обробка вхідного корисного навантаження, оскільки противник може спробувати передати шкідливий код через JSON або XML-файли. Тому на рівні шлюзу реалізовано сувору перевірку формату, де дані приймаються лише у чітко заданій структурі, а будь-яке зайве поле або порушення типу даних призводить до миттєвого відкидання пакета. Наступним кроком є санітаризація ін'єкцій, тобто автоматичне видалення або екранування конструкцій, що можуть бути інтерпретовані як SQL-ін'єкції або виконувані скрипти. Також проводиться програмна валідація геолокаційних меж для перевірки того, чи знаходяться передані координати цілі в логічному радіусі зони відповідальності підрозділу, що унеможливлює атаки типу координатного хаосу.

Щоб уникнути перевантаження операторів та захаращення тактичної карти десятками однакових позначок, впроваджено мікросервіс просторової та часової дедуплікації. Якщо в межах заданого квадрата за короткий проміжок часу надходить кілька повідомлень про виявлення ворожої техніки або

скупчення живої сили, шлюз об'єднує їх у єдиний об'єкт. Крім того, алгоритм автоматично присвоює цьому об'єкту індекс достовірності від 1 до 100 відсотків на основі рейтингу джерела та наявності прикріплених медіафайлів.

Розробка та впровадження захищеного API-шлюзу для OSINT-даних у підсумку вирішує критичне протиріччя між необхідністю високої швидкості обміну інформацією та суворими вимогами до кібербезпеки військових мереж.

Ріпінський К. С., курсант, Клімчук О. А., курсант
Науковий керівник – Площик А. І.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

КОНЦЕПЦІЯ ПОБУДОВИ ЕШЕЛОНОВАНОЇ СИСТЕМИ АВТОНОМНОГО ТАКТИЧНОГО ЗВ'ЯЗКУ НА БАЗІ ДОВІРЕНИХ ТЕРМІНАЛІВ ТА ПОВІТРЯНИХ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ ВУЗЛІВ

Використання комерційних месенджерів у зоні бойових дій та під час охорони державного кордону створює дві основні групи загроз: фізичне виявлення позицій засобами РЕР/РЕБ та компрометацію службових даних через цілеспрямовані хакерські атаки на централізовані сервери. Запропонована концепція базується на створенні автономного інформаційного сегмента, що функціонує за принципом «замкненого контуру», повністю ізольованого від глобальної мережі Інтернет.

Перший ешелон: кіберзахист та безпека терміналів. Базується на використанні довірених пристроїв під управлінням модифікованих ОС (AOSP). Повне видалення Google-сервісів та блокування фонової передачі телеметрії усувають можливість віддаленого зламу через системні бекдори. Програмне ядро системи використовує децентралізований протокол Matrix із наскрізним шифруванням (E2EE) за алгоритмами Olm/Megolm. На відміну від централізованих месенджерів, де ключі зберігаються на серверах, Matrix генерує та зберігає криптографічні ключі виключно на фізичних пристроях користувачів. Для запобігання внутрішнім витокам впроваджено алгоритми цифрової стеганографії: кожне повідомлення автоматично маркується унікальною послідовністю невидимих символів Unicode. Даний «цифровий

відбиток» дозволяє однозначно ідентифікувати термінал-джерело при аналізі будь-якої візуальної фіксації екрана (фотографії або скриншоту).

Другий ешелон: стійкість транспортного рівня. Використовує гібридну топологію передачі даних для нівелювання впливу засобів РЕР та РЕБ. Обмін текстовою інформацією та координатами здійснюється через завадостійкий протокол LoRa (модуляція CSS) у діапазонах 433/868 МГц. Робота сигналу нижче рівня ефірних шумів забезпечує низьку ймовірність перехоплення (LPI) та пеленгації. Передача критичних медіаданих (фотофіксація, голос) реалізується через короткочасні сесії у вузькоспрямованих каналах зв'язку. Використання голосових кодеків Codec2 дозволяє стискати розбірливу мову до швидкості 700–1200 біт/с. Це дає змогу підтримувати голосовий зв'язок у вузьких завадозахищених каналах, де стандартні цифрові протоколи втрачають стабільність через високий рівень пакетних втрат.

Третій ешелон: повітряний обчислювальний вузол. Сервер Matrix розміщується на борту прив’язного БпЛА, що з’єднаний із наземним командним пунктом через оптоволоконний кабель. Така архітектура реалізує концепцію «Air Gap» (повітряного розриву), що робить зовнішні хакерські атаки технічно неможливими через відсутність фізичної маршрутизації до глобальних мереж. Висота підйому платформи (до 500 м) нівелює вплив рельєфу та забудови, розширюючи зону стабільного покриття для наземних терміналів до 30–50 км. На борту функціонує інтерактивний бот-довідник, реалізований на базі Matrix SDK. Бот в офлайн-режимі надає особовому складу актуальні дані про вразливі зони бронетехніки, силуети БпЛА та робочі частоти комплексів РЕБ противника без необхідності звернення до зовнішніх баз даних.

Екстрене реагування та самозахист. Платформа захищена бортовим модулем РЕБ малої потужності для протидії ворожим FPV-дронам. Програмна функція «Zeroize» забезпечує миттєве видалення криптографічних ключів за визначеними тригерами: тривала відсутність зв’язку із сервером, введення спеціального пароля під примусом або дистанційна команда адміністратора мережі. Таким чином, поєднання децентралізованих протоколів, методів радіоелектронної прихованості та мобільних серверних платформ дозволяє створити стійку систему управління підрозділом, захищену від усього спектра кіберфізичних загроз сучасної війни.

Щадило П. Р., курсант
Науковий керівник – Хоптинський Р. П., канд. техн. наук, доц.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ SDN ДЛЯ СТВОРЕННЯ САМООРГАНІЗОВАНИХ МОБІЛЬНИХ МЕРЕЖ (MANET)

Еволюція засобів збройної боротьби висуває жорсткі вимоги до систем зв'язку: висока мобільність, прихованість, стійкість до завад та здатність до самовідновлення. Традиційні ієрархічні мережі зі стаціонарною інфраструктурою не здатні повною мірою забезпечити потреби підрозділів у динамічному бою. Альтернативою є технологія MANET (Mobile Ad-hoc Networks), де кожен вузол (радіостанція, термінал) одночасно виконує функції кінцевого пристрою та маршрутизатора. Проте класичні протоколи маршрутизації в MANET (AODV, OLSR, DSR) мають суттєве обмеження: прийняття рішень щодо передачі пакетів відбувається децентралізовано на кожному окремому вузлі на основі обмеженої локальної інформації. Це призводить до "штормів" службового трафіку, повільної адаптації до зміни топології та складності впровадження єдиних політик безпеки. Концептуальним рішенням цієї проблеми є інтеграція технології Software Defined Networking (SDN), яка дозволяє перенести інтелект мережі на логічно централізований рівень управління, залишаючи мобільним вузлам лише функцію швидкої комутації даних.

Впровадження SDN у мобільне середовище спеціального призначення (SD-MANET) трансформує мережу з набору розрізнених пристроїв у цілісну програмно-керовану інфраструктуру. Архітектура такої системи поділяється на три ключові рівні: Інфраструктурний рівень (Data Plane): Складається з мобільних об'єктів (особовий склад, бронетехніка, роботизовані платформи), оснащених програмно-конфігурованими радіозасобами (SDR). Вони виконують інструкції, отримані від контролера, щодо обробки та пересилання пакетів. Рівень управління (Control Plane). У спеціальних мережах цей рівень не може бути фізично зосереджений в одному місці через ризик знищення. Тому застосовується розподілене управління, де роль контролера динамічно делегується найбільш захищеним або стабільним вузлам (наприклад, командно-

штабним машинам або БПЛА, що знаходяться на значній висоті). Прикладний рівень (Application Plane): Включає сервіси управління боєм (C2), передачу потокового відео, системи та засоби кіберзахисту, які взаємодіють з рівнем управління через програмні інтерфейси (Northbound API).Застосування програмно-конфігурованого підходу дозволяє реалізувати ряд критично важливих функцій, недоступних у традиційних MANET: Глобальна оптимізація ресурсів: Контолер володіє повною топологічною картою мережі та станом каналів зв'язку. Це дозволяє використовувати алгоритми багатошляхової маршрутизації, спрямовуючи критично важливий трафік через найбільш надійні вузли, а другорядні дані — через менш завантажені сегменти. Динамічне управління пріоритетами (QoS): В умовах дефіциту пропускної здатності SDN дозволяє миттєво змінювати пріоритети трафіку. Наприклад, під час активного вогневого контакту пріоритет передачі координат цілей та команд управління стає абсолютним, автоматично обмежуючи передачу менш пріоритетних даних. Спектральна гнучкість: SDN у поєднанні з SDR дозволяє мережі автоматично змінювати робочі частоти та методи модуляції на всіх вузлах одночасно при виявленні засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ) противника.

Однією з ключових переваг SD-MANET є централізований контроль безпеки. Контролер перевіряє кожен вузол під час приєднання до мережі та у разі виявлення аномальної активності (перехоплення трафіку, внутрішня DoS-атака) оперативно блокує його, видаляючи правила маршрутизації та ізолюючи від мережі. Використання SDN дає змогу динамічно змінювати топологію мережі та частотні параметри, що ускладнює противнику виявлення й ідентифікацію структури підрозділу за радіовипромінюванням. У разі втрати зв'язку з керуючим вузлом мережа автоматично переходить в автономний режим роботи (класичний MANET) до відновлення зв'язку або обрання нового контролера.

Дослідження показує, що перехід до програмно-конфігурованих самоорганізованих мереж є стратегічним напрямком розвитку військових систем зв'язку. Технологія SDN перетворює пасивну мережу передачі даних на активний інструмент підтримки прийняття рішень, забезпечуючи високу адаптивність, керованість та захищеність у складних умовах сучасного багатодоменного протистояння. Використання SD-MANET дозволяє значно підвищити стійкість системи управління військами та забезпечити інформаційну перевагу над противником.

Муленко А. В., курсант
Науковий керівник – Репа Р. А.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ВПЛИВ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ДІЇ ПІДРОЗДІЛІВ

Сучасна війна показала, що інформаційні технології стали одним із ключових факторів успіху на полі бою. Бойові дії вже давно перестали бути лінійними, а обстановка змінюється настільки швидко, що командири повинні приймати рішення буквально за хвилини. У таких умовах саме інформація та швидкість її обробки визначають ефективність дій підрозділів.

Одним із головних викликів стала поява великої кількості безпілотних систем. Дрони використовуються для розвідки, коригування вогню, ударів і навіть доставки вантажів. Особливо складною є боротьба з апаратами, які працюють через оптоволоконні лінії або мають захищені канали зв’язку. Проти них традиційні засоби РЕБ часто малоефективні, що створює додаткові ризики для маневру та логістики.

Важливу роль відіграють цифрові системи управління. Сучасні підрозділи використовують інтерактивні карти, захищений зв’язок, автоматизовані системи збору та передачі даних. Це дозволяє швидко оцінювати ситуацію, координувати дії та уникати втрат. У динамічному бою, де немає суцільної лінії фронту, такі технології стають необхідністю.

Окремим викликом є нові тактики противника. Зокрема, поширилась інфільтрація малих груп, які намагаються проникати в тил без прямого бою. Для протидії цьому потрібні системи спостереження, тепловізійні комплекси, мережі датчиків і аналітика, яка дозволяє виявляти підозрілу активність ще до того, як група встигне закріпитися.

Не менш важливою проблемою залишається підготовка особового складу. Швидке розширення армії призвело до того, що рівень цифрової грамотності у військових дуже різний. А сучасні технології вимагають не лише базових навичок, а й уміння працювати з картами, програмами, засобами зв’язку та розвідувальними системами. Без цього ефективність навіть найкращих ІТ рішень значно знижується.

Ще один напрям — кібербезпека. Кіберудари можуть вивести з ладу зв’язок, логістику чи системи управління, тому захист інформації стає таким же

важливим, як і захист позицій на місцевості. Шифрування, моніторинг мережі та виявлення вторгнень – це вже звичайна частина роботи військових ІТ підрозділів.

Щоб ефективно відповідати на виклики сучасного бою, потрібен комплексний підхід. Це і розвиток засобів протидії дронам, і впровадження цифрових систем управління, і якісна підготовка командирів, і створення стійкої системи кіберзахисту. Усе це разом дозволяє підвищити живучість підрозділів, зменшити втрати та зберегти ініціативу на полі бою.

Bovt V. V.
Scientific supervisor – Voitenko S. S., Cand. Sc. (Tech.), Ass. Proff.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

DIGITAL ROLE-BASED MANAGEMENT AND COMMUNICATION PROGRAM IN METROLOGICAL SUPPORT SYSTEM

This project represents the development of a digital web-based administration and communication system designed to replace traditional paper-based management processes. The system enables structured user management, secure communication between users, and transparent tracking of administrative actions through an integrated logging mechanism. It is built as a full-stack web application, combining a modern frontend interface with a secure backend and relational database structure.

The program allows different types of users, such as administrators and regional administrators, to access the system according to their assigned roles. Each role has specific permissions, ensuring that sensitive actions and data remain protected. Administrators can manage users, approve actions, and monitor system activities, while regular users can interact within their permitted scope. Additionally, the system includes a direct messaging feature that allows users to communicate within the platform, eliminating the need for external communication channels.

One of the key problems this system addresses is the inefficiency of paper-based administration. Traditional paper systems are slow, difficult to manage, and highly prone to human error. Documents can be lost, damaged, or misfiled. Searching for specific information often requires manual effort and significant time. Furthermore, tracking responsibility or verifying who performed a certain action is complicated in a paper-based environment.

The digital system solves these issues by centralizing all data in a structured database. Information is stored securely and can be retrieved instantly through search and filtering mechanisms. Every important action performed within the system is automatically recorded in system logs, ensuring transparency and accountability. This eliminates ambiguity and significantly reduces the risk of manipulation or undocumented changes.

Another major improvement over paper systems is efficiency. Tasks that would normally require physical document handling, manual approval signatures, or in-person communication can now be completed instantly through the application. Data consistency is maintained automatically by the database, reducing errors caused by duplicate entries or incorrect manual recording.

The system also improves accessibility and scalability. Unlike paper archives, which require physical storage space and manual organization, the digital platform allows structured storage without physical limitations. It can easily accommodate a growing number of users and records without increasing administrative complexity.

In conclusion, this project demonstrates how modern web technologies can replace outdated paper-based processes with a secure, efficient, and transparent digital solution. By integrating role-based access control, centralized data management, system logging, and internal communication, the application improves organizational workflow, reduces human error, and enhances overall productivity.

Тимура Д. Р., курсант
Науковий керівник – Чубенко А. М.
Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації
імені Героїв Крут

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ У ПЛАНУВАННІ НА СТРАТЕГІЧНОМУ РІВНІ

Військове протистояння сьогодні вимагає від нас точного та швидкого прийняття рішень. У стратегічному плануванні використання штучного інтелекту (далі ШІ) дозволяє підвищити ефективність планування виконання бойових завдань, дає змогу зменшити час на аналіз даних та прогнозувати дії противника. ШІ допомагає командирам приймати обґрунтовані рішення на основі великих обсягів інформації. В даний час в багатьох розвинених державах

створюються моделі ШІ, здатні генерувати велику кількість симуляцій військових сценаріїв, чутливих до найменших змін вхідних даних.

Планування бойових завдань із залученням ШІ є актуальним через ускладнення теперішнього ведення бойових дій. Він дозволяє оперативно аналізувати великі обняти даних, при швидкій зміні обстановки на полі бою. Також дозволяє прогнозувати ймовірні дії противника та оцінювати ризики, що робить планування точніше. Крім того, реальні приклади застосування таких технологій, як Project Maven, демонструють ефективність ШІ у підтримці командирів і прийнятті стратегічних рішень, що підвищує загальну боєздатність підрозділів та дозволяє ефективніше використовувати наявні ресурси.

Машинне навчання дозволяє оперативно виконувати такі етапи стратегічного планування як аналіз ситуацій, визначення пріоритетів, розробка плану стратегії, менеджмент ресурсів. Здатність до самонавчання може забезпечити оцінку та корекцію результатів задля виявлення слабких місць та можливих ризиків. Варто зазначити, що для розробки стратегії ведення бойових дій як на нижчій ланці, так і на високому командному рівні, надзвичайно важливою є швидкість отримання оперативної інформації. ШІ дозволяє скорочувати час на отримання важливої інформації в десятки разів швидше, ніж від людини, при цьому миттєво реагуючи на зміни вхідних даних в реальному часі.

У стратегічному плануванні бойових дій ШІ дає змогу створювати можливі сценарії розвитку подій на основі аналізу даних, що надає можливість оцінювати ризики та обирати ефективні стратегії. Він сприяє пришвидшенню складання планів оборонних операцій, так і планів атак, підвищуючи точність оцінки ресурсів та можливих наслідків. Також, здатен обробляти значні обсяги інформації, включно розвідувальної з супутниковими знімками та звітами, що надає командирам цілісну картину обстановки та має змогу допомогти прийняти стратегічне обґрунтоване рішення. ШІ формує варіанти дій противника, за допомогою його моделі поведінки, що дає змогу прогнозувати потенційні загрози та планувати операції більш ефективно. Такий проєкт як Project Maven, а також чат-боти на базі ШІ, мають можливості автоматичного аналізу даних та генерування планів, що сприяють полегшенню роботі командирів.

Окрім переваг, таких як точність планування і швидкість, важливо враховувати обмеження, зокрема потребу у контролі людини, ризик неправильних прогнозів та етичні аспекти, які потребують зваженого підходу

до інтеграції таких систем у військову практику. Задля вироблення єдиної правової стратегії у використанні ШІ в військовій сфері на Генеральній Асамблеї Організації Об'єднаних Націй 24 грудня 2024 року було прийнято резолюцію №79/239, яка мала на меті заклик до свідомого використання ШІ у військах країн-учасниць ООН.

В стратегічному плануванні ШІ стає невід'ємною частиною, він забезпечує швидкісне оброблення інформації, прогнозування дій противника та допомогу командирам у прийнятті важких рішень. Незважаючи на переваги, його використання вимагає поєднання технологій та контролю з боку людини, що гарантує баланс між швидкістю та точністю ухвалення рішень і безпекою виконання бойових завдань. Використання ШІ відкриває перспективу для розвитку військової науки, зміни ведення бою та підвищення ефективності планування в збройних конфліктах.

Rudnik O. L., cadet
Scientific supervisor – Pchelnikov S. I., Cand. Sc.(Tech.), Ass. Prof.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN TACTICAL AVIATION AND ARMY AVIATION BRIGADES OF THE ARMED FORCES OF UKRAINE: DEVELOPMENT PROSPECTS

Modern armed conflicts are characterized by a significant transformation in the role of information in the conduct of military operations. While in traditional models of warfare the key factors of victory were considered to be the number of personnel, the quantity of weapons, and territorial control, in the wars of the 21st century increasing importance is given to the speed of information processing, the quality of managerial decisions, and the ability of military systems to adapt to a dynamic combat environment. Under such conditions, information superiority becomes one of the key factors determining the effectiveness of military operations.

The combat operations conducted by the Armed Forces of Ukraine take place under conditions of high intensity and a complex information environment. The active use of unmanned aerial vehicles, reconnaissance systems, electronic warfare systems, and air defense systems leads to a significant increase in the volume of information

received by command and control bodies. As a result, the problem of information overload arises when the amount of available data exceeds human capabilities for rapid processing and analysis.

One of the promising ways to address this problem is the use of artificial intelligence technologies. Artificial intelligence makes it possible to automate the processing of large volumes of data, perform their filtering, integration, and analytical processing. This reduces the cognitive load on commanders and operators, increases the speed of information analysis, and contributes to more informed decision-making.

The use of artificial intelligence is especially relevant in the aviation of the Armed Forces of Ukraine. Aviation activities are characterized by a high level of complexity and a high degree of responsibility for decisions made. During a combat flight, the pilot or crew must simultaneously monitor flight parameters, the operation of onboard systems, navigation, communication, and assess the air and ground situation. Conditions of active counteraction by air defense and electronic warfare systems significantly complicate the execution of these tasks.

The use of artificial intelligence makes it possible to develop decision support systems that act as an intelligent assistant to the crew. Such systems can automatically summarize information from various sources, determine the priority of threats, warn about dangerous situations, and suggest possible courses of action. This increases the pilot's level of situational awareness and reduces the likelihood of errors under complex flight conditions.

Another important area of artificial intelligence application is the processing of reconnaissance data. Modern reconnaissance systems generate large volumes of information in the form of video streams, photographs, and telemetry data. Artificial intelligence algorithms are capable of automatically recognizing objects, analyzing changes in the operational environment, and identifying signs of enemy activity. This significantly reduces the time between target detection and decision-making regarding its engagement.

In addition, artificial intelligence can be applied in onboard defense systems of aircraft, navigation systems, combat flight planning, and the technical operation of aviation equipment. The use of predictive maintenance technologies makes it possible to detect potential system failures in advance and increase the operational readiness of aviation equipment.

At the same time, the integration of artificial intelligence into military systems must be carried out in accordance with several important principles, including human-centeredness, maintaining human control over decision-making, transparency of algorithms, resistance to electronic warfare influence, and ensuring an adequate level of cybersecurity.

Thus, the use of artificial intelligence is one of the key directions for the development of the Armed Forces of Ukraine under modern warfare conditions. Its application makes it possible to improve the effectiveness of military command and control, reduce information processing time, and decrease the information load on personnel. Aviation is a particularly promising area for the integration of artificial intelligence, where intelligent technologies can significantly increase the effectiveness of combat aircraft operations and the level of flight safety.

Милашенко Д. О., курсант
Науковий керівник – Токар А. М., канд. техн. наук, ст. досл.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЯ РОЗТАШУВАННЯ ПОЗИЦІЙ ПІДРОЗДІЛІВ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ ЗА ДОСВІДОМ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ

Повномасштабна агресія російської федерації проти України докорінно змінила підходи до ведення війни, змусивши Збройні сили оперативно адаптуватися до нових викликів. Ключовим чинником цієї трансформації стало масове впровадження безпілотних літальних апаратів (далі – БпЛА) мультироторного та літакового типів. Сьогодні вони виконують широкий спектр завдань: від ведення детальної аеророзвідки та наведення артилерії до безпосереднього вогневого ураження об'єктів противника за допомогою скидів або використання БпЛА разової дії.

Попри значний технологічний прогрес у цій галузі, ефективність застосування безпілотних авіаційних комплексів (далі – БпАК) часто обмежується відсутністю чіткої нормативної бази. Зокрема, бракує регламентованих стандартів щодо тактики використання підрозділів, їхнього ешелонування на місцевості та взаємодії у складі бойових порядків.

У доповіді розглядається питання розміщення підрозділів БпАК в залежності від їх типового озброєння та функціонального призначення. Надані рекомендації щодо вибору місця розташування підрозділів БпАК, щодо бойового порядку екіпажу БпАК, а також розподілу підрозділів БпАК за шириною смуги у наступі (обороні). Досвід російсько-української війни засвідчує, що правильне розміщення підрозділів БпАК є вирішальним для

забезпечення їхньої бойової ефективності та безпеки. Некоординоване або нераціональне розміщення може призводити до зниження бойових можливостей, підвищених ризиків для особового складу та техніки, а також ускладнень у виконанні завдань. Запропоновані рекомендації спрямовані на створення структурованого підходу до організації розміщення підрозділів БпАК, враховуючи особливості бойової обстановки, рельєфу та інших тактичних умов.

Дана робота присвячена аналізу принципів розташування підрозділів БпАК з урахуванням їхніх технічних характеристик та функціонального призначення. На основі досвіду бойових дій пропонуються наступні рекомендації щодо дистанціювання позиційних районів від лінії бойового зіткнення:

Підрозділи, оснащені мультироторами для розвідки та одноразовими ударними БпЛА, доцільно розгортати в межах першого ешелону військ. Оптимальна відстань — до 3 км від переднього краю.

Екіпажі, що працюють із багаторазовими ударними платформами, засобами мінування або корегування вогню, розміщуються в порядках другого ешелону на видаленні до 6 км від переднього краю.

Підрозділи з апаратами літакового типу, призначеними для глибинної розвідки та стратегічних ударів, позиціонуються за межами другого ешелону, на відстані близько 12 км від лінії фронту.

Командно-спостережні пункти рівня роти або взводу рекомендується виносити на відстань до 20 км від лінії фронту. Поруч із ними доцільно зосереджувати вузли збору та обробки даних, а також мобільні ремонтні майстерні.

Варто наголосити, що наведені показники є базовими. Остаточне рішення щодо дислокації залишається за командиром підрозділу, який має враховувати особливості ландшафту, засоби РЕБ противника та динаміку оперативної обстановки.

Системний підхід до розміщення БпАК дозволяє мінімізувати втрати серед особового складу та дорогої техніки, забезпечуючи при цьому максимальну реалізацію бойового потенціалу безпілотних систем. Подальший розвиток цієї теми вбачається в інтеграції наземних роботизованих комплексів у єдину систему управління, що стане підґрунтям для створення нових статутів та настанов для сучасного українського війська.

Arijus Viršutis, cadet, Kasparas Biekša, cadet
Scientific supervisor – Mindaugas Čekavičius
General Jonas Žemaitis Military Academy of Lithuania

HOW NATO SHOULD STRUCTURE ITS BATTLEFIELD SYSTEMS CONSIDERING THE IMPORTANCE OF UNMANNED AERIAL VEHICLES

Recent combat experience has demonstrated that unmanned aerial vehicles (UAVs) have fundamentally transformed the modern battlefield. UAVs are no longer limited to reconnaissance roles; they now provide persistent surveillance, enable rapid target acquisition, deliver precision strikes, support frontline logistics, and operate in contested electromagnetic environments. As a result, NATO must restructure its battlefield systems into a UAV-centric, networked architecture that integrates reconnaissance, strike, logistics, and counter-UAV capabilities across all levels, from squad to brigade.

One of the most significant changes introduced by UAVs is the compression of the decision-making cycle. Traditional targeting processes required multiple layers of command, often resulting in delays. In contrast, UAV-integrated systems allow targets to be detected, identified, and engaged within minutes through a direct sensor-to-shooter loop. This significantly increases operational tempo and reduces the enemy's ability to react or maneuver.

At the same time, UAVs create a new level of battlefield transparency. Continuous reconnaissance eliminates observation gaps and reduces uncertainty. The battlefield becomes persistently monitored, making concealment and movement significantly more difficult. This requires units to adopt new tactics, including dispersion, rapid maneuvering, and reduced electromagnetic and visual signatures.

At the tactical level, UAVs enhance situational awareness and survivability. Small reconnaissance UAVs and micro-drones provide real-time observation, while counter-UAV capabilities, including detection systems and electronic warfare tools, must be integrated into all units. UAV operations should be organized into coordinated systems supported by dedicated teams capable of reconnaissance, strike, and limited logistical support.

A key requirement is maintaining continuous reconnaissance through rotational UAV deployment. Systems of different ranges ensure layered coverage, from close-range monitoring to deep operational reconnaissance. At the same time, UAV

effectiveness depends on resilience in electronic warfare environments. This requires encrypted communication, multi-band frequency use, and redundant control systems to ensure operational continuity under jamming conditions.

At higher organizational levels, UAV strike capabilities should function as a dedicated fire support system. Their cost-effectiveness enables the destruction of high-value targets using relatively inexpensive platforms, providing an asymmetric advantage. Logistical support must remain mobile and sustainable, ensuring continuous operation without creating vulnerable concentrations of resources.

Personnel management is equally critical. UAV operators require specialized training and must be rotated regularly due to high cognitive demands. At the operational level, UAV capabilities should be centrally coordinated while remaining flexible and modular to allow rapid adaptation to changing battlefield conditions.

In conclusion, NATO should adopt a comprehensive UAV-centric battlefield model that integrates surveillance, strike capabilities, resilient communication, sustainable logistics, and counter-UAV measures. Such an approach will enhance situational awareness, accelerate decision-making processes, and significantly improve combat effectiveness in modern warfare.

ПАНЕЛЬ 3
Протистояння в електромагнітному спектрі

Гарбузюк С. О., курсант
Науковий керівник – Бібік А. В.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

ПРОТИСТОЯННЯ В ЕЛЕКТРОМАГНІТНОМУ СПЕКТРІ ЯК ЧИННИК ПЕРЕВАГИ ТА СТІЙКОСТІ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ В СУЧАСНІЙ ВІЙНІ

Протистояння в електромагнітному спектрі (ЕМС) у сучасній війні є боротьбою за можливість бачити, координуватися і вражати швидше за противника, тобто за інформаційну та рішеневу перевагу. На доктринальному рівні це описується як електромагнітні операції/електромагнітна війна, де сили одночасно експлуатують електромагнітне середовище, захищають власні випромінювання та канали зв’язку й обмежують противника через перешкоди, обман і ураження його засобів. Саме так НАТО трактує електромагнітні операції як дії в електромагнітному середовищі, що підсилюють власні операції та заважають противнику робити те саме.

У прикладному вимірі протистояння в ЕМС проявляється насамперед у конкуренції “зв’язок – РЕБ – контрРЕБ”. Кожен контур управління (від командира до виконавця, від сенсора до вогневого засобу) спирається на радіоканали, супутникову навігацію, передачу відео та телеметрії. Тому противник намагається “розірвати” ці контури: глушінням каналів управління БпЛА, придушенням радіорелейних/тактичних мереж, впливом на GNSS (GPS/Galileo тощо) через глушіння або спуфінг, а також розвідкою випромінювань для виявлення вузлів зв’язку, пунктів управління і позицій. У відповідь застосовують захист спектра: керування частотами, мінімізацію випромінювань (EMCON), стрибкоподібну зміну частоти, резервування каналів, використання альтернативних навігаційних підходів, а також електромагнітне “маскування” і хибні випромінювачі. У сучасних підходах це зводиться до ширшого поняття EMSO (electromagnetic spectrum operations) — сукупності дій з експлуатації, атаки, захисту й управління електромагнітним середовищем, щоб досягти переваги в спектрі та, як наслідок, інформаційної переваги.

Російсько-українська війна особливо чітко показала, що ЕМС став “маневровим простором”, де масові безпілотні системи напряму залежать від стійкості радіоканалу та навігації. Аналітики CSIS підкреслюють, що вразливість автономних систем до електронної боротьби є однією з визначальних рис конфлікту, зокрема через широке застосування GNSS-глушіння. Тому тактика й техніка швидко еволюціонують у форматі “змагання адаптацій”: на зростання потужності РЕБ відповідають більш завадостійкими протоколами, мережевими ретрансляторами, спрямованими антенами, а інколи й нетиповими рішеннями, які взагалі виводять канал управління з радіоспектра. Показовий приклад — поява оптоволоконних FPV-дронів, які фактично не піддаються класичному радіоглушінню, що змушує змінювати підходи до протидії (фізичні бар’єри, перехоплення, боротьба з логістикою компонентів тощо).

Окремий напрям протистояння в ЕМС — боротьба навколо супутникових і псевдосупутникових каналів зв’язку та управління. Події 2025–2026 років у медіа й аналітиці описують зростання ролі супутникових терміналів у керуванні БпЛА та, відповідно, появу нових викликів для РЕБ і контрзаходів, включно з технічними та організаційними обмеженнями доступу до мереж і “відсіканням” неавторизованого використання. У цьому контексті спектр уже не зводиться лише до “тактичного радіо”: він охоплює інтеграцію зв’язку, навігації, розвідки випромінювань, кіберкомпоненту та управління ресурсом спектра як єдиної системи, що прямо відображено у підходах типу DoD EMS superiority і понятті електромагнітного “battle management”.

Підсумково, протистояння в електромагнітному спектрі є системною боротьбою за життєздатність контурів управління військами і засобами ураження: хто краще керує спектром, швидше виявляє випромінювання, ефективніше придушує та швидше відновлює зв’язок, той здобуває перевагу в темпі та точності дій.

Лепень В. В., курсант
Науковий керівник – Тимчук С. В., канд. техн. наук., доц.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИЯВЛЕННЯ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЇ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ПОРТАТИВНИХ СИСТЕМ У СУЧАСНИХ БОЙОВИХ УМОВАХ

В умовах сучасної війни радіотехнічна розвідка та мобільні комплекси виявлення, ідентифікації й супроводження БпЛА набули критичної актуальності. Масове застосування противником безпілотних авіаційних комплексів суттєво змінило характер бойових дій, що зумовлює необхідність їх оперативного виявлення на тактичному рівні для захисту підрозділів, енергетичних об’єктів та критичної інфраструктури. Основу такого виявлення становить комплексне застосування радіолокаційних (активних) та радіоелектронних (пасивних) засобів.

Наявний досвід використання компактних РЛС, таких як DRS RADA Technologies чи Blighter Surveillance Systems, доводить їхню здатність виявляти малорозмірні та низьковисотні цілі, однак постійне активне випромінювання неминуче демаскує позиції захисників. Водночас базові портативні системи радіотехнічної розвідки та антидронові комплекси (наприклад, DedronePortable, Kvertus, DroneShield), хоч і забезпечують пасивне виявлення, часто обмежені простим енергетичним детектуванням. Вони мають суттєві складнощі з точною локалізацією БпЛА, які використовують складні алгоритми псевдовипадкового перелаштування робочої частоти (ППРЧ/FHSS).

Для подолання цих обмежень найбільш доцільним є використання високотехнологічних приймачів лінійки CRFS (зокрема, RFeye Node та портативних систем RFeye Storm) як апаратної основи мобільних комплексів РТР. Їх застосування забезпечує проведення повноцінного ELINT-аналізу лабораторного рівня безпосередньо в польових умовах. Надшвидке сканування (до 400 ГГц/с) та широка смуга миттєвого огляду дозволяють гарантовано перехоплювати короткоімпульсні сигнали керування та телеметрії сучасних дронів. Крім того, на відміну від традиційної пеленгації (AOA), мережа синхронізованих приймачів CRFS використовує метод різниці часу прибуття сигналу (TDOA). Це дозволяє з високою точністю визначати координати не

лише самого БпЛА, а й наземної станції керування (оператора) без використання громіздких спрямованих антен.

Пасивний режим роботи таких комплексів гарантує повну радіоелектронну скритність, а компактний форм-фактор дозволяє розгортати систему як стаціонарно на об'єктах інфраструктури, так і в рюкзачному варіанті для мобільних груп. Найбільш ефективною моделлю застосування є інтеграція радіолокаційних засобів і систем CRFS у єдиний антидроновий контур. У такій системі апаратура CRFS виконує роль інтелектуального ядра: здійснює первинне пасивне виявлення, класифікує тип дрона за спектральною сигнатурою навіть в умовах активної РЕБ та видає точні координати. РЛС при цьому вмикається лише для фінального підтвердження та наведення засобів вогневого ураження, що мінімізує час її роботи в ефірі.

Таким чином, оскільки БпЛА залишаються ключовою загрозою сучасного поля бою, розвиток і впровадження портативних комплексів радіотехнічної розвідки на базі технологій CRFS є критично важливим кроком. Перехід від систем базового детектування до повноцінної високоточної РТР суттєво підвищить достовірність розвідувальних даних, забезпечить раннє виявлення загроз та покращить взаємодію з підрозділами ППО для ефективної боротьби з безпілотними системами противника.

Tkachuk V. V., cadet, Kob D. A., cadet
Scientific supervisor – Hryzo A. A, Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

USE OF SWITCHING MEDIAN FILTER FOR PROTECTING RADARS WITH COMPLEX PROBING SIGNALS FROM PULSE INTERFERENCE

Modern radar systems of the Radio-Technical Troops (RTT) of the Air Forces (AF) of the Armed Forces (AF) of Ukraine operate in complex electromagnetic environments characterized by the presence of pulse interference of various origins, including mutual interference from other radars, intentional jamming created by russian electronic warfare systems, atmospheric discharges, and equipment malfunctions. Pulse interference is particularly dangerous for radars using complex probing signals with large time–bandwidth products, such as linear frequency

modulated (LFM) and phase-coded modulation (PCM) signals. For a pulse duration of approximately 124 μs and a time – bandwidth product B = 50 – 100, a pulse interference entering the matched filter (compression filter) “spreads” over B range cells, increasing sidelobe levels by 35–40 dB, causing false detections, which is unacceptable in most practical scenarios.

Linear filters (moving average, Wiener) only redistribute the energy of the pulse over neighboring samples and do not completely suppress it. There is a class of filters based on rank-order processing of samples in a sliding window, which, unlike linear filters, preserve sharp signal edges and are insensitive to isolated outliers of any amplitude. The basic and most studied among them is the median filter. It is known that a median filter with window $N = 2k + 1$ fully suppresses outliers lasting up to k samples while preserving signal fronts and monotonic segments.

However, the standard median filter processes all samples, including unaffected ones, which leads to a loss of signal-to-noise ratio (SNR) after compression and distorts the phase structure of PCM signals. To overcome this drawback, a switching median filter (SMF) is proposed. Its algorithm operates in two stages. First, for each sample, a local median is calculated and compared with the current sample. If the difference exceeds an adaptive threshold, determined using the median absolute deviation (MAD), the sample is marked as affected. In the second stage, only affected samples are replaced by the median, while the rest remain unchanged. This provides a key advantage of SMF, as the vast majority of samples are left unprocessed, resulting in significantly lower SNR losses after compression compared to the standard median filter at a comparable level of pulse interference suppression. The SMF is placed before the matched filter and processes quadrature components independently.

In addition to interference suppression, the SMF can perform an additional function of assessing the interference background, which is useful for cognitive radars. The residual after filtering contains the extracted pulse interference, the statistics of which allow evaluation of the interference environment without additional computational costs. Interference density is defined as the fraction of samples exceeding the threshold, intensity is estimated via MAD, and the type of interference is determined by the autocorrelation shape of the residual (a narrow peak corresponds to single pulses, a broadened peak to repeated sequences, periodic maxima to mutual interference from another radar). In the cognitive control loop, these estimates enable adaptive selection of the probing signal type, frequency retuning when mutual interference is detected, and adjustment of the filter window size.

Thus, the SMF is an effective means of protecting radars with complex signals from pulse interference. Its use also allows it to function as a classifier of the interference environment for cognitive control. Implementation of the SMF significantly increases interference immunity while minimizing losses of the compressed pulse characteristics, which is of practical importance for combat use of RTT radars under complex electromagnetic conditions.

Miroshnikov I. I., cadet
Scientific supervisor – Panimatka V. O.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

ADAPTIVE RECONFIGURATION OF THE TIME-FREQUENCY STRUCTURE OF COMPLEX SIGNAL ENSEMBLES IN COGNITIVE RADIO COMMUNICATION SYSTEMS UNDER ELECTRONIC SUPPRESSION

Modern cognitive military radio communication systems operate under conditions of limited radio-frequency spectrum and active employment of electronic warfare means. Under such conditions, an important task is to ensure stable operation of communication channels when multiple users simultaneously operate within a shared frequency environment. An important factor affecting the efficiency of such systems is the correlation properties of signal ensembles, which determine the level of inter-channel interference and the efficiency of radio-frequency utilization.

In modern approaches to the formation of complex signal ensembles, methods based on time and frequency permutation of signal structural elements are widely used. The application of such approaches makes it possible to generate large signal ensembles with acceptable correlation characteristics and to reduce the level of mutual interference in multiple-access communication systems. At the same time, under dynamic electronic warfare conditions typical of modern combat operations, independent control of the time and frequency parameters of signals does not provide the required level of adaptability to changes in the radio-frequency environment.

In order to increase the interference immunity of communication systems, an approach to adaptive reconfiguration of the time–frequency structure of complex signal ensembles is proposed. The essence of the proposed approach lies in the joint control of the parameters of time segmentation and frequency allocation of ensemble signals, taking into account the current state of the radio-frequency environment. This

approach makes it possible to dynamically modify the signal structure, reducing the level of mutual correlation and limiting the influence of inter-channel interference.

The application of the proposed approach will contribute to increasing the interference immunity of military radio communication systems, improving the performance of multiple access, and reducing the level of mutual interference during the simultaneous operation of users in a shared frequency environment.

Hryhil V. V., cadet
Scientific supervisor – Sadovyi K. V., Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

DEVELOPMENT OF PROPOSALS FOR BUILDING A RECEIVER DEVICE OF A SURVEILLANCE RADAR STATION WITH HIGH VELOCITY RESOLUTION

Modern armed conflicts are characterized by the active use of unmanned aerial vehicles and other low-observable air targets. Such objects usually have small radar cross-sections and relatively low flight speeds, which significantly complicates their detection by conventional surveillance radar stations. Therefore, improving the technical characteristics of radar equipment is an important task for modern air defense systems.

One of the key functional elements of a radar station is the receiving device. The radar receiver performs amplification, frequency conversion, filtering and primary processing of the reflected signals. The sensitivity and selectivity of the receiver directly influence the probability of target detection and the accuracy of determining their motion parameters.

In modern radar systems the superheterodyne principle of receiver construction is widely used. This approach ensures high sensitivity and selectivity due to the use of several stages of frequency conversion and intermediate frequency amplification. Such a structure allows effective filtering of useful signals and reduction of interference influence.

An important direction of improving radar receiver performance is the use of modern probing signals. Phase-coded signals are widely applied in surveillance radar stations. Their use makes it possible to increase the energy potential of the radar system and improve resolution characteristics. In addition, the application of Barker

codes allows reducing the level of side lobes of the autocorrelation function and increasing the probability of correct target detection.

Matched filtering is commonly used for the processing of phase-coded signals. The matched filter provides the maximum signal-to-noise ratio at the receiver output and allows effective compression of coded pulses. As a result, the radar system obtains better range and velocity resolution.

To ensure high velocity resolution, Doppler signal processing methods are applied. Doppler processing makes it possible to separate signals reflected from moving targets from reflections of stationary objects and passive interference. Spectral analysis of received signals allows determining the radial velocity of targets and improving the reliability of their detection.

The proposed structure of the radar receiver includes an input matching circuit, a low-noise amplifier, a frequency converter and intermediate frequency amplifiers. Additional digital signal processing units provide Doppler analysis of received signals and allow determining the velocity characteristics of detected targets.

Thus, improving the structure of the receiving device of a surveillance radar station makes it possible to increase the efficiency of detecting modern air threats. The implementation of the proposed solutions will improve the operational characteristics of radar systems used for monitoring the airspace.

Budzyn V. V., cadet
Scientific supervisor – Stovba R. L.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

ADAPTIVE SIGNAL PROCESSING METHOD FOR DETECTING AND MITIGATING THE IMPACT OF TARGET-LIKE METEOROLOGICAL CLUTTER IN PULSED DOPPLER RADARS

Modern pulse-Doppler radar stations (RLS) that are used in radio-technical troops (RTT) are influenced by different interference factors. One of them is passive interference caused by meteorological formations known as “angel echo”. These meteorological formations (MF) appear due to reflection of radio signals from optically invisible atmospheric irregularities of the so-called “clear sky”. They can also appear as discrete target-like signals that are generated because of refraction of radio waves in air layers with different temperature and humidity gradients.

On the radar indicator screen such reflections almost do not differ from signals of real air targets that move with some radial velocity. When many "angel echoes" appear in the radar observation zone, false marks can be seen on the circular scan screen. This leads to overload of trajectory processing channels and as a result it makes the work of radar operators more difficult.

Detection of such meteorological formations is complicated because of the low signal-to-noise ratio in the receiver channel and also because of the specific characteristics of these formations. Their discrete and target-like character, low velocities and significant spectral fluctuations create the need to develop new algorithms for recognition and suppression which take into account their meteorological nature.

Taking into account modern development of digital signal processing methods, it is possible to increase the efficiency of fighting such formations by improving the algorithms of inter-period signal processing. This processing is done in two channels: the main channel (target channel) and the additional channel (meteorological channel). The results from these channels are combined in order to increase the accuracy of analysis.

In this report a combined structural scheme of the meteorological information processing unit is considered. It consists of a target channel and a meteorological channel. Parameters of meteorological formations are determined using a block for measurement of the correlation coefficient (CC). This block receives input signals directly from the radar antenna as an input process and also from the block of non-adaptive suppression filters (NSF). After that the information goes to the block for estimation of meteorological parameters. In the auxiliary channel, depending on the types of input signal mixtures, meteorological parameters are formed.

The estimated values of the correlation coefficient of the input signal are then sent to the block which forms features of meteorological groups in order to choose the operating algorithm of Doppler filters. To solve the task of recognition of meteorological object types, classical algorithms are used. These include the paired pulse method (PP), a modified method of signal and noise subspace decomposition based on eigenvalues of the input signal matrix (EVD2), and the adaptive lattice filtering algorithm (ALF).

The main channel processes a packet of radio pulses using the inter-period processing system (IPP), which is a part of the radar station. Together with the criterion processing block it produces a detection signal. During radar operation both false detections and signals from real targets can appear. The criterion processing block, depending on the signal from the additional channel, either allows or blocks the output information from the main channel.

Thus, the research shows that the improvement of selection quality of reflections from meteorological formations can be achieved by adding special signal processing channels for meteorological formations in centimeter-wave radar stations. In these channels such signals will be processed as useful information. The obtained information can potentially improve the work of radar operators and in the future help to develop algorithms and processing channels that will suppress signals from meteorological formations in the main receiving channel of the radar station.

Voitiuk V. V., cadet
Scientific supervisor – Stovba R. L.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

DEVELOPMENT OF A RADAR SIGNAL PROCESSING STRUCTURE WITH AN AUXILIARY METEOROLOGICAL CHANNEL FOR IMPROVING UAV DETECTION

One of the main problems faced by the Radio Technical Troops at the beginning of the Russian-Ukrainian war was the inability of most radar stations (RS) to detect small-size low-altitude targets against the background of reflections from local objects and meteorological formations of various physical nature. As it turned out, such a class of air attack means as unmanned aerial vehicles (UAVs) of the tactical and operational-tactical class have a small radar cross section, which makes it difficult to detect such targets due to the low power of echo signals and, moreover, against the background of passive interference. Therefore, most of the time combat crews operate radar stations in amplitude mode under conditions of intense illumination from local objects and meteorological formations of the “angel echo” type.

The class of false radar echoes known as “angel echo” is formed due to anomalous propagation of electromagnetic waves in the atmosphere — in particular, super-refraction and diffuse scattering on sharp-gradient layers of dielectric inhomogeneity, which leads to the appearance of false signals on the radar indicator under conditions of an optically transparent atmosphere and the absence of real air objects. The greatest impact of this type of interference primarily affects the search and tracking of reconnaissance and strike UAVs, which operate at altitudes of 0.5–5 km, where “angel echoes” most often appear.

According to their radar characteristics — such as radial velocity of 0–15 m/s, spectral width of 1–10 Hz, and fluctuations in signal amplitude — such reflections practically do not differ from the signals of small UAVs with a small radar cross section (0.01–0.1 m²).

The formation of false tracks in automatic trajectory processing systems leads to overloading of automatic tracking channels and reduces their throughput. The need for systematic manual intervention by the operator to identify and remove false tracks increases cognitive load, reduces the efficiency of combat operations and, as a consequence, increases the probability of missing a real air target — which is unacceptable under combat conditions. A low signal-to-interference ratio (usually less than 10 dB), combined with high spatial and temporal instability of "angel echo" signals, leads to the fact that traditional interference suppression methods such as MTI, MTD, and CFAR are insufficiently effective in combating this type of interference.

Considering the modern development of digital radar signal processing methods, a promising direction for increasing the efficiency of detecting small targets, particularly UAVs, is the use of information about meteorological formations not only as a source of interference but also as an additional source of useful information. The paper proposes a combined structure of a meteorological information processing unit, which includes two channels: the main (target) channel and an auxiliary (meteorological) channel.

The auxiliary channel is intended for estimating the parameters of meteorological formations. At its input, a signal correlation coefficient is formed from two sources: the signal coming directly from the antenna path of the radar station and the signal from the output of the non-adaptive interference suppression filters.

The obtained features are used for adaptive selection of Doppler filtering algorithms in the main signal processing channel. To recognize different types of meteorological formations, the auxiliary channel uses the following algorithms: the pulse-pair method, a modified signal decomposition method into signal and noise subspaces based on eigenvalues of the covariance matrix (EVD2), and an adaptive lattice filtering algorithm.

The main channel performs classical inter-period processing of a packet of radio pulses, after which a decision is made based on detection criteria. The decision-making unit, taking into account the information obtained from the meteorological channel, determines whether to allow or block the transmission of information from the main channel.

The proposed structure of the meteorological channel can be implemented in modern centimeter-band radar stations with digital signal processing using hardware-software solutions. In the future, the information obtained from this channel can be used for compensation of "angel echo" type interference, as well as for monitoring meteorological conditions in the radar deployment area.

Vashchilina K. S., cadet, Kucher K. O., cadet
Scientific supervisor – Trofymov I. M., Cand. Sc. (Tech.), Senior Research
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

COMPREHENSIVE PROTECTION SYSTEM FOR RADAR STATIONS AGAINST AIR ATTACK WEAPONS: DIFFERENTIATED REQUIREMENTS BY COMBAT ZONES

Radar stations (RS) of the Radio Engineering Troops (RET) of the Air Forces (AF) of the Armed Forces (AFU) of Ukraine are key elements of the air defense (AD) system that ensure continuous radar surveillance of the airspace and the transmission of radar information to higher, supported, and cooperating command posts. However, radar assets are priority targets for air attack weapons (AAW), such as anti−radiation missiles (ARM), strike unmanned aerial vehicles (UAVs), cruise missiles (CM), and guided aviation missiles (GAM). The experience of the Russian−Ukrainian war and modern armed conflicts confirms that the absence of a comprehensive radar protection system leads to a degradation of the overall effectiveness of the air defense system.

A comprehensive radar protection system may consist of three main components: active protection – fire engagement of air attack weapons using small arms, heavy machine guns, anti−aircraft mounts, interceptor drones, as well as electronic suppression of navigation systems and control channels using electronic warfare equipment; passive protection – control of radar emission modes, physical protection of positions (earthen embankments, protective structures), and the use of physical protection means for radar stations (rubber screens, armored plates); organizational measures – regular relocation of positions within the positional area and the use of reserve and decoy positions.

The experience of combat employment of radio engineering units demonstrates the need for a differentiated approach to radar protection depending on their position

relative to the line of contact (LoC). It is proposed to distinguish three functional zones with corresponding requirements for a comprehensive radar protection system.

Zone 1 (0–20 km from the LoC). Radar stations in this zone face a direct threat from anti−radiation missiles, strike UAVs, and tube artillery. Priority protective measures include: maximum mobility (the radar deployment and redeployment time should be within 3–5 minutes); strict limitation of continuous radiation time; mandatory use of electronic warfare systems; and the use of fire engagement assets. The construction of stationary structures is impractical.

Zone 2 (20–60 km from the LoC). In the tactical zone, the threat from anti−radiation missiles and strike UAVs remains. Instead of tube artillery, the enemy may employ guided aviation missiles (for example, Kh−35 (Kh−35U) anti−ship missiles). Key requirements include increasing the deployment and redeployment time to 10–15 minutes and the possibility of using anti−drone nets and decoy positions with imitation of personnel activity.

Zone 3 (60+ km from the LBS). Radar assets are under threat from operational-tactical UAVs. It becomes possible to effectively employ both active and passive methods of protecting radar systems in a combined approach. A distinctive feature of the active method is the use of anti-drone active protection systems (ADAPS), which can be installed on mobile platforms. A distinctive feature of AAD systems is their ability to autonomously detect and semi-automatically engage strike UAVs. The tactic for using AAD systems on mobile platforms is as follows: four small, sectoral radars with a range of up to 5 km are installed on different sides of the vehicle body. After receiving information about the detection of strike UAVs by the designated radars, the commander of the radio engineering unit makes a decision to engage the strike UAV using interceptor drones, countermeasures, or an automatic turret.

The passive protection method in the designated combat zone allows the effective use of aerosol camouflage means to relocate the radar system to a safe distance in conditions where the enemy employs reconnaissance UAVs.

Thus, the differentiated approach ensures a rational distribution of radar protection methods and means, which significantly increases the survivability of the air defense system in modern armed conflicts.

Bezvuliak A. S., cadet
Scientific supervisor – Lishchenko V. M., Ph.D.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

METHODS OF RADAR STATIONS SYNCHRONIZATION IN MULTIPOSITION RADAR SYSTEMS

Modern conditions of warfare are characterized by the widespread use of air attack means, in particular small-sized unmanned aerial vehicles, cruise missiles and other low-observable air objects. Detection of such targets by traditional monostatic radars is often complicated by a small radar cross-section, flight at low altitudes and active use of electronic warfare means. In this regard, one of the promising directions for the development of radar equipment is the creation of multiposition radar systems.

A multiposition radar system involves the use of spatially separated radar positions that jointly monitor the air situation and transmit the received information to a central processing point. The use of several positions makes it possible to increase the probability of detecting air objects, improve the accuracy of determining their coordinates and increase the resistance of the system to interference under conditions of electronic countermeasures.

One of the key conditions for the effective functioning of multiposition radar systems is ensuring high-precision synchronization of radars by time, frequency and phase parameters. Insufficient synchronization accuracy leads to an increase in errors in determining the coordinates of air objects and a decrease in the efficiency of joint signal processing.

In modern radar systems several main approaches are used to synchronize spatially separated positions. These include synchronization based on global navigation satellite systems, network synchronization using precise time protocols, as well as transmission of a reference signal through physical communication channels. Each of these methods has its own advantages and limitations that determine the feasibility of their use depending on the operating conditions of the system.

Synchronization based on global navigation satellite systems makes it possible to provide a single time scale for all elements of a multiposition system and is characterized by high mobility and relatively high synchronization accuracy. At the same time, this approach has certain limitations related to the possibility of electronic suppression or distortion of satellite navigation signals.

Transmission of a reference signal through cable or fiber-optic lines provides the highest synchronization accuracy, but requires developed infrastructure and limits the mobility of the system. Network synchronization using precise time protocols can be effective in stationary systems, but its accuracy mainly depends on the characteristics of the network infrastructure.

The analysis of existing synchronization methods shows that the most appropriate approach for the conditions of application of radio engineering troops is a combined approach, which involves the use of satellite synchronization together with highly stable local oscillators. This approach makes it possible to ensure the required accuracy of time and frequency synchronization and increase the system resistance to the influence of electronic warfare means.

Thus, ensuring high-precision synchronization of radars is one of the key factors in increasing the efficiency of multiposition radar systems. The use of combined synchronization methods makes it possible to improve the accuracy of determining the coordinates of air objects, enhance interference resistance and ensure reliable functioning of the system under modern threats.

Чен Д. І., курсант
Науковий керівник – Рихальський О. Р., канд. техн. наук, доц.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ В РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКІЙ ВІЙНІ

Важливу роль в сучасній війні відіграють безпілотні авіаційні комплекси (БпАК), які використовуються для розвідки, спостереження поля бою, коригування дій щодо вогневого ураження тощо. Результативність застосування БпЛА за цільовим призначенням залежить від радіоелектронного впливу комплексів радіоелектронної боротьби (РЕБ) на радіоелектронні системи (РЕС) БпАК та радіоелектронного подавлення (РЕП) радіоелектронних засобів (РЕЗ).

Російські засоби РЕБ на початку 2022 року базувалися на потужному централізованому радіоелектронному подавленню великими комплексами, де

основними технологіями були високопотужні передавачі, фазовані антенні решітки (ФАР) для електронного сканування променями, цифрові процесори обробки сигналів для аналізу та генерації шумового подавлення, у широкому діапазоні частот (від короткохвильових до надвисоких), а також пасивні датчики для виявлення та спуфінгу GPS і супутникового зв'язку, підміни сигналів радарів.

З кінця 2022 – 2023 року відбулася трансформація російських засобів РЕБ до децентралізованих, легких систем ротного та взводного рівня. Портативні антидронові рушниці використовують компактні модулі з цифровою обробкою сигналів для швидкого сканування та подавлення у діапазоні 433…5800 МГц, багатоканальне подавлення (до 3…6 каналів одночасно), частотний hopping (швидке перемикання частот для уникнення контр-подавлення) і спрямовані антени для створення локальних зон подавлення радіусом 1…5 км. Ці системи працюють на принципах шумового подавлення контрольних сигналів FPV-дронів і спуфінгу GNSS для дезорієнтації БпЛА.

З 2024 року ключова еволюція пішла в інтеграцію з дроновими системами та нові методи впливу. Модулі подавлення встановлюють на материнські БПЛА для мобільного подавлення, ретранслятори, які використовують оптоволоконний кабель для передачі сигналу керування та відео. БпЛА отримали тепловізори, елементи штучного інтелекту для автономного наведення на останній фазі польоту та резервне радіокерування з адаптацією до подавлення. Замість чистого шумового подалення застосовується спуфінг — генерація фальшивих GPS-сигналів для підміни координат, створення помилкових маяків і обману інерціальних систем дронів, а також перехоплення команд для дезорієнтації. Масово впроваджуються дешеві дрони-приманки з штучним інтелектом для імітації цілей і перевантаження ворожих РЕБ.

З відкритих джерел інформації підрозділи РЕБ російської федерації тепер організовані на трьох рівнях. На тактичному — ротні та взводні групи з портативними системами, де щільність становить приблизно одну потужну систему на 8…12 км фронту; вони використовують DSP(Цифровий сигнальний процесор) для реального часу аналізу спектру та автоматичного вибору цілей. На оперативному — окремі роти та батальйони РЕБ у мотострілецьких, танкових і артилерійських бригадах, а також спеціалізовані бригади РЕБ, які зберігають великі комплекси з ФАР і високо потужними передавачами.

Спеціалізовані групи інтегрують РЕБ з FPV-дронами, крилатими-бомбами та роєм дронів, де технології включають ШІ, для координації подавлення і спуфінгу в комплексному «електронному щиті».

Станом на 2025–2026 роки російські РЕБ досягли локальної переваги в контр-дроновій боротьбі завдяки масовому розгортанню легких систем, ретрансляторів і роїв дронів з наведенням за допомогою штучного інтелекту. При їх застосуванні здійснюється швидке переналаштування частот, алгоритмів спуфінгу (зокрема, з використанням CRPA-антен для стійкості до подалення) та інтеграція з ударними засобами. Війна в ефірі стала постійним змаганням на швидкість адаптації: оновлення програмного забезпечення DSP, частотних планів і тактики застосування.

Головний підсумок розвитку російських засобів РЕБ є перехід від великих стаціонарних систем з потужними передавачами, ФАР і шумовим подавленням до мобільних засобів з DSP, штучним інтелектом, волоконної оптики, ретрансляцією, спуфінгом GNSS і тісною інтеграцією в підрозділи.

Король І. С., курсант
Науковий керівник – Рихальський О. Р., канд. техн. наук, доц.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ РАДІОЕЛЕКТРОННОГО ПОДАВЛЕННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ТАКТИЧНОГО РІВНЯ В РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКІЙ ВІЙНІ

У сучасній війні суттєво зростає використання радіоелектронних систем управління, зв’язку, навігації й розвідки, для яких характерним є широке використання безпілотних технологій, особливо це характерно для безпілотних авіаційних комплексів (БпАК), до складу якого входять безпілотні літальні апарати (БпЛА) та пункти управління (ПУ). Результативність застосування БпЛА за цільовим призначенням залежить від радіоелектронного впливу комплексів радіоелектронної боротьби (РЕБ) на радіоелектронні системи (РЕС) БпАК та радіоелектронного подавлення (РЕП) радіоелектронних засобів (РЕЗ) БпЛА.

Цілями радіоелектронних перешкод у РЕБ з БпЛА є канали, що функціонують у системі «ПУ - БпЛА» (командний, телеметрії, цільової інформації,

навантаження та супутникової навігації). Змістом РЕП БпЛА як складової системи РЕБ з БпАК є комплекс заходів щодо зриву або порушення їх роботи в командному каналі та каналі ручного управління, у тому числі управління цільовим навантаженням (підривними засобами), а також телеметрії та супутникової навігації, шляхом випромінювання електромагнітних коливань спеціальними передавачами, які формують випромінювання в широкому діапазоні частот.

З відкритих джерел інформації відомо, що основними об'єктами РЕП БпЛА тактичного рівня є: FPV дрон-камікадзе (система управління ELRS) з діапазоном частот: 400…2400 МГц (управління); 860…930 МГц (стандартний діапазон). Квадрокоптер Autel EVO MAX з діапазонами робочих частот: 902…928 МГц; 2,4000…2,4835 ГГц; 5,150…5,250 ГГц; 5,725…5,850 ГГц. Квадрокоптер DJI MAVIC з робочим діапазоном частот: 2,400…2,4835 ГГц; 5,725…5,850 ГГц.

Виявлення наявності FPV – дронів та безпілотних літальних апаратів компаній DJI та Autel відбувається за допомогою пристроїв для віддаленого виявлення та слідкування за БпЛА та інформаційно-комунікаційних систем (наприклад "Графіт", який має два режими роботи: моніторинг (відстежування у реальному часі повітряного простору) та історія (проведення аналізу попередніх шляхів прольотів)).

Застосування засобів РЕБ, які використовуються для подавлення каналів управління FPV-дронів та безпілотних літальних апаратів: Найбільш ефективним є комбіноване використання різних методів подавлення, радіоподавлення каналів управління, подавлення навігаційних сигналів; створення перешкод в передачі даних.

Застосовуються комплекси (засоби) РЕБ протидії БпЛА як автономно, так і в складі відділення. За наявності декількох виробів можливе групове застосування у складі підрозділу радіоперешкод БпЛА у ролі ведучого (головного) або відомого (підпорядкованого) комплексу в районах масованих польотів БпЛА. Одиночний комплекс застосовується у районах, де польоти БпЛА здійснюються з низькою інтенсивністю, під час забезпечення дій окремих підрозділів та в районах розташування найбільш важливих об'єктів.

Також важливим питанням є сумісне застосування комплексів (засобів) РЕБ разом з БпЛА тож при організації виконання завдань за призначенням, під час планування сумісного застосування комплексів (засобів) РЕБ та БпЛА необхідно враховувати інформацію про тип БпАК, район та час виконання завдань, отримати інформацію стосовно радіоелектронної обстановки; володіти

інформацією про перебування підрозділів РЕБ та БпЛА своїх військ у визначеному районі, факт прольоту БпЛА своїх військ; володіти сигналами управління в частині, що стосується забезпечення безпечного виконання польотного завдання своїми БпЛА та забезпечити ефективне застосування наявних засобів щодо боротьби із БпЛА противника.

До особливостей застосування РЕП БпЛА тактичного рівня відносяться: використання різних каналів управління та навігації, масове використання дешевих FPV-дронів, демаскування позицій засобів РЕБ.

Шляхами вирішення є: розроблення адаптивних і програмно керованих систем РЕБ; постійний моніторинг радіочастотного спектра, використання комплексних систем боротьби з БпЛА, поєднання РЕБ із засобами ППО та стрілецькою зброєю, застосування короткочасних режимів роботи; регулярна зміна позицій.

Каленчук І. О., курсант
Науковий керівник – Василенко Р. В.
Харківський національний університет Повітряних Сил
імені Івана Кожедуба

РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ВПРОВАДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ІНЕРЦІАЛЬНИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ МОДУЛІВ ДО СКЛАДУ ІНФОРМАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ ВЕРТИКАЛІ І КУРСУ ІК-ВК-80-4 БАГАТОЦІЛЬОВОГО ЛІТАКА

У ході ведення бойових дій важливе значення мають дії авіації. Під час виконання бойових завдань досить часто авіація застосовується на гранично малих висотах в режимі радіомовчання, щоб імовірність виявлення зенітно-ракетними комплексами противника була мінімальною. Власне для орієнтації та навігації на борту доцільно використовувати системи зчислення шляху на базі інерціальної навігаційної системи (ІНС). ІНС відрізняються автономністю, скритністю, безперервністю, незалежністю від погодних умов та пори доби, захищеністю від перешкод, але потребують підвищення точності визначення координат місцезнаходження повітряного судна.

Теоретичними основами будови алгоритмів ІНС є поняття репера та

аналіз його руху в обраних системах координат. Від вибору цих систем залежать повнота та точність отримуваного переліку навігаційних параметрів, які визначають місцеположення ПС, висоту та напрямок його руху.

На літаках МиГ-29 завдання літаководіння виконуються за допомогою інформаційного комплексу вертикалі і курсу ИК-ВК-80-4. Інформаційний комплекс вертикалі і курсу ИК-ВК-80-4 призначений для визначення і видачі в інші системи сигналів, пропорційні кутам крену γ, тангажу υ та курсу ψ, складових абсолютної лінійної швидкості літака за трьома осями гіростабілізованої платформи $V_{a\xi}$, $V_{a\eta}$, $V_{a\zeta}$ та вертикального прискорення a_{ζ}. Цей комплекс належить до класу інерціальних навігаційних пристроїв і є одним із основних джерел даних для систем пілотажно-навігаційного комплексу повітряного судна. ИК-ВК-80-4 має у своєму складі дві інерціальні курсовертикалі, одна з яких є основна, а друга – резервна. Кожна інерціальна курсовертикаль (основна та резервна) побудована на гіростабілізованій платформі, яка утримується у горизонті за сигналами, сформованими на основі показань акселерометрів, а в азимуті – за напрямком, який задається вільним гіроскопом. Основний недолік даного гіроскопу це неминучий дрейф, який виникає в реальних механічних гіроскопах через недосконаліть їхнього виготовлення та зовнішні впливи.

Розвиток вимірювальних приладів у галузі авіації демонструє чітку тенденцію до переходу від класичних механічних та термоелектричних сенсорів до оптичних та твердотільних рішень, які поєднують точність, компактність і високу надійність.

Порівняльна характеристика сучасних вимірювачів кутової інформації показала, що кільцеві лазерні гіроскопи забезпечують найвищу точність та стабільність, проте залишаються дорогими та технологічно складними у виробництві. Волоконно-оптичні гіроскопи відзначаються меншими габаритами й надійністю завдяки відсутності рухомих частин, робить їх особливо придатними для маневрових повітряних суден. Хвильові твердотільні гіроскопи демонструють перспективність завдяки компактності та відносно низькій вартості, однак їх точність поки що поступається іншим типам.

Аналіз акселерометрів різних типів показав, що вони забезпечують високу точність і стабільність, що робить їх найбільш перспективними для застосування в авіаційних інерціальних системах.

Застосування інерціальних блоків GuideNav або Crouzet забезпечує виграш у масогабаритних показниках і скорочення часу виставки (готовності) комплексу. Модернізований інформаційний комплекс характеризується підвищеною безвідмовністю, зменшеними трудовитратами на підготовку та обслуговування інженерно-технічним складом, а також високою точністю вихідних параметрів з мінімальною дисперсією похибок. Запропоноване компонування спрощує інтеграцію з апаратурою супутникової навігації, що підвищує надійність і розширює функціональні можливості системи в цілому.

Romanova K. S., cadet
Scientific supervisor – Sarik Ye. V.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

DEVELOPMENT OF PROPOSALS FOR IMPROVING THE PROCEDURE FOR ASSESSING THE ELECTRONIC WARFARE ENVIRONMENT IN AN S-300 SURFACE-TO-AIR MISSILE BATTALION DURING PREPARATION FOR COMBAT OPERATIONS, TAKING INTO ACCOUNT THE EXPERIENCE OF COMBAT EMPLOYMENT OF AIR DEFENSE MISSILE UNITS

The experience of combat operations under the conditions of the armed aggression of the Russian Federation against Ukraine demonstrates a significant increase in the role of electronic warfare as one of the key factors affecting the effectiveness of the combat employment of air defense units, particularly surface-to-air missile units.

The adversary extensively employs electronic warfare assets to reduce the effectiveness of radar systems, weapon control systems, and command and guidance systems of surface-to-air guided missiles. This significantly complicates the process of assessing the air and electronic environment.

Incomplete or inaccurate assessment of the electronic environment may lead to inadequately justified command decisions and reduced effectiveness in engaging enemy air attack assets.

Therefore, there is a need to improve existing approaches to the assessment of the electronic environment, taking into account the wide range of available forces and assets, as well as modern forms and methods of electronic warfare employment.

In this context, a scientific and practical task arises to develop proposals for improving the procedure for assessing the electronic environment in an S-300 surface-to-air missile battalion during preparation for combat operations.

The implementation of an improved assessment procedure will enhance the validity of decision-making by the battalion commander, improve the quality of combat planning, and ensure timely consideration of electronic warfare factors. Ultimately, this will help reduce the impact of electronic interference on combat operations and increase the effectiveness of engaging enemy air attack assets.

Лобур В. Р., курсант
Науковий керівник – Городиський Р. О.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ЗАВАДОЗАХИЩЕНИХ КАНАЛІВ ЗВ'ЯЗКУ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ БЕЗПІЛОТНИМИ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ

Сучасний досвід ведення бойових дій демонструє, що безпілотні технології стали визначальним фактором на полі бою. Проте ефективність застосування безпілотних літальних апаратів (БПЛА) безпосередньо залежить від надійності каналів управління та передачі телеметричної інформації. В умовах насичення фронту засобами радіоелектронної боротьби, стандартні протоколи зв'язку стають вразливими, що призводить до втрати контролю над апаратами та зниження ефективності виконання завдань.

Основним шляхом підвищення живучості безпілотних систем є впровадження завадозахищених технологій, зокрема методів розширення спектра. Використання технології стрибкоподібної перебудови робочої частоти дозволяє мінімізувати вплив вузькосмугових завад противника. Крім того, актуальним є перехід на нестандартні діапазони частот, що виходять за межі роботи типових засобів радіоелектронного придушення, та використання спрямованих антен для формування вузького променя зв'язку.

Окрему роль відіграє впровадження елементів штучного інтелекту безпосередньо в бортові системи керування. Це дозволяє БПЛА продовжувати виконання місії в автоматичному режимі при повному пригніченні каналів

навігації та зв’язку. Автономна ідентифікація цілей та орієнтація за візуальними орієнтирами значно розширюють можливості застосування безпілотних систем у глибокому тилу противника.

Таким чином, розвиток безпілотних технологій нерозривно пов’язаний із вдосконаленням засобів радіозв’язку та криптографічного захисту даних. Створення інтегрованих систем моніторингу та управління БПЛА є пріоритетним завданням для забезпечення переваги в інформаційному просторі сучасного поля бою.

Поліщук – Данило Є. Ю, курсант
Науковий керівник – Городиський Р. О.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

МЕТОДИ ЗАХИСТУ ЦИФРОВИХ РАДІОМЕРЕЖ ВІЙСЬКОВИХ ФОРМУВАНЬ В УМОВАХ СУЧАСНИХ БОЙОВИХ ДІЙ

Сучасні бойові дії характеризуються активним використанням інформаційно-комунікаційних технологій та цифрових систем зв’язку. Одним із ключових елементів управління військовими підрозділами є цифрові радіомережі, які забезпечують оперативний обмін інформацією між командними пунктами, бойовими підрозділами та технічними засобами розвідки. Водночас відкритий характер радіоефіру створює значні ризики перехоплення, глушіння сигналів або несанкціонованого доступу до переданої інформації. У зв’язку з цим важливим завданням є впровадження ефективних методів захисту цифрових радіомереж.

Одним із базових механізмів захисту є застосування криптографічних алгоритмів для забезпечення конфіденційності та цілісності інформації. Як зазначає В. Сталлінгс, сучасні криптографічні протоколи дозволяють реалізувати надійний захист каналів передачі даних навіть у випадку часткового перехоплення сигналу противником. Використання симетричного та асиметричного шифрування дає змогу забезпечити автентифікацію користувачів мережі, а також запобігти підміні вузлів зв’язку або несанкціонованому доступу до системи.

Іншим важливим методом підвищення стійкості радіомереж є використання технологій розширення спектра сигналу, зокрема методу швидкої перебудови робочої частоти. Згідно з дослідженнями Б. Склара, такі технології дозволяють значно ускладнити перехоплення або глушіння сигналу противником, оскільки передача інформації відбувається на різних частотах відповідно до визначеного алгоритму. Це підвищує завадостійкість системи зв'язку та забезпечує стабільну передачу даних навіть у складних умовах радіоелектронної боротьби.

Крім криптографічного захисту та технологій розширення спектра, важливу роль відіграє моніторинг радіоефіру та аналіз мережевого трафіку. Сучасні системи управління мережею дозволяють відстежувати параметри сигналу, рівень завад та підозрілу активність у мережі. Застосування інтелектуальних методів аналізу сигналів дає змогу виявляти аномальні зміни у поведінці радіомережі та своєчасно реагувати на можливі загрози. Додатковим напрямом підвищення безпеки є використання механізмів автентифікації та контролю доступу до мережі. Такі механізми дозволяють перевіряти справжність пристроїв, які підключаються до системи зв'язку, та запобігати підключенню несанкціонованих вузлів.

Для України питання захисту військових радіомереж набуває особливої актуальності в умовах активного застосування противником засобів радіоелектронної боротьби та кібероперацій. Надійний захист каналів зв'язку забезпечує стабільне управління військами, оперативну передачу розвідувальної інформації та координацію дій підрозділів на полі бою.

Ще одним перспективним напрямом розвитку захищених радіомереж є використання мереж із самоорганізованою архітектурою. У таких мережах вузли можуть автоматично формувати структуру зв'язку без використання централізованої інфраструктури, що є особливо важливим у бойових умовах. Згідно з дослідженнями в галузі комунікаційних систем, самоорганізовані мережі забезпечують високу гнучкість та стійкість до пошкодження окремих елементів системи. У випадку втрати одного з вузлів мережа здатна автоматично перебудовувати маршрути передачі даних, що дозволяє підтримувати безперервний зв'язок між підрозділами.

Крім технічних засобів захисту, важливе значення має організаційний аспект забезпечення безпеки радіомереж. До таких заходів належать контроль доступу до обладнання, регулярне оновлення програмного забезпечення, використання захищених протоколів передачі даних та підготовка персоналу до

роботи в умовах кіберзагроз. Відповідно до рекомендацій NIST, комплексний підхід до інформаційної безпеки, що поєднує технічні, програмні та організаційні методи захисту, є найбільш ефективним для протидії сучасним кіберзагрозам і радіоелектронному впливу.

Таким чином, ефективний захист цифрових радіомереж військових формувань повинен базуватися на комплексному використанні криптографічних методів, технологій розширення спектра сигналу, систем моніторингу радіоефіру та механізмів контролю доступу. Поєднання цих підходів дозволяє значно підвищити стійкість систем зв’язку до радіоелектронного впливу та забезпечити надійне функціонування військових інформаційних систем в умовах сучасних бойових дій.

Опанасенко В. С., курсант
Науковий керівник – Василенко С. В., канд. техн. наук, ст. дослід.
Інститут спеціального зв’язку та захисту інформації
Національного технічного університету України
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

КОНЦЕПЦІЯ ГІБРИДНОГО ПРЕДИКТИВНО-КОГНІТИВНОГО ЗАСОБУ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ БЛИЖНЬОЇ ДІЇ

В сучасних умовах ведення бойових дій акцент на застосування засобів розвідки та вогневого ураження зміщений з традиційного до застосування безпілотних систем, ефективність застосування яких залежить від стійкості каналів управління до впливу навмисних завад. Сучасні цифрові протоколи обміну даними безпілотних систем зазвичай використовують широкосмугові сигнали, спектр яких значно ширший спектру корисного сигналу (LoRa, ELRS, TBS Crossfire). Розширення спектру досягається за рахунок використання методів псевдовипадкового переналаштування робочої частоти (ППРЧ) зі швидкістю до 1000 стрибків на секунду. При цьому традиційні засоби радіоелектронної боротьби ближньої дії (РЕБ), використовуючи реактивну широкосмугову загороджувальну заваду та класичний підхід постановки “у слід”, стикаються з проблемою апаратної затримки, що призводить до неможливості реагувати на швидкі зміни частоти.

Для розв'язання цієї суперечності у роботі запропоновано концепцію предикативно-когнітивного РЕБ, що базується на поєднанні методів

передбачення станів сигналу на основі попереднього аналізу та адаптації поведінки системи в залежності від стратегії противника. Використання моделей самонавчання у поєднанні зі швидкісними програмованими логічними інтегральними схемами дає змогу відмовитися від постановки традиційних завад "у слід" на користь прогнозного прицільного впливу на випередження.

Окрім того синтез таких систем дозволить проводити динамічний розподіл потужностей, що значно підвищить енергоефективність засобу РЕБ.

Практична значущість роботи полягає у створенні науково-методичного апарату, який буде основою для розробки сучасних предикативно-когнітивних засобів РЕБ, здатних здійснювати придушення широкосмугових сигналів з ППРЧ.

Савчук В. Р., курсант
Науковий керівник – Радушинський О. П.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

РАДІОЕЛЕКТРОННА РОЗВІДКА ЯК ОСНОВА ФОРМУВАННЯ ЦІЛЕВКАЗАННЯ

Сьогодні електромагнітний простір остаточно трансформувався у повноцінне операційне середовище збройної боротьби. Оскільки левова частка систем бойового управління, телеметрії, навігації та наведення високоточного озброєння критично залежить від радіоканалів, домінування в радіоефірі є базовою передумовою тактичної переваги. У цьому контексті радіоелектронна розвідка (РЕР) виступає безальтернативним інструментом здобуття даних, забезпечуючи виявлення ворожих радіоелектронних засобів (РЕЗ), аналіз їхніх сигнатур та видачу точного цілевказання.

Ефективність сучасної радіорозвідки базується на синергії методів радіоперехоплення, багатопозиційного пеленгування та складного математичного апарату обробки радіотехнічних параметрів. Технологічним ядром передових комплексів РЕР стали апаратно-програмні архітектури SDR (Software Defined Radio). Перехід до глибокої цифрової обробки сигналів у надширокій смузі частот забезпечує системі високу адаптивність. Завдяки програмно-визначеним алгоритмам, оператори здатні здійснювати миттєвий спектральний аналіз електромагнітної обстановки та оперативно перелаштовувати обладнання під нові, нестандартні форми випромінювань противника.

Разом з тим, еволюція ворожої тактики застосування РЕЗ створює серйозні перешкоди для класичної геолокації. Найгострішою проблемою сьогодення є масове використання противником радіоретрансляторів, зокрема тих, що базуються на платформах безпілотних літальних апаратів (БпЛА). Використовуючи просторову маневреність та здатність динамічно змінювати висоту, дрони-ретранслятори не лише кратно розширюють радіус дії систем зв'язку, але й виконують функцію «хибних цілей». У таких умовах засоби РЕР часто пеленгують координати проміжного повітряного вузла, в той час як реальне місцерозташування оператора або наземного пункту управління залишається замаскованим.

Нівелювання загрози ретрансляції вимагає впровадження високоточних приймальних систем експертного класу, поєднаних зі спеціалізованим програмним забезпеченням для радіомоніторингу. Орієнтиром у цій сфері є обладнання професійного рівня, зокрема приймальні комплекси німецької компанії Rohde & Schwarz. Їхня надвисока чутливість, апаратна швидкодія та безпрецедентна точність вимірювань дозволяють виокремлювати слабкі керуючі сигнали на тлі потужних ретрансляційних перешкод. Використання подібного обладнання дає змогу реалізовувати складні алгоритми різницево-далекомірної (TDOA) та пеленгаційної (AOA) геолокації джерел випромінювання.

Комплексна радіоелектронна розвідка є фундаментом здобуття інформаційної та вогневої переваги. Використання сучасних SDR-платформ та високоточних приймачів дозволяє вирішувати завдання локалізації навіть в умовах активного застосування противником повітряних ретрансляторів. Максимальна ефективність досягається шляхом глибокої інтеграції засобів РЕР з автоматизованими системами управління військами, що дозволяє формувати замкнені розвідувально-ударні контури. У такій парадигмі виявлена та верифікована ціль практично в режимі реального часу передається до засобів ураження.

Рой І. М., курсант
Науковий керівник – Гладич Р. І.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

АВТОМАТИЗОВАНИЙ МОНІТОРИНГ РАДІОВИПРОМІНЮВАННЯ ОСОБОВОГО СКЛАДУ ЯК МЕТОД КОНТРОЛЮ ЦИФРОВОЇ ДИСЦИПЛІНИ ТА ВИЯВЛЕННЯ НЕСАНКЦІОНОВАНО УВІМКНЕНИХ ГАДЖЕТІВ

Сучасний досвід ведення бойових дій демонструє, що цифрова дисципліна особового складу стала критичним чинником виживання підрозділів. Використання цивільних гаджетів, таких як смартфони, смарт-годинники та фітнес-трекери, створює навколо позицій характерний радіоелектронний відбиток. Засоби радіотехнічної розвідки противника здатні дистанційно детектувати ці сигнали у діапазонах GSM, Wi-Fi та Bluetooth, що дозволяє з високою точністю визначати координати місць дислокації, командних пунктів та логістичних вузлів. Традиційні методи підтримання режиму радіомовчання, що базуються виключно на адміністративних заборонах, часто виявляються неефективними через людський фактор, що потребує впровадження автоматизованих технічних рішень у систему протидії технічним розвідкам.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю створення локальних систем пасивного радіомоніторингу, які здатні виявляти демаскувальні ознаки підрозділу швидше за ворожі комплекси розвідки. Основна ідея полягає у розгортанні мережі малогабаритних сенсорів навколо об’єктів оборони. Ці сенсори працюють у пасивному режимі, не створюючи власного випромінювання, що робить їх невидимими для засобів радіоелектронної боротьби противника. Головним завданням такої системи є безперервне сканування ефіру на предмет появи сигналів, що не належать до штатних військових засобів зв’язку з низькою ймовірністю перехоплення.

Технічна реалізація запропонованого підходу базується на використанні алгоритмів класифікації сигналів, що дозволяють у реальному часі відокремлювати санкціоновані радіообміни від випадкових сплесків активності цивільних пристроїв. При фіксації несанкціонованого випромінювання система здійснює автоматичну локалізацію джерела методом тріангуляції або аналізу

потужності сигналу. Це дає змогу командиру підрозділу оперативно виявляти конкретне місце порушення цифрової дисципліни та миттєво усувати демаскувальну ознаку до того, як вона буде використана противником для наведення засобів вогневого ураження.

Важливою перевагою впровадження таких систем є можливість верифікації радіопрофілю підрозділу в динаміці. Аналіз електромагнітного фону дозволяє не лише боротися з гаджетами особового складу, а й виявляти сторонні розвідувальні пристрої або «закладки», які можуть бути таємно розміщені на позиціях. Таким чином, система автоматизованого моніторингу стає активним елементом протидії технічним розвідкам, який перетворює неконтрольоване радіовипромінювання на керований параметр безпеки. Це дозволяє створювати умови, за яких технічна розвідка противника отримує спотворену або мінімальну інформацію про реальне розташування сил.

У підсумку, автоматизація контролю радіопрофілю є безальтернативним кроком для підвищення живучості військ у зоні безпосереднього зіткнення. Перехід від пасивної заборони до активного технічного моніторингу дозволяє нівелювати ризики, спричинені розвитком засобів радіотехнічної розвідки противника. Подальший розвиток цього напряму має фокусуватися на інтеграції сенсорів моніторингу в єдину мережу управління ситуаційною обізнаністю, що забезпечить комплексний захист підрозділів від технічних засобів спостереження у всіх доступних діапазонах випромінювання.

Андрощук М. С., курсант
Науковий керівник – Будзінська О. О.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОТИДІЇ РАДІОЛОКАЦІЙНІЙ РОЗВІДЦІ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

В умовах відсічі широкомасштабної агресії рф проти України завдання ефективної протидії технічним розвідкам (далі – ПД ТР) набуває особливого значення. На державному рівні основні засади організації ПД ТР та функціонування системи ПД ТР визначені Положенням про протидію технічним розвідкам в Україні, затвердженим Постановою Кабінету Міністрів

України. Загальні вимоги до змісту та послідовності робіт з організації ПД ТР на об'єктах протидії, до яких належать, зокрема, озброєння та військова техніка (далі – ОВТ), визначені документом "Порядок організації протидії технічним розвідкам", а рекомендації щодо протидії засобам радіолокаційної розвідки (далі – РЛР) наведені в нормативному документі "Протидія технічним розвідкам. Рекомендації щодо протидії засобам радіолокаційної розвідки". Таким чином, нормативними документами визначено комплекс організаційних та інженерно-технічних заходів, спрямованих на запобігання або ускладнення добування засобами технічних розвідок інформації про зразки озброєння, військову техніку та військові об'єкти.

Водночас, заходи та засоби протидії в окремих випадках не враховують постійно зростаючі спроможності радіолокаційних засобів, оснащених апаратурою високого просторового розрізнення, вести детальну розвідку об'єктів. За таких умов постає нагальне завдання формування пропозицій щодо своєчасного корегування заходів протидії та оснащення об'єктів захисту ефективними засобами пасивної (наприклад, маскування, радіопоглинаючі покриття, радіолокаційні відбивачі тощо) та активної (засоби радіоелектронного подавлення, вогневого ураження тощо) протидії.

В доповіді проаналізовано діючі нормативно-правові документи з протидії технічним розвідкам, визначений ними комплекс організаційних та інженерно-технічних заходів, спрямованих на запобігання або ускладнення добування засобами технічних розвідок інформації про зразки озброєння, військову техніку та військові об'єкти. Акцентовано увагу на способах та засобах протидії повітряній та космічній радіолокаційній розвідці озброєння та військової техніки. Проведено аналіз характеристик найбільш поширених засобів повітряної та космічної радіолокаційної розвідки провідних у військовому відношенні країн світу. Показано, що сучасні засоби радіолокаційної розвідки мають спроможності, які дозволяють ідентифікувати окремі зразки бронетехніки та малорозмірні військові об'єкти. Розглянуті способи протидії засобам повітряної та космічної радіолокаційних розвідок (зниження радіолокаційного контрасту ОВТ відносно фону місцевості; приховування ОВТ за перешкодами, які непрозорі для радіохвиль в робочих діапазонах частот засобів РЛР; активна протидія засобам РЛР шляхом постановки радіоперешкод; технічна дезінформація противника) та наведені їх характеристики з урахуванням застосування озброєння та військової техніки в умовах ведення активних бойових дій.

Наведені результати польового випробування ефективності ПД ТР, проведеного фахівцями з протидії, яке проводились під час демонстраційного польоту безпілотного літального апарату зі встановленою на борту радіолокаційною станцією з метою оцінювання ефективності технічної дезінформації противника шляхом імітування зразка автомобільної військової техніки під імітаційний об’єкт.

Запропоновані шляхи удосконалення протидії радіолокаційній розвідці, такі як зміни підходу до захисту об’єктів та необхідність внесення змін у нормативні документи з технічного захисту інформації за напрямком протидії технічним розвідкам (в такі як, наприклад, діючий на даний час нормативний документ з питань технічного захисту інформації “Протидія технічним розвідкам. Рекомендації щодо протидії засобам радіолокаційної розвідки”), підвищення ефективності протидії повітряній та космічній радіолокаційній розвідці за рахунок застосування нестандартних заходів та більш сучасних засобів ПД РЛР.

Як напрямок подальших наукових досліджень запропоновано розглядати дослідження ефективності засобів активної протидії розвідувальним безпілотним літаючим апаратам та вироблення рекомендацій щодо їх удосконалення.

Реалізація наведених пропозицій дозволить підвищити захист об’єктів протидії від засобів РЛР на оперативному й тактичному рівнях.

Krasinskyi M. M., cadet
Scientific supervisor – Petrenko O. S., Cand. Sc. (Tech.), Senior Research Ass.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University

ADAPTIVE ALGORITHM FOR MITIGATING THE EFFECTS OF IONOSPHERIC DELAY IN SINGLE-FREQUENCY GNSS USER EQUIPMENT

The variation in the dielectric permittivity of the ionosphere distorts the trajectory of the navigation signal, resulting in an additional delay. Several methods exist for determining and accounting for ionospheric delay. Among these, the dual-frequency measurement technique stands out as the most effective and accurate.

However, measurements at two frequencies are not always accessible. Yet achieving a sufficiently high level of accuracy is crucial for addressing various challenges, even when relying on the receiver's minimum capabilities. An effective approach to enhance the

precision of navigational determinations using data from global navigation satellite systems (GNSS) is by employing the differential correction mode.

Measurements at two frequencies are not always accessible, and for resolving numerous challenges, it becomes essential to achieve a sufficiently high degree of accuracy using only the receiver's basic capabilities. One effective approach to enhancing the precision of navigational calculations based on data from GNSS is by using the differential correction mode.

A significant disadvantage of this method is the limited dimensions of the working area of the Control and Correction Station (CCS). This means the user, when determining their position vector, may not always be within the accessible working range of the CCS.

An algorithm is introduced to address the impact of ionospheric errors, including their fluctuating components, on the accuracy of navigation calculations in single-frequency consumer equipment. This approach utilizes corrective data provided by the CCS network. In this algorithm, based on the adopted model of spatial degradation for differential corrections from the CCS, the correction data from each station within the network is considered with a specific weight that varies according to the user's distance from the respective station.

Лукіянчук К. С., курсант
Науковий керівник – Костерев Д. С.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ СПІЛЬНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ, ПРОТИДІЇ ТЕХНІЧНИМ РОЗВІДКАМ ТА ВОГНЕВИХ ЗАСОБІВ ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ В УМОВАХ ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНОЇ ВІЙНИ

Повномасштабне вторгнення російської федерації на територію України стало каталізатором глибоких змін у характері ведення бойових дій. Війна набула ознак високотехнологічного протистояння, у якому вирішальне значення мають швидкість обміну інформацією, точність наведення, інтеграція розвідувальних і ударних засобів та здатність сторін до адаптації в умовах постійної технологічної ескалації. Одним із ключових чинників трансформації бойових дій стало масове застосування авіаційних, наземних і морських

безпілотних систем, передусім безпілотних літальних апаратів (БпЛА), які поєднали функції розвідки, коригування вогню та високоточного ураження. Водночас зростання ефективності їх застосування зумовило необхідність формування комплексної, багаторівневої системи протидії, яка поєднує засоби радіоелектронної боротьби (РЕБ), протидії технічним розвідкам (ПДТР) та вогневі засоби протиповітряної оборони (ППО).

Засоби РЕБ спрямовані на порушення функціонування каналів зв'язку, управління, навігації та передачі даних. У контексті боротьби з БпЛА основними об'єктами впливу є: канали радіоуправління, канали телеметрії та передачі відеосигналу, системи супутникової навігації (GNSS), бортові радіолокаційні або інші сенсорні системи.

Масовані атаки із застосуванням великої кількості дронів можуть перевантажувати системи РЕБ або змушувати їх працювати в режимі широкосмугового подавлення, що знижує вибірковість і підвищує енергетичне навантаження. Тому РЕБ є надзвичайно ефективним інструментом дезорганізації, але не може розглядатися як самодостатній засіб повної нейтралізації загроз.

Комплекс заходів ПДТР включає засоби виявлення, визначення напрямку місця знаходження засобів технічної розвідки та/або їх носіїв, що випромінюють радіоелектронні сигнали у визначених діапазонах частот та здійснення активного впливу на них та технічні канали збору інформації з метою запобігання або ускладнення добування інформації про об'єкти протидії шляхом створення (формування) радіоелектронних перешкод різного типу. У сучасній війні технічна розвідка стала основою прийняття рішень і наведення високоточної зброї. Російська армія активно використовує широкий спектр розвідувальних БпЛА. Ці системи забезпечують розвідку в режимі реального часу та коригування артилерійського вогню.

Ефективність ПДТР проявляється у зниженні точності розвідданих, порушенні передачі координат, затримці в ухваленні рішень противником.

Протиповітряна оборона виконує функцію фізичного знищення повітряних цілей, які не були нейтралізовані засобами електронного впливу. В умовах масованих атак БпЛА та ракет українські сили ППО продемонстрували високу результативність.

Однак вогневе перехоплення є ресурсномістким процесом. Використання ракет проти відносно дешевих дронів створює асиметрію витрат. Саме тому інтеграція ППО з РЕБ і ПДТР дозволяє зменшити навантаження на вогневі

засоби, залишаючи їх для ураження тих цілей, які не були знешкоджені шляхом застосування радіоелектронних перешкод.

Інтегрована система створює ефект багатошарової оборони, де кожен наступний рівень компенсує можливі недоліки попереднього. У результаті загальна ймовірність успішного відбиття атаки значно перевищує суму ефективностей окремих компонентів.

Підсумовуючи вище зазначене, слід дійти висновку, що спільне застосування засобів РЕБ, ПДТР та вогневих засобів ППО є сучасним стандартом побудови ефективної системи оборони в умовах високотехнологічної війни. Кожен компонент виконує специфічну функцію: РЕБ — дезорганізує управління та навігацію, ПДТР — впливає на систему управління та позиціонування БпЛА, чим знижує якість розвідданих і порушує цикл наведення, ППО — фізично знищує повітряні загрози. Лише їх інтегрована взаємодія забезпечує створення багаторівневої оборони, здатної протистояти масованим і технологічно складним атакам.

Golub Y. I., cadet
Scientific supervisor – Klievtsov S. S.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University

ENHANCING OF THE AIR TARGET DETECTION CHANNEL EFFICIENCY BY USING AN EXCITER OF INCOHERENT LFM SIGNALS

Analyzing combat experience, we can conclude that the enemy actively uses a wide range of air threats, such as unmanned aerial vehicles (UAVs) and cruise missiles (CM), which are constantly being improved and complicate the work of air defense systems (ADS). Particularly noticeable is the trend toward the intensive use of small and low-profile aircraft capable of operating at extremely low altitudes and in difficult conditions, which complicates their timely detection and classification by radars.

However, the capabilities of classic coherent systems in modern conditions are often limited by the influence of enemy electronic warfare (EW), low effectiveness against small UAVs, and the complexity of separating targets from interference and terrain. These problems can be solved by using the latest signal generation technologies, in particular, exciter of incoherent sequences of linearly frequency-modulated (LFM) radio pulses.

Improvements in recognition systems through the introduction of incoherent LFM pulse sequence exciters significantly expand the capabilities of radars and air defense units. This ensures a more effective response to modern enemy threats, reduces the risk of airspace breaches, and generally strengthens the country's defense capabilities.

Степанович М. М., курсант, Ящук О. О., курсант
Науковий керівник – Запорожченко Ю. І.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ПОЕКЗЕМПЛЯРНОГО РОЗПІЗНАВАННЯ ДЖЕРЕЛ РАДІОВИПРОМІНЮВАННЯ

У сучасній радіотехнічній розвідці класичне розпізнавання лише типу цілі вже не забезпечує необхідної повноти даних. Стратегічну перевагу дає поекземплярне розпізнавання або індивідуальна ідентифікація (Specific Emitter Identification – SEI), яка дозволяє розрізнити конкретні екземпляри РЛС навіть серед множини ідентичних моделей. Це відкриває можливості для ідентифікації об’єктів радіотехнічної розвідки та точного відстеження їх переміщення в реальному часі.

В основі такої ідентифікації лежить аналіз тонкої структури сигналу – мікроскопічних варіацій, що виникають через унікальні апаратні особливості кожного передавача (технологічні допуски, нелінійності компонентів та фазові шуми). Ключовими параметрами для аналізу є:

- унікальна форма та крутизна фронту (наростання) та спаду (затухання) імпульсу;
- мікродевіація несучої частоти, притаманна лише одному фізичному пристрою;
- закон зміни частоти в імпульсі від імпульсу до імпульсу;
- огинаюча амплітудно частотного спектру.

Серед цих параметрів тонкої структури для аналізу слід відбирати саме ті, які притаманні широкому класу РЛС з різними принципами побудови передавальних пристроїв і зберігають стійкість як у часі, так і в просторі. Саме ці мікроскопічні відмінності впливають на унікальність «підпису» кожного джерела випромінювання, дозволяючи надійно розрізняти конкретні

екземпляри техніки навіть за однакових моделей і тим самим суттєво підвищувати точність відстеження в умовах радіоелектронної боротьби.

Для фіксації таких мікрозмін, можливостей класичних апаратних засобів уже недостатньо, тому виникає потреба переходити до сучасних методів цифрової обробки сигналів. Цей процес передбачає використання операцій цифрової обробки сигналів, а саме:

аналого-цифрове перетворення;

цифрова фільтрація (видалення шумів, завад та інтерференції для підвищення співвідношення сигнал/шум);

цифрове перенесення спектру в базову смугу та децимація (зменшення частоти дискретизації без втрати корисної інформації);

перетворення Гілберта – формування комплексного сигналу у вигляді IQ-відліків (синфазної та квадратурної складових);

сегментація імпульсів та нормалізація IQ-даних (підготовка масивів для подальшого аналізу).

Оскільки тонка структура сигналу має складну статистичну природу і важко піддається опису жорсткими математичними формулами то найбільш ефективним інструментом її аналізу є нейромережеві моделі (такі як CNN, ResNet або Transformer). Моделі глибокого навчання здатні самостійно виділяти унікальні приховані ознаки з масивів IQ-даних. Це може забезпечити високу точність ідентифікації навіть за умов низького рівня відношення сигнал/шум та стійкість до завад в умовах активної радіоелектронної боротьби.

Реалізація методів машинного навчання на програмному рівні забезпечить гнучку адаптацію системи до нових умов та її масштабування суто шляхом оновлення алгоритмічної бази, не зачіпаючи апаратну частину.

Карпухін Р. Т., курсант
Науковий керівник – Сидорчук О. Л., канд. техн. наук, доц.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РАДІОЧАСТОТНИХ ГАРМОНІК НА ЯКІСТЬ ЗВ'ЯЗКУ З БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Якість зв'язку в FPV безпілотних літальних апаратах (БпЛА) суттево залежить від завад, спричинених впливом вищих гармонік частот. Це можуть бути внутрішні перехресні завади, що створюються гармоніками, які виникають

у цифро-аналогових перетворювачах і стають причиною завад між передавачами або приймачем і передавачем у складі БпЛА. Деякі підсилювачі потужності у складі FPV-дрона також здатні генерувати небажані гармоніки, які призводять до розширення спектру сигналу у каналі передачі даних, зростання рівня помилок, а отже і до погіршення якості зв’язку в FPV БпЛА.

Для усунення впливу таких завад у доповіді проаналізовано відомі методи, що зазвичай використовують для боротьби з негативним впливом радіочастотних гармонік на якість зв'язку. Наприклад це: підключення зовнішніх фільтрів для очищення сигналу керування, шляхом використання порожнистих та смугових фільтрів; попереднє цифрове спотворення сигналу для компенсація нелінійності підсилювачів для їх лінеаризації; розширення спектру сигналу, шляхом застосовування спеціальної технології динамічної зміни робочої частоти з метою уникнення ділянок з високим рівнем шумів; екранування окремих елементів FPV БпЛА від високочастотних складових, шляхом їх фізичного розділення для запобігання внутрішнім наведенням струмів тощо.

У доповіді пропонується додатковий удосконалений метод боротьби з негативним впливом радіочастотних гармонік на якість зв'язку. Він полягає у застосуванні спеціальної удосконаленої таблиці впливу радіочастотних гармонік на якість зв’язку в FPV-дроні на частотах радіокерування від 1000 до 6000 МГц, які найменше впливають на канали відеопередачі. Для створення цієї таблиці проведена експериментальна оцінка потрапляння частот відео в гармоніки частот керування. За даною таблицею можна обрати найбільш оптимальну частоту радіокерування. Саме її і слід використовувати у першу чергу під час підбору конфігурації радіозв'язку. Такі заходи дозволять покращити електромагнітну сумісність, підвищити чутливість приймача, знизити коефіцієнт похибки та покращити якість зв'язку з БПЛА.

Прохор О. Ю., слухач
Науковий керівник – Котенко В. М., канд. техн. наук, доц.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ЦИФРОВИЙ СИНТЕЗАТОР ЧАСТОТ СИСТЕМИ РАДІОЗВ'ЯЗКУ З РОЗШИРЕННЯМ СПЕКТРА МЕТОДОМ ПСЕВДОВИПАДКОВОЇ ПЕРЕБУДОВИ РОБОЧОЇ ЧАСТОТИ НА ОСНОВІ КОДІВ ФІБОНАЧЧІ

У роботі розглянуто реалізацію цифрового синтезатора частот для системи радіозв'язку з розширенням спектра сигналу методом псевдовипадкової перебудови робочої частоти (Frequency Hopping Spread Spectrum, FHSS). Для формування послідовності перебудови частот запропоновано використання алгоритму на основі чисел Фібоначчі. Реалізація системи виконана на базі мікроконтролера ESP-WROOM-32 та генератора сигналів AD9850. Проведено експериментальне дослідження роботи системи за допомогою SDR приймача.

Сучасні системи військового радіозв'язку повинні забезпечувати високу завадостійкість, прихованість передачі інформації та стійкість до радіоелектронної протидії. Одним із ефективних способів підвищення цих характеристик є метод розширення спектра сигналу.

Одним із методів розширення спектра є метод псевдовипадкової перебудови робочої частоти (Frequency Hopping Spread Spectrum – FHSS). У таких системах передавач і приймач синхронно змінюють робочу частоту відповідно до певної псевдовипадкової послідовності. Завдяки цьому сигнал розподіляється по широкому частотному діапазону, що значно підвищує завадостійкість системи та ускладнює виявлення сигналу засобами радіорозвідки.

Ключовим елементом таких систем є синтезатор частоти, який забезпечує швидку та точну зміну частоти. Для реалізації таких систем широко застосовується метод прямого цифрового синтезу частоти (Direct Digital Synthesis – DDS). Перевагою DDS є висока точність формування частоти, швидкість перебудови та можливість програмного керування параметрами сигналу.

Актуальним завданням є вибір алгоритму формування послідовності зміни частот. Запропоновано використання чисел Фібоначчі, оскільки їх рекурсивна структура дозволяє формувати складні послідовності індексів каналів, які мають властивості псевдовипадковості та рівномірного розподілу.

DDS-синтезатор формує сигнал на основі принципу цифрового накопичення фази. Частота сигналу визначається значенням керуючого слова частоти, яке передається до синтезатора через послідовний інтерфейс керування. Після запису керуючого слова відбувається перебудова генератора на нову частоту.

Тактовий генератор AD9850 з 32-бітним фазовим акумулятором (накопичувач фази) забезпечує достатньо високу роздільну здатність формування сигналу, стабільність роботи синтезатора та формування вихідної напруги з частотою до 40 МГц. При використанні частоти опорного генератора 125 МГц мінімальний крок перебудови становить приблизно 0,029 Гц, що є достатнім для більшості радіотехнічних застосувань.

Для реалізації методу FHSS формується набір частотних каналів навколо центральної частоти передавача. Перебудова між каналами здійснюється програмно за допомогою мікроконтролера.

У програмній реалізації значення послідовності Фібоначчі використовується для визначення номера частотного каналу.

Такий підхід дозволяє отримати послідовність перебудови частот, у якій канали використовуються у змінному порядку без простих періодичних повторень. Це ускладнює прогнозування наступної робочої частоти та підвищує рівень захищеності системи.

Додатково у програмній реалізації використовуються параметри початкового ключа та крок зміни, що дозволяє змінювати структуру послідовності каналів.

Для перевірки працездатності розробленої системи проведено експериментальні дослідження із використанням розробленого пристрою та SDR приймача.

На спектрограмі спостерігаються сигнали на різних частотах, що відповідає алгоритму FHSS у межах заданого частотного діапазону та підтверджує коректну роботу алгоритму перебудови. Підтверджено правильність формування фазової маніпуляції сигналу та стабільність роботи DDS-синтезатора.

Проведені експериментальні дослідження підтвердили працездатність розробленої системи та можливість її використання у радіосистемах з підвищеною завадостійкістю.

Kucher M. A., cadet, Kucher K. O., cadet
Scientific supervisor – Pylypovych O. M.
Ivan Kozhedub National Air Force University

DEVELOPMENT OF AN EDUCATIONAL INTERACTIVE APPLICATION FOR CHECKING PARAMETERS AND ADJUSTING THE MAIN SYSTEMS OF THE 19G6 RADAR STATION BASED ON THE EXPERIENCE OF THE RUSSIAN-UKRAINIAN WAR

In the context of modern security challenges and high-intensity combat operations, ensuring the uninterrupted operation of radar reconnaissance assets is of critical importance. Despite its long service life, the 19G6 radar station still incorporates progressive technical solutions and utilizes a complex element base. It includes modern digital computing devices and advanced radar signal processing modules, which, in turn, requires an exceptionally high level of professional training for the personnel.

To improve the quality of technical maintenance and ensure the rapid detection and troubleshooting of equipment in combat conditions, a comprehensive analysis of all operational procedures was conducted. The study examined in detail the procedures performed during parameter checks within the framework of various types of technical maintenance of the 19G6 radar station. Such an analysis made it possible to systematize the sequence of actions of the combat crew, identify the most critical stages of hardware control, and establish a solid scientific and practical foundation for creating effective educational and interactive tools for training specialists on this type of equipment.

As a result of the practical implementation of the research, mnemonic diagrams were developed in the form of educational interactive applications with advanced capabilities for adjusting and tuning the main systems and units of the 19G6 radar station. The application of this approach provided a deeper and more visual representation of the internal processes and the architectural logic of the station's operation.

The developed interactive diagrams allow for highly accurate and detailed modeling of the operation of individual complex subsystems, analysis of possible technical failures, and repeated practice of the combat crew's action algorithms during routine maintenance or restoration work.

Kazakova O. O., cadet, Domashevskyi V. M., cadet
Scientific supervisor – Nevmerzhitsky I. M., Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

VISUAL-SIMULATION MODELING OF PASSIVE INTERFERENCE PROTECTION ALGORITHMS IMPLEMENTED IN MODERNIZED RADAR STATIONS OF RADIO ENGINEERING TROOPS

Today, the Radio Engineering Troops (RTV) use modernized radar stations (radar) of the meter-wave range "Malachite" and P-18MA for radar detection of air targets with a low level of radar visibility (UAVs, cruise missiles). A feature of radar detection of UAVs and cruise missiles is that such targets have a very low effective scattering area (EPR) and fly against the background of passive interference of various origins. For effective detection of this class of targets, the upgraded Malachite and P-18MA radars use digital processing algorithms, which are based on the coherent-compensatory principle of protection against passive interference. The importance and relevance of studying the effectiveness of these algorithms is determined by the change in the nature of modern warfare and directly affects the combat capabilities of radars to detect targets with a low level of radar detectability.

The report presents the main stages of creating visual-simulation Simulink models of passive interference protection algorithms of the Malachite and P-18MA radars, which allow assessing their effectiveness in radar detection of air targets with a low level of radar visibility against the background of passive interference of various origins. Experimental studies have confirmed the performance of Simulink models of passive interference protection algorithms, and their results are fully correlated with known data.

Based on the results obtained, the expediency of using the developed Simulink models to assess the effectiveness of the existing algorithms for protecting the Malachite and P-18MA radars from passive interference, as well as for the development of new, more advanced methods of interference protection, is substantiated.

Kisenko O. S., cadet
Scientific supervisor – Kriuchkov D. M.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

ANALYSIS OF EXISTING METHODOLOGIES FOR EVALUATING THE FIRING EFFECTIVENESS OF MEDIUM-RANGE SURFACE-TO-AIR MISSILE SYSTEMS DURING AERIAL ATTACKS OF A SPECIFIED DURATION

Under the conditions of modern security challenges, the successful execution of combat missions by anti-aircraft missile units directly depends on maintaining equipment in operational condition. Forecasting the ability of systems to operate without failures throughout the entire period of an air enemy strike is a critical element of combat operations planning.

Analysis of the combat employment of medium-range surface-to-air missile systems (in particular the PATRIOT surface-to-air missile system) shows that the effectiveness of firing is determined not only by the characteristics of the missiles, but also by the stability of operation of the surface-to-air missile system's weapon systems. The main factors influencing effectiveness during prolonged air enemy strikes include the system's ability to automatically identify and accumulate data on operational failures, the capability to conduct synchronous analysis of subsystem performance in real time, and the impact of combat load intensity and external conditions on the current technical condition of components.

To improve the accuracy of effectiveness assessment and ensure readiness to repel air enemy strikes, the implementation of integrated digital diagnostic systems is proposed. The main scientific and technical solutions include the automation of data collection (the creation of systems that operate without operator intervention, ensuring the primary processing and storage of information directly at the combat unit) and the centralization of computations (the transfer of collected diagnostic information to a single center, where its comprehensive processing, analysis of the technical condition of the equipment, and the generation of recommendations for further operation are carried out) and condition-based maintenance (the transition from scheduled maintenance to a maintenance concept based on actual data on wear and operational load).

The implementation of the proposed approaches allows for transforming the effectiveness assessment methodology from a theoretical framework into a practical system of dynamic monitoring. This ensures an increase in the operational readiness

of the surface-to-air missile system, reduces the risk of sudden failures during air defense engagements, and maximizes the likelihood of successfully repelling an air enemy strike of any duration.

Riznychenko Y. V., cadet
Scientific supervisor – Kriuchkov D. M.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

ANALYSIS OF EXISTING PROCEDURES FOR MONITORING THE TECHNICAL CONDITION OF THE RADIO-ELECTRONIC EQUIPMENT OF A MEDIUM-RANGE SURFACE-TO-AIR MISSILE SYSTEM

An analysis of the combat experience of anti-aircraft missile units in the Russian-Ukrainian war has shown that the air defense system (ADF) is an integral part of Ukraine's defense capability, specifically the protection of its airspace. The successful execution of combat missions by anti-aircraft missile units is possible only if the anti-aircraft missile systems (AAMS) are in good working order. One of the problematic issues has been the failure of radio-electronic equipment (REE) components, which necessitates the analysis and improvement of existing procedures for monitoring the technical condition of critical REE components in any SAM system.

The report provides an analysis of existing methods for predicting technical condition and built-in programs for monitoring technical condition (BITE), which allow for the selection of components with a higher reliability factor, the development of alternative structural layout options for the arrangement and placement of components (REE), and the ability to perform repairs and maintenance (REE) in a timely manner without significant delays in restoring operational readiness.

Based on an analysis of existing procedures for monitoring the technical condition REE AAMS of medium-range systems, it has been determined that, from the perspective of predicting technical condition, it is difficult—or, more precisely, impossible—to provide a precise distinction between gradual and sudden failures. Depending on the feasibility of prediction, based on the duration of the pre-failure state, it is more appropriate to speak of failures that are and are not predictable. It has also been established that BITE is essential for ensuring the reliability and effectiveness of the system. The process of properly selecting tests requires an

understanding of the system's unique requirements and an assessment of potential risks from failures.

Properly selected models with appropriate accuracy and high reliability for predicting technical condition, along with BITE tests that verify the functionality REE of anti-aircraft missile systems under extreme combat conditions, will significantly enhance the effectiveness of anti-aircraft missile systems in combat by providing accurate information on their technical condition.

Крижановський Д. А., курсант
Науковий керівник – Ваврічен О. А.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

ПРОТИДІЯ ТА ПРОТИСТОЯННЯ В ЕЛЕКТРОМАГНІТНОМУ СПЕКТРІ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

У сучасному безпековому середовищі електромагнітний спектр набув статусу одного з ключових операційних доменів ведення протиборства між державами поряд із суходолом, морем, повітряним простором та кіберпростором. Стрімкий розвиток цифрових систем управління, засобів радіозв'язку, радіолокаційних комплексів, супутникових комунікацій та безпілотних платформ істотно підвищив значення електромагнітного середовища у процесах управління військами та забезпечення інформаційної переваги на полі бою. Фактично електромагнітний спектр став основою функціонування сучасних систем управління. Його раціональне та ефективне використання дозволяє здійснювати моніторинг оперативної обстановки, організовувати безперервний обмін даними між підрозділами, забезпечувати взаємодію різних видів військ, а також оперативно отримувати та аналізувати інформацію про дії противника.

Протиборство в електромагнітному спектрі охоплює широкий спектр організаційних, технічних і тактичних заходів, спрямованих на досягнення домінування у радіочастотному середовищі. Основна мета таких дій полягає у порушенні функціонування радіоелектронних систем противника, зниженні ефективності його інформаційно-комунікаційної інфраструктури та одночасному забезпеченні стійкої, захищеної роботи власних засобів зв'язку, радіолокації та спостереження. До ключових складових цього протиборства належать

радіоелектронна розвідка, радіоелектронна боротьба та радіоелектронний захист. Радіоелектронна розвідка дозволяє здійснювати виявлення, аналіз і класифікацію джерел випромінювання противника, радіоелектронна боротьба спрямована на подавлення або дезорганізацію його систем зв'язку та управління, а радіоелектронний захист забезпечує стійкість власних інформаційно-комунікаційних систем до впливу перешкод та засобів радіоелектронного впливу. Комплексне використання цих елементів дозволяє формувати контроль над електромагнітною обстановкою та забезпечувати перевагу у процесі ведення сучасних бойових дій.

Особливої актуальності у сучасних воєнних конфліктах набуває проблема протидії роботизованим розвідувальним системам противника. До цієї категорії належать безпілотні літальні апарати різних класів, наземні роботизовані комплекси, автономні сенсорні системи спостереження, а також інші автоматизовані платформи, здатні виконувати розвідувальні функції. Такі системи активно застосовуються для ведення повітряної та наземної розвідки, коригування артилерійського вогню, виявлення позицій військ, контролю переміщення підрозділів і передачі розвідувальної інформації у режимі реального часу. Значне поширення безпілотних технологій у сучасних конфліктах, зокрема у війні Російської Федерації проти України, підтверджує їхню високу ефективність та водночас демонструє необхідність розроблення нових методів їх своєчасного виявлення та нейтралізації.

Одним із перспективних напрямів протидії роботизованим розвідувальним системам є застосування методів радіолокаційного аналізу. Радіолокаційні системи дозволяють здійснювати спостереження за повітряним та наземним простором, виявляти об'єкти різної природи, визначати їх координати, швидкість переміщення, напрям руху та інші параметри. Аналіз відбитих радіолокаційних сигналів створює можливість ідентифікувати типи об'єктів, оцінювати їх конструктивні та динамічні характеристики, а також визначати потенційний рівень загрози для військових підрозділів. Особливо важливим є те, що сучасні радіолокаційні методи здатні забезпечувати виявлення навіть малорозмірних об'єктів, які характеризуються низькою ефективною площею розсіювання та виконують польоти на малих висотах.

Отже, подальший розвиток методів радіолокаційного спостереження, їх інтеграція із системами радіоелектронної боротьби та використання сучасних алгоритмів аналізу сигналів створюють передумови для суттєвого підвищення ефективності протидії.

Кригін О. О., слухач
Науковий керівник – Сметанін К. В., канд. техн. наук, доц.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ІДЕНТИФІКАЦІЯ РАДІОЕЛЕКТРОННИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОЇ ПРОТИДІЇ

Сучасний військовий конфлікт характеризується стрімким технологічним прогресом, де ключову роль відіграють безпілотні літальні апарати (БпЛА). Ці апарати, поряд з передовими засобами ураження та системами радіоелектронної боротьби (РЕБ), формують новий ландшафт війни. БпЛА стали невід'ємною частиною як розвідувальних операцій, так і нанесення ударів, що вимагає розробки передових технологій для їх виявлення, нейтралізації та забезпечення безпеки. Саме тому дослідження ефективних методів протидії БпЛА набуває надзвичайної актуальності.

В умовах війни відбувається постійне вдосконалення противником БпЛА, тому необхідним є розроблювати нові алгоритми виявлення та ідентифікація.

Однією з особливостей сучасних безпілотних літальних апаратів є здатність змінювати частоту, на якій вони працюють. Це дозволяє їм значно підвищити свою стійкість до радіоелектронного подавлення (РЕП). Для ефективного подавлення БпЛА, що змінює частоту, недостатньо лише одного засобу РЕБ, оскільки він може бути налаштований тільки на одну певну частоту, що не дозволяє здійснити ефективну боротьбу з БпЛА, якщо він переключиться на іншу. Тому для повного подавлення або нейтралізації таких апаратів необхідно використовувати не менше трьох засобів РЕБ, що працюють на різних частотних діапазонах.

На озброєння противника є велика кількість різноманітних засобів БпЛА, які поділяються на ударні та розвідувальні.

Найбільш розповсюдженими БпЛА рф є:

Орлан різних модифікацій;

Lancet/ZALA;

Гранат 1, 2, 3, 4;

Шахеди;

Supercam.

Противник комбінує використання обох цих типів БпЛА. Прикладом цього є використання БпЛА типу Zala та Lancet, де Zala виконує завдання з

розвідки, після чого очікує ударний БпЛА Lancet, і слугує для нього ретранслятором, що збільшує дальність ураження Lancet.

Для успішного ведення РЕБ необхідно чітко ідентифікувати тип БпЛА, його характеристики та призначення. Це дозволяє фахівцям РЕБ вибрати найбільш ефективні методи для його подавлення.

Інерційна навігаційна система БпЛА - це система, яка використовується для визначення положення та орієнтації апарата без зовнішніх сигналів.

Основна проблема використання даної системи робить неможливим виявити БпЛА засобами радіотехнічної розвідки та здійснювати подавлення засобами РЕБ. Єдиний варіант знищення в такому випадку є використання засобів ППО.

З бойового досвіду є неодноразові докази того як дрони продовжують свій рух під діями перешкоди при цьому перебуваючи в режимі радіо мовчання.

Окрім перестроювання своєї робочої частоти оператори БпЛА змінюють його протокол таким чином, змінюючи його модуляцію сигналу, що унеможливлює здійснення подавлення його засобом РЕБ з іншою модуляцією перешкоди.

Ефективна протидія БпЛА вимагає комплексного підходу, що включає розробку нових технологій виявлення, ідентифікації, нейтралізації, а також адаптацію до постійно мінливих тактик та технічних характеристик БпЛА. Подальші дослідження повинні бути спрямовані на вдосконалення методів боротьби з БпЛА, враховуючи їхню багатофункціональність, адаптивність та широке застосування в сучасних військових конфліктах.

Бородій О. О., курсант
Науковий керівник – Кудрявцев А. В.
Харківський національний університет Повітряних Сил
імені Івана Кожедуба

ПРОТИСТОЯННЯ В ЕЛЕКТРОМАГНІТНОМУ СПЕКТРІ

Сучасні збройні сили неможливо уявити без використання складних технічних засобів. Радіостанції, радіолокаційні системи, супутникова навігація, безпілотні літальні апарати — всі ці елементи функціонують завдяки використанню електромагнітного спектра. Хоча електромагнітні хвилі

невидимі неозброєним оком, саме вони забезпечують передачу інформації, виявлення противника та управління бойовими системами. У сучасних умовах бойових дій перевагу отримує той, хто найкраще контролює використання електромагнітного середовища.

Протиборство в електромагнітному спектрі є важливою складовою радіоелектронної боротьби. Основна мета полягає у створенні переваги над противником шляхом використання електронних засобів. У більшості випадків радіоелектронну боротьбу умовно поділяють на кілька ключових напрямів: радіоелектронну розвідку, радіоелектронне придушення та захист власних систем зв'язку і управління.

Перший елемент — радіоелектронна розвідка. Головним завданням є виявлення та аналіз сигналів противника. Для цього використовуються спеціальні приймальні комплекси, які здатні фіксувати електромагнітне випромінювання різних типів. За допомогою таких систем можна визначити частоту сигналу, тип обладнання та приблизне місце розташування джерела випромінювання.

Крім того, сучасні системи радіоелектронної розвідки можуть працювати в автоматичному режимі, одночасно аналізуючи великий обсяг сигналів. Отримані дані передаються до центрів управління, де їх використовують для прийняття оперативних рішень.

Другим важливим напрямом є радіоелектронне пригнічення. Воно передбачає створення перешкод для роботи електронних систем противника. Найпоширенішим методом є встановлення радіоперешкод — створення сигналів на тих самих частотах, що й обладнання противника.

Радіоелектронне придушення може застосовуватися проти засобів зв'язку, радіолокаційних станцій, систем супутникової навігації і каналів управління безпілотними апаратами. Наприклад, глушіння сигналів навігаційних супутників значно знижує точність визначення координат.

Ще одним важливим аспектом є боротьба з безпілотними літальними апаратами. У сучасних конфліктах дрони широко використовують для розвідки, коригування вогню та ураження цілей. Якщо канал зв'язку порушити або заглушити, безпілотник може втратити керування.

Третім напрямом радіоелектронної боротьби є захист власних систем. У сучасній війні надзвичайно важливо забезпечувати стабільний зв'язок між підрозділами, командними пунктами та технікою.

Одним із методів захисту є використання шифрування сигналів. Іншим способом є застосування систем зі зміною частоти передачі сигналу, коли передавач і приймач постійно переходять з однієї частоти на іншу за певним алгоритмом.

Важливу роль відіграє також резервування каналів зв'язку. Якщо один канал буде заглушений або пошкоджений, система може автоматично перейти на інший.

Окремо варто відзначити роль безпілотних літальних апаратів у боротьбі в електромагнітному спектрі. Вони можуть нести системи радіоелектронної розвідки або обладнання для створення перешкод, що значно розширює можливості радіоелектронної боротьби на полі бою.

Hota O. S., cadet
Scientific supervisor – Vasylyshyn V. I., Dr. Sc.(Tech.), Prof.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

ANALYSIS OF EFFICIENCY OF USING OF THE ADAPTIVE ANTENNA ARRAY IN THE COMMUNICATION MEANS

Adaptive antenna arrays (AAAs) are the solution for enhancing the interference immunity of radio communication equipment during intensive electronic jamming. Recently, scientific and practical interest in AAAs has grown significantly due to the widespread deployment of electronic warfare (EW) systems for suppression of the various radio-electronic systems.

In the communication systems, the impact of the jamming often leads to a reduction in radio channel throughput. This causes a critical drop in the signal-to-interference-plus-noise ratio (SINR) and an increase in the bit error rate (BER). This negative impact is most pronounced at the physical (PHY) layer of the OSI reference model, which, in turn, triggers failures at the data link layer, specifically the loss of frame synchronization at the MAC layer.

The use of AAAs (also known as smart antennas) enables the implementation of spatial filtering methods. This is achieved through the adaptive formation of deep spatial nulls (null-steering) in the beampattern. As a result, effective rejection of jamming power at the input of the communication mean is ensured. AAAs requires the mathematical computations of the optimal complex weight vector. The hardware implementation of such systems requires the use of the field-programmable gate

arrays (FPGAs) to perform resource-intensive parallel matrix computations in real time, or the application of specialized digital signal processors (DSPs). This paper presents the analysis of the efficiency of integrating AAAs into modern communication equipment. Simulation results confirm that the efficiency of processing increases with the increasing of the number of antenna array elements. The dependence of this efficiency on the sample size (the number of signal snapshots) for the accurate estimation of the correlation matrix is also demonstrated.

A promising direction for further research is the integration of machine learning algorithms. In this context, special attention will be given to Deep Reinforcement Learning (DRL) methods to improve the cognitive and predictive control of adaptive antenna systems.

Laptieva A. M., cadet
Scientific supervisor – Vasylishyn V. I., Dr. Sc. (Tech.), Prof.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

ANALYSIS OF METHODS OF THE NOISE IMMUNITY IMPROVEMENT OF COMMUNICATION MEANS UNDER THE JAMMING INFLUENCE

In the modern combat conditions, the effectiveness of military unit command and control depends directly on the stability of communication channels to the influence of electronic warfare (EW) means. The use of EW means by enemy leads to a reduction in the signal-to-noise ratio (SNR) and an increase in the probability of bit errors (bit error rate). Furthermore, complete suppression of the communication system is possible.

Improving the jamming immunity of communication systems involves the combined use of signal spreading spectrum technologies (i.e. frequency hopping spread spectrum (FHSS) and direct sequence spread spectrum (DSSS)), adaptive control of communication system parameters (dynamic changing of operating frequency, power, modulation and coding schemes, and their parameters depending on the complexity of the electromagnetic environment), and spatial signal selection using adaptive antenna arrays (AAAs).

Noise-resistant coding plays a significant role among the aforementioned approaches of the improvement of noise immunity. The examples include the turbo

codes, LDPC codes and cascade schemes. The use of coding methods allows the recovering of information even at low signal-to-noise ratios.

Turbo codes are implemented as a parallel combination of two encoders separated by a pseudorandom interleaver. LDPC codes are the block codes with parity checking. Cascade codes, which also involve the use of multiple codes, deserve special attention.

Thus, the combined use of error-correcting coding, FHSS/DSSS and AAAs ensures the improvement of the noise immunity of communication systems in complex signal-to-noise conditions. The performed simulation confirms the feasibility of using these approaches.

It is of interest to conduct research related with changing coding parameters (e.g. rate) depending on the interference (jamming) environment.

Shapovalova A. S., cadet
Scientific supervisor – Zalevsky G. S., Dr. Sc. (Tech.), Senior Researh Ass.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

SUBSTANTIATION OF PARAMETERS OF ANTENNA SYSTEM FOR ADVANCED L-BAND RADAR DESIGNED FOR BALLISTIC MISSILE DETECTION AND TRACKING

The main peculiarities of ballistic and aeroballistic missiles used by the enemy to strike the territory of Ukraine are a large range of flight altitude changes depending on the segment of the trajectory, and also high flight speed.

As result, the basic requirements for radars capable of timely detecting and tracking ballistic missiles to provide guidance for surface-to-air missile systems are long detection range and scanning sector by elevation angle, as well as a high information update rate (short interval of time between moments of object probing). These requirements are met by solid-state radars constructed on the basis of active electronically scanned array (AESA).

Analysis shows that the leading radio electronic companies of the world develop and use radars of L-, S-, C-, and even X-frequency bands for monitoring ballistic (aerobalistic) objects. Radars that use shortwave bands provide higher coordinate assessing accuracy. At the same time, taking into account the attenuation of electromagnetic waves in the atmosphere, S-, C-, and X-band radars have a shorter detection range compared to VHF- and L-band radars. However, radars that use

probing signals of L- and VHF-band to ensure high angular coordinate assessing accuracy must have antenna systems of sufficiently large dimensions.

Enterprises of Ukraine's defense-industrial complex have experience in the development and manufacture of VHF-, L- and S-band radars. Analysis of ballistic (aeroballistic) missiles as radar objects, as well as the aforementioned factors, indicates that L-band radars have a number of advantages when detecting and tracking such objects in comparison with radars of S-, C- and X-frequency bands.

Presentation is devoted to discuss the parameters of the AESA for a advanced L-band radar designed for detecting and tracking ballistic and aerobalistic missiles.

The dimensions and other technical parameters of the L-band AESA are proposed based on ensuring the required scanning sector and coordinate assessing accuracies. The results of modeling the antenna system directivity patterns in the modes of detection and tracking of ballistic missiles are demonstrated and discussed.

Дідух Л. І., слухач
Науковий керівник – Бовсуновський В. Ю., канд. техн. наук, доц.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

АНАЛІЗ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ АЛГОРИТМІВ КОРЕГУЮЧОГО КОДУВАННЯ ДАНИХ У СИСТЕМАХ РАДІОЗВ'ЯЗКУ ДЕКАМЕТРОВОГО ДІАПАЗОНУ

Управління мобільних підрозділів (груп) для ведення спеціальних дій часто здійснюється за допомогою іоносферних каналів декаметрового зв'язку, які мають суттєві недоліки: багатопроменеве поширення, нестабільність параметрів, вплив атмосферних шумів та навмисних перешкод. В умовах активного застосування противником засобів радіоелектронної боротьби це призводить до погіршення якості, а інколи втрати радіозв'язку.

В умовах відсутності можливостей підвищення рівня вихідної потужності радіостанцій та коефіцієнта підсилення штатних антен, одним з ключових напрямків підвищення завадостійкості є застосування систем кодування інформації.

Як правило, для забезпечення завадостійкості у цифрових системах радіозв'язку використовується широкий спектр корегуючих кодів, кожен з яких має специфічні властивості, серед них:

Коди Хеммінга – здатні виправляти однократні помилки. Через низьку завадостійкість їх використання в умовах глибоких завмирань, що виникають в іоносфері, є недоцільним.

БЧХ-коди – забезпечують середній рівень захисту та корекцію групи помилок. Проте в умовах появи пакетну помилок, характерних для каналу декаметрового зв'язку їх ефективність суттєво знижується.

Коди Ріда-Соломона – демонструють високу ефективність при роботі з груповими (пакетними) помилками та іоносферними спотвореннями, що робить їх стандартом для застосування у військових системах радіозв'язку.

Згорткові коди – відзначаються високою стійкістю при низькому відношенні сигнал/шум (SNR) в каналі зв'язку та наявності завмирань сигналу.

Каскадні коди – поєднують у собі переваги згорткового кодування та кодів Ріда-Соломона. Така комбінація дозволяє одночасно виправляти як випадкові, так і пакети помилок, забезпечуючи максимальну завадостійкість.

Турбокоди та LDPC-коди – максимально наближаються до теоретичної межі Шеннона. Їх широке впровадження у польових системах обмежене через високу обчислювальну складність та вимоги до апаратних ресурсів.

Зважаючи на вимоги щодо приймання та обробки сигналів, розподіл помилок, які виникають в каналі декаметрового радіозв'язку та обмежену обчислювальну продуктивність радіостанцій, обґрунтовано наступні критерії вибору системи кодування:

мінімальний рівень ймовірності бітової помилки (BER);

виправляюча здатність і надлишковість коду;

здатність до корекції пакету помилок.

стійкість при низькому SNR та обчислювальна складність декодування.

Проведений аналіз наведених вище кодів за встановленими критеріями свідчить про те, що каскадні коди забезпечують найкращий баланс між надійністю та ефективністю у складній радіоелектронній обстановці. Коди Ріда-Соломона та згорткові коди також характеризуються високою продуктивністю для практичного застосування та характеризуються помірною обчислювальною складністю.

Зважаючи на те, що остаточний вибір методу кодування сигналів радіостанцій дозволить підвищити завадостійкість зв'язку в складних умовах обстановки, то напрямки подальших досліджень пов'язані з розробкою методики оцінювання завадостійкості алгоритмів корегуючого кодування даних в системах радіозв'язку декаметрового діапазону.

Міжнародна наукова курсантська конференція
«Сучасні технології в безпекових викликах сьогодення»

Жигір А. А., слухач
Науковий керівник – Бовсуновський В. Ю., канд. техн. наук, доц.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ РОЗРОБЛЕННЯ ПЕРЕГОВОРНИХ ТАБЛИЦЬ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИХОВАНОСТІ СПЕЦІАЛЬНОГО РАДІОЗВ'ЯЗКУ

Актуальність забезпечення прихованості спеціального радіозв’язку в повномасштабній війні проти України зумовлена активним веденням радіорозвідки противником з метою виявлення каналів зв’язку, встановлення місцеположення кореспондентів, а також розкриття змісту інформації, яка передається по відкритим (скомпрометованим) каналам зв’язку. Останнє призводить до визначення противником стану, складу та намірів наших військ (сил) і знижує ефективність проведення операцій, бою (бойових дій) у визначеному районі (смузі).

Як правило для забезпечення прихованості зв’язку застосовують організаційні заходи та технічні засоби. Технічні засоби забезпечують прихованість за рахунок використання режимів роботи з низьким енергетичним потенціалом, спеціальних методів роботи та шифрування інформації. У разі відсутності зазначених технічних засобів або їх компрометації типовим рішенням, яке забезпечує прихованість зв’язку, є використання переговорних таблиць заходів.

До основних методів розробки переговорних таблиць належать: семантична мінімізація, класифікаційна побудова, ієрархічна структура, метод псевдовипадкових кодів. До способів їх розробки відносять таблиці з адаптивним розподілом або резервуванням.

Основними критеріями, які пред’являються до методів (способів) розробки переговорних таблиць є простота, інформативність та зручність в роботі.

За результатами порівняння методів розробки переговорних таблиць за наведеними вище критеріями встановлено наступне:

1. Метод семантичної мінімізації базується на скороченні обсягу кодових комбінацій відбираючи найбільш змістовні елементи повідомлень, забезпечуючи високу інформативність і стислий формат. Водночас надмірна мінімізація може призвести до втрати точності або багато-значності змісту повідомлень, що вимагає синхронізації між кореспондентами.

2. Метод класифікаційної побудови передбачає систематизацію повідомлень за категоріями, підвищуючи зручність користування переговорною таблицею. Також характеризується гнучкістю, оскільки допускає розширення переговорних таблиць шляхом додавання нових категорій при збереженні її структури. Разом з тим, вимагає більше часу для ознайомлення перед застосуванням.

3. Метод ієрархічної структури ґрунтується на організації кодів за рівнями важливості або узагальнення, що дозволяє обрати необхідний ступінь деталізації повідомлення. В цьому методі висока інформативність поєднується зі зручністю та ефективністю, адже повідомлення формується від загального до конкретного. Особливо ефективними такі таблиці будуть для багаторівневих систем управління. Разом з тим, вони потребуватимуть додаткових роз'яснень перед застосуванням.

4. Метод псевдовипадкових кодів вимагає генерації випадкових послідовностей для забезпечення високого рівня секретності, адже за відсутності відповідного ключа дізнатися зміст повідомлення буде неможливо. Складність практичної реалізації вимагає застосування спеціального програмного забезпечення для його реалізації. Доцільний, коли безпека зв'язку має вищий пріоритет над швидкістю передавання інформації.

Наведені вище результати свідчать, що жоден з цих методів повною мірою не задовольняє усім наведеним вище критеріям до розробки і застосування переговорних таблиць. Максимальної прихованості зв'язку можна досягнути за рахунок комплексного застосування методів семантичної мінімізації класифікаційної побудови в ході розробки і ручного застосування переговорних таблиць, також доповнена методом псевдовипадкових кодів у разі її реалізації з використанням мобільних програмно-апаратних засобів.

Marchenko M. M., cadet
Scientific supervisor – Borysov V. V.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

ANALYSIS OF THE DESIGN AND FUNCTIONING OF A SEMI-ACTIVE PHASE-DOPPLER RADIO PROXIMITY FUZE OF A SURFACE-TO-AIR MISSILE WITH COMMAND GUIDANCE IN DIFFERENT AIR SITUATION CONDITIONS

An analysis of the combat employment of surface-to-air missile systems with command guidance shows that the effectiveness of engaging aerial targets largely depends on the reliability of the warhead detonation system of a surface-to-air guided missile (SAM). One of the main elements of this system is the radio proximity fuze(RPF), which ensures detonation of the warhead at the optimal moment of the missile's approach to the aerial target.

The 5V55 SAM, which is part of the S-300P air defense missile system, uses a semi-active phase-Doppler RPF. Its operating principle is based on receiving and analyzing a radar signal reflected from the aerial target. As the missile approaches the target, the frequency and phase of the reflected signal change due to the Doppler effect, which makes it possible to determine the most effective moment for warhead detonation.

The RPF of the 5V55 missile employs two frequency channels and one phase channel, with warhead detonation occurring only after all three channels are triggered. Under normal operating conditions of the fuze (in the absence of interference), the sequence of channel activation is as follows: second frequency channel – phase channel – first frequency channel. Thus, the first two channels act as arming channels, while the last one serves as the executive (detonation) channel.

However, under real combat conditions, the operation of the RPF may be affected by passive interference, reflections from the underlying surface, group targets, and active jamming. These factors can alter the characteristics of the received signal and lead to disruption of the normal operation of the fuze channels, which in some cases results in premature activation of the warhead detonation system. This, in turn, reduces the effectiveness of engaging aerial targets.

Eliminating this effect under the influence of various types of interference can be achieved by measuring the time of premature triggering of the radio proximity fuze and subsequently delaying its activation by the measured time interval.

Ткач О. С., слухач
Науковий керівник – Кудряшов Ю. О.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

МЕТОДИКА ПІДВИЩЕННЯ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ СПЕЦІАЛЬНОГО РАДІОЗВ'ЯЗКУ ДЕКАМЕТРОВОГО ДІАПАЗОНУ ЗА РАХУНОК ПРОСТОРОВОЇ СЕЛЕКЦІЇ СИГНАЛІВ

Декаметровий діапазон хвиль (3–30 МГц) залишається стратегічно важливим ресурсом для організації далекого радіозв'язку. Його головна перевага — здатність забезпечувати автономну роботу на великих відстанях без залучення супутникової чи наземної інфраструктури. Однак на практиці фахівці стикаються з серйозними викликами: високим рівнем природних шумів, нестабільністю іоносферного поширення та вираженою багатопроменевістю. У сучасних умовах ці труднощі посилюються через активне застосування засобів радіоелектронної протидії, що часто призводить до повної втрати інформаційного обміну.

Аналіз досвіду експлуатації таких систем свідчить, що традиційні методи захисту, які базуються лише на обробці сигналу в часовій чи частотній галузях, вичерпують свій ресурс. Вони демонструють низьку ефективність проти вузькоспрямованих навмисних завад. Саме тому перспективним шляхом розвитку спеціального зв'язку ми вважаємо впровадження методів просторової селекції. Цей підхід дозволяє системі «бачити» геометрію радіоефіру та розділяти сигнали не за частотою, а за напрямком їх надходження.

У роботі ми пропонуємо методику, що ґрунтується на використанні багатоелементних антенних систем з інтелектуальним керуванням. Ключова ідея полягає у динамічному формуванні діаграми спрямованості приймальної антени. Система автоматично аналізує поточну завадову обстановку та «вирізає» джерела випромінювання завад, одночасно підсилюючи корисний сигнал з потрібного азимуту.

На відміну від статичних рішень, наш алгоритм працює в режимі реального часу. Це критично важливо для декаметрових каналів, де умови поширення хвиль можуть кардинально змінитися протягом декількох хвилин. Адаптивність алгоритму дозволяє підтримувати стабільність каналу навіть тоді,

коли параметри завад є нестабільними або коли противник намагається маневрувати частотами.

Ефективність запропонованого підходу ми перевірили через аналіз показників відношення сигналу до суми завад і шумів, а також через оцінку ймовірності помилкового прийому бітів. Результати досліджень показали, що впровадження просторової селекції покращує енергетику каналу в середньому на 18–22 дБ. Такий приріст дозволяє не лише нівелювати вплив навмисного придушення, а й значно стабілізувати зв'язок у періоди несприятливої сонячної активності.

Отже, перехід до просторової обробки сигналів є логічним та необхідним кроком для модернізації систем спеціального зв'язку. Запропонована методика дозволяє досягти необхідної живучості радіоліній у складній електромагнітній обстановці, забезпечуючи надійну передачу даних там, де звичайні засоби виявляються безсилими.

Сокіл О. О., курсант
Науковий керівник – Єгоров В. О., Ph.D.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

МЕТОДИ ВИЯВЛЕННЯ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЇ РАДІОСИГНАЛІВ У СКЛАДНІЙ ЕЛЕКТРОМАГНІТНІЙ ОБСТАНОВЦІ

У сучасних умовах розвитку інформаційних технологій та військових систем електромагнітний спектр стає одним із ключових середовищ ведення протиборства. Радіоелектронна розвідка відіграє важливу роль у забезпеченні інформаційної переваги, оскільки дозволяє виявляти, аналізувати та ідентифікувати джерела радіовипромінювання противника. Однак ефективність таких систем значно знижується в умовах складної електромагнітної обстановки, яка характеризується високою щільністю сигналів, наявністю завад та активною протидією.

Процес виявлення радіосигналів є першим етапом роботи систем радіоелектронної розвідки (РЕР) і полягає у визначенні факту наявності сигналу на фоні шуму. Найпростішим методом є енергетичне виявлення, яке базується на порівнянні рівня сигналу з пороговим значенням. Незважаючи на простоту реалізації, цей метод має обмежену ефективність у випадках низького

співвідношення сигнал/шум або при наявності інтенсивних завад. Більш досконалими є кореляційні методи, які дозволяють виявляти сигнали шляхом порівняння з еталонними зразками. Вони забезпечують високу точність, але потребують попередньої інформації про структуру сигналу.

Важливу роль у виявленні сигналів відіграє спектральний аналіз, що ґрунтується на використанні перетворення Фур'є для визначення частотного складу сигналу. Цей підхід дозволяє не лише виявити сигнал, але й отримати первинну інформацію про його характеристики. У випадку нестаціонарних сигналів, параметри яких змінюються в часі, застосовуються часо-частотні методи, зокрема короткочасне перетворення Фур'є та вейвлет-аналіз. Вони забезпечують більш детальне представлення сигналу та дозволяють ефективно працювати з імпульсними та складними сигналами.

Після виявлення сигналу наступним етапом є його ідентифікація, яка передбачає визначення типу джерела та призначення сигналу. Один із підходів полягає у параметричному аналізі, коли визначаються основні характеристики сигналу, такі як частота, амплітуда, ширина спектра та тривалість імпульсів. Іншим підходом є класифікація за ознаками, яка базується на порівнянні отриманих параметрів із відомими шаблонами або базами даних.

Сучасні тенденції розвитку РЕР пов'язані із застосуванням методів машинного навчання. Використання нейронних мереж та алгоритмів глибокого навчання дозволяє автоматизувати процеси ідентифікації та підвищити їх точність навіть у складних умовах. Такі системи здатні виявляти приховані закономірності в сигналах і адаптуватися до змін електромагнітної обстановки.

Складна електромагнітна обстановка створюється під впливом ряду факторів, серед яких важливе місце займають природні та штучні шуми, активні завади, багатопроменеве поширення радіохвиль і застосування технологій маскування сигналів. Наприклад, використання широкосмугових та псевдовипадкових сигналів значно ускладнює їх виявлення традиційними методами. Це призводить до зниження ймовірності правильного виявлення та збільшення кількості помилок під час класифікації.

Для підвищення ефективності систем радіоелектронної розвідки застосовуються сучасні підходи, такі як адаптивні алгоритми обробки сигналів, багатоканальні приймальні системи та інтеграція з іншими видами розвідки. Особливе значення має використання програмно-визначених радіосистем, які забезпечують гнучкість і можливість швидкої адаптації до нових умов. Крім того,

поєднання класичних методів із сучасними технологіями штучного інтелекту дозволяє значно підвищити ефективність виявлення та ідентифікації сигналів.

Отже, в умовах складної електромагнітної обстановки традиційні методи радіоелектронної розвідки вже не забезпечують необхідного рівня ефективності, що зумовлює необхідність впровадження новітніх технологій. Комплексне застосування різних методів аналізу сигналів, а також використання інтелектуальних систем обробки інформації є ключовим напрямом розвитку РЕР і забезпечення її ефективності в сучасних умовах.

Дацько Д. В., курсант, Бойко Р. С., курсант
Науковий керівник – Авсієвич Р. О., Ph.D. (Tech.)
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

СИСТЕМА РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ НОВОГО ПОКОЛІННЯ EW MANAGER

Сучасні бойові дії характеризуються активним використанням безпілотних систем, цифрових каналів зв’язку та навігаційних сигналів. У таких умовах важливу роль відіграють системи радіоелектронної боротьби (РЕБ), які дозволяють виявляти, аналізувати та пригнічувати радіоелектронні засоби противника. Одним із перспективних рішень є система нового покоління EW Manager, що забезпечує централізоване керування засобами РЕБ та підвищує ефективність електромагнітного впливу на противника.

Система EW Manager призначена для автоматизованого управління різними комплексами радіоелектронної боротьби в єдиному інформаційному середовищі. Вона дозволяє координувати роботу декількох станцій РЕБ, розподіляти цілі між ними та оптимізувати режими роботи залежно від бойової обстановки. Це значно підвищує ефективність придушення каналів управління безпілотників, радіозв’язку та навігаційних систем противника.

Однією з ключових особливостей системи є використання сучасних алгоритмів аналізу сигналів. EW Manager здатна автоматично визначати типи радіосигналів, їх частоти, джерела випромінювання та рівень загрози. Завдяки цьому оператор отримує оперативну інформацію про радіоелектронну обстановку та може швидко приймати рішення щодо застосування засобів подавлення.

Важливою перевагою системи є інтеграція з розвідувальними та командними системами управління. Це дозволяє створювати єдину мережу радіоелектронної боротьби, у якій інформація про цілі передається між підрозділами в реальному часі. У результаті підвищується швидкість реагування на загрози та ефективність застосування засобів РЕБ у бойових умовах.

Виклики та перспективи розвитку. Подальший розвиток систем керування РЕБ пов'язаний із впровадженням штучного інтелекту, автоматизованого аналізу електромагнітної обстановки та інтеграції з безпілотними платформами. У майбутньому такі системи, як EW Manager, зможуть самостійно визначати оптимальні режими подавлення сигналів та координувати роботу великої кількості засобів РЕБ. Це сприятиме підвищенню ефективності радіоелектронної боротьби та забезпеченню переваги у сучасному електромагнітному просторі бойових дій.

Shulha A. V., cadet
Scientific supervisor – Koval O. V., Cand. Sc. (Tech.)
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

MODERN NATURAL GAS METERS AS AN ELEMENT OF PROTECTION AND CONSERVATION OF ENERGY RESOURCES

Methods of conducting modern warfare require the state to adopt a comprehensive approach to the protection of critical infrastructure, energy resources, and information systems. The digitalization of technological processes, the increasing role of automated control systems, and the proliferation of cyber threats impose heightened requirements on measurement accuracy and the reliability of measuring instruments. Under these conditions, metrological support becomes particularly significant as a component of the overall state security system.

One of the key energy resources of the present day is natural gas. Reliable accounting of natural gas is an essential element of energy resilience, as violations of measurement accuracy or unauthorized interference with measurement systems may lead to economic losses, destabilization of the energy sector, and the emergence of technogenic risks. Therefore, modern energy metering instruments must combine high metrological performance with enhanced technological reliability. A promising solution in this field is the application of ultrasonic gas meters of the Zond-2 G650

type, the operating principle of which is based on measuring the difference in the transit time of ultrasonic pulses propagating along and against the gas flow. The use of the acoustic measurement method, the absence of moving parts, and the implementation of digital signal processing ensure high long-term stability of metrological characteristics and reduce the probability of failures.

An important component of ensuring metrological reliability is the verification of compliance of instrument characteristics with established requirements. The accuracy assessment of an ultrasonic meter is carried out by comparing its readings with a reference flow measurement installation at control points within the operating range, provided that standardized environmental parameters (temperature, pressure, humidity) are maintained. Such an approach ensures traceability of measurement results and minimizes the influence of external factors on the speed of ultrasonic propagation. Analysis of the metrological parameters of the ultrasonic measurement channel indicates a sufficient amplitude of received signals, a low noise level, and correct determination of temporal parameters in both forward and reverse directions. The relative measurement error remains within permissible limits, confirming the high accuracy and operational stability of the instrument under real operating conditions.

In the context of modern threats, particular relevance is given to the integration of metrological reliability with the information security of measurement systems. Protection of data transmission channels, access control to instrument parameters, and the use of advanced signal processing algorithms and equipment condition monitoring enable timely detection of anomalies and prevention of unauthorized interference.

Thus, modern ultrasonic meters become not only elements of accounting but also components of an integrated system of technical and information security. The development of a culture of metrological and information security, the implementation of advanced digital monitoring technologies, and the regular verification of metrological characteristics of measuring instruments are essential conditions for enhancing the resilience of critical infrastructure under current conditions. The use of ultrasonic gas meters of the G650 type, combined with modern methods of metrological control and information protection, ensures highly accurate and reliable natural gas metering. This constitutes an important factor in strengthening the state security system.

Романюк А. Я., курсант, Борисенко Я. В, курсант
Науковий керівник – Запорожченко Ю. І.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

МЕШ-МЕРЕЖІ ПРОТИ КВАЗІДОПЛЕРА

Полювання на «зграю» Автономні дрони відходять у минуле. Сьогодні ми бачимо динамічні «вовчі зграї», де кожен Shahed, оснащений модемом на кшталт XK-F358, стає активним ретранслятором у самоорганізованій топології. Чи можна заглушити те, що постійно відновлюється? Використання FHSS у поєднанні з Mesh-архітектурою фактично робить традиційні вузькосмугові системи РЕБ безпорадними залізяками, оскільки сигнал оператора просочується крізь мережу, навіть якщо ви «вибили» половину її вузлів. Локалізація таких цілей перетворюється на математичне пекло. Джерела випромінювання постійно змінюють частоту, маневрують у просторі та маскуються під фоновий шум. Чи готові ми ставити на кожному кілометрі фронту комплекси РТР вартістю в мільйони доларів? Відповідь очевидна: ні, бо складність та дорожнеча серійного виробництва елітних систем роблять їх дефіцитним ресурсом, а не масовим рішенням. Технологічний маневр: SDR та штучний доплер. Ми пропонуємо змінити парадигму. Замість спроб розшифрувати складні алгоритми FHSS, слід зосередитися на фізиці поширення хвилі через пасивний квазідоплерівський пеленгатор на базі SDR. Шість логоперіодичних антен, рознесених по колу з поляризаційним нахилом 45°, створюють необхідний базис для зйому даних у діапазоні 600–6000 МГц. Принцип роботи гранично простий, але елегантний: Мікроконтролер (навіть банальний Arduino Uno) послідовно перемикає антени з високою швидкістю. Це імітує круговий рух приймача, генеруючи штучний доплерівський зсув фази. Приймач BladeRF аналізує цей зсув, вираховуючи азимут на ціль. Чи потрібна нам повна демодуляція сигналу? Зовсім ні. Нам достатньо зафіксувати зміну фази, щоб зрозуміти, звідки прийшов імпульс, навіть якщо він тривав частку секунди на випадковій частоті. Скептичний погляд на цифри. Заявлена собівартість у $150–200 звучить як маркетинговий трюк, проте в умовах масової закупівлі компонентів це реальна межа для «витратного» обладнання. Похибка пеленгування у 3–5° може здатися завеликою для снайперського вогню, але для цілевказання мобільним групам на дистанції до 500 метрів або для виведення

дронів-перехоплювачів у зону візуального контакту (до 2 км) цього цілком достатньо. Ключова перевага: Система абсолютно пасивна. Вона нічого не випромінює, а отже, залишається «чорною дірою» для засобів радіотехнічної розвідки противника. Перспективи впровадження. Маскування під побутові об'єкти або встановлення на цивільні пікапи дозволяє створити щільне інформаційне поле там, де раніше були сліпі зони. Чи зможе така мережа дешевих датчиків замінити потужний РЕБ? Можливо, ні, але вона здатна підсвітити «живу» структуру ворожої мережі, вказуючи, який саме вузол треба знищити першим. Це не просто засіб виявлення, а інструмент деградації ворожих систем зв'язку через фізичне усунення їхніх ретрансляторів.

Кашпур І. Р., слухач
Науковий керівник – Самонюк О. В.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

МЕТОДИКА АНАЛІЗУ ЧАСТОТНИХ ХАРАКТЕРИСТИК АНТЕННО-ФІДЕРНИХ СИСТЕМ РАДІОЗВ’ЯЗКУ ДЕКАМЕТРОВОГО ДІАПАЗОНУ

У ході відсічі повномасштабної збройної агресії проти України, система радіозв’язку Збройних Сил України проходить етап критичної переоцінки та «технологічного ренесансу». Незважаючи на широке впровадження супутникових систем та мереж широкосмугового доступу, саме декаметровий (ДКМ/HF) діапазон залишається стратегічним резервом та часто єдиним засобом забезпечення безперервного управління військами.

Актуальність ДКМ-діапазону в сучасних операціях зумовлена певними чинниками, а саме живучість системи, незалежність від наземної ретрансляційної інфраструктури та космічного ешелону зв’язку, які є першочерговими цілями для вогневого та радіоелектронного ураження противником. Перевагами є: автономність, можливість встановлення прямих каналів зв’язку на оперативно-стратегічних відстанях (від 0 до 3000 км і більше); специфіка поширення радіохвиль та можливість маневру частотами дозволяють обходити зони активного придушення.

Дана методика аналізу частотних характеристик антенно-фідерних систем засобів та комплексів спеціального радіозв'язку розроблена не просто для передачі

сигналу, а для досягнення певних параметрів: живучості системи, мінімальний час знаходження в ефірі, скритність, прихованість, надійність та достовірність.

Земна хвиля. Це тип поширення радіохвиль, при якому енергія переноситься вздовж поверхні землі. Її властивість в тому, що за рахунок дифракції вона здатна огинати нерівності рельєфу поверхні Землі.

У контексті радіозв'язку термін зазвичай стосується магнітної складової, єдиної електромагнітної хвилі. Однак, у вузькому сенсі, часто маються на увазі магнітні рамкові антени, вони реагують переважно на магнітне поле хвилі, що робить їх менш чутливими до промислових електричних завад у ближній зоні, це дозволяє будувати компактні антени з високою селективністю.

У ДКМ-діапазоні виділяють кілька основних методів, кожен з яких має свої показники. Земна хвиля - пряме поширення вздовж поверхні, дальність до 50-70км; NVIS – зенітне випромінювання (відбиття від іоносфери під великими кутами, від 0 до 500 км; дальній (Skywave) – відбиття під малими кутами до горизонту – від 500 до 3000+ км стрибками.

Ця методика може застосовуватись для проектування стаціонарних засобів та комплексів радіозв’язку, рухомих(мобільні комплекси) та переносних засобів.

Захист від РЕБ через роботу з антенами. Комунікація з використанням специфічних антенних систем дає такі переваги проти РЕБ: просторова фільтрація, спрямовані антени «ігнорують» завади, що приходять з флангів або тилу; енергетична перевага, використання вузьких променів дозволяє «пробити» заваду меншою потужністю передавача; прихованість, NVIS ускладнює пеленгацію з великої відстані, оскільки сигнал іде майже вертикально вгору.

ДКМ-діапазон унікальний тим, що дозволяє організовувати зв'язок як на короткі відстані, так і на середні чи стратегічні. На відміну від УКХ, успіх зв'язку тут на 80% залежить від правильного вибору частоти.

Використання антен спрямованої дії — це не лише підсилення свого сигналу, а й фізичний захист від РЕБ. Відсікаючи завади з бокових напрямків, ми підвищуємо завадостійкість системи без збільшення потужності.

Аналізуючи викладене, можна стверджувати, що запропонована методика демонструє високу ефективність у забезпеченні стійкого управління військами, а її практична апробація підтверджує наступні положення. Методика аналізу частотних характеристик АФС у декаметровому діапазоні є дієвим

інструментом для побудови адаптивних мереж зв'язку в умовах інтенсивної радіоелектронної протидії та вогневого ураження. Комплексному підході до середовища поширення, методика дозволяє оперативно перемикатися між режимами земної хвилі, NVIS та дальнього іоносферного поширення, що гарантує відсутність «мертвих зон» на відстанях від 0 до 3000 км. Підвищенні завадозахищеності: впровадження просторової фільтрації через використання спрямованих (логоперіодичних) та магнітних рамкових антен дозволяє мінімізувати вплив засобів РЕБ противника без необхідності нарощування енергетичних ресурсів передавачів.

Лепень В. В., курсант
Науковий керівник – Бугайов М. В., канд. техн. наук, ст. досл.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

АНАЛІЗ ЗАСОБІВ РАДІОМОНІТОРИНГУ ДЛЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ І КЛАСУ

В умовах стрімкого розвитку інформаційних технологій спостерігається зростання кількості радіоелектронних засобів (РЕЗ), що активно використовуються у військовій та цивільній сферах. Особливої актуальності дане питання набувало з початком повномасштабної російсько-української війни, де радіоелектронні системи відіграють важливу роль у забезпеченні зв'язку, управління військами та веденні радіоелектронної боротьби (РЕБ). Разом з тим, традиційні наземні засоби радіоелектронної розвідки (РЕР) мають обмеження щодо ефективності виявлення джерел радіовипромінювання (ДРВ), що зумовлено впливом рельєфу місцевості та недостатньою енергетичною доступністю сигналів. Це зумовлює необхідність пошуку нових підходів до організації РЕР.

Використання безпілотних літальних апаратів (БпЛА) як платформ для засобів РЕР дозволяє суттєво підвищити ефективність виявлення ДРВ. Завдяки можливості підняття апаратури РЕР на значну висоту забезпечується краща видимість та підвищується рівень прийнятого сигналу. Крім того, маневреність БпЛА дозволяє здійснювати обліт заданих районів, що дає змогу отримувати просторові, частотні та часові характеристики сигналів. Це особливо важливо при пошуку нових або мобільних джерел випромінювання.

Одним із прикладів є тактичний комплекс РЕР на БпЛА "Прометей", який призначений для виявлення джерел радіовипромінювання на відстані до 3 км. Його особливістю є поєднання функцій відеорозвідки та радіомоніторингу, що підвищує ситуаційну обізнаність на полі бою. Перспективним напрямом є також інтеграція спеціалізованих радіочастотних модулів у БпЛА літакового типу. Зокрема, співпраця українських та іноземних компаній спрямована на створення комплексів моніторингу електромагнітного спектра в режимі реального часу. Такі системи здатні виконувати пасивний збір даних і визначати координати джерел сигналів методом тріангуляції. Окремої уваги заслуговує комплекс GEKATA, який дозволяє виявляти та аналізувати роботу радіолокаційних станцій, засобів РЕБ та інших радіоелектронних об'єктів. За короткий час він може визначати місцезнаходження важливих військових цілей, що свідчить про його високу ефективність. Але його висока вартість та вразливість до впливу систем протиповітряної оборони противника суттєво обмежує його застосування.

Окрім вже існуючих комплексів, важливим напрямом розвитку є створення компактних систем наведення та пеленгації, які можуть інтегруватися навіть у FPV-дрони. Прикладом такого рішення є система наведення на радіосигнал "Їжак". Вона встановлюється на БпЛА і забезпечує визначення напрямку на джерело випромінювання за рахунок фазової пеленгації сигналу. Результати обробки відображаються оператору у вигляді візуальних підказок, що значно спрощує процес пошуку цілі.

Окремим перспективним напрямом є перехід від боротьби з самими БпЛА до виявлення пунктів їх управління. Такий підхід реалізовано в системі повітряної радіорозвідки TraceR. Основна ідея комплексу полягає у виявленні пунктів керування дронами. Комплекс складається з гексакоптера з SDR-обладнанням та наземної станції керування. Принцип роботи базується на послідовному вимірюванні напрямку сигналу з різних позицій БпЛА. Після цього оператор або автоматизована система визначає координати джерела методом тріангуляції.

Сучасні системи РЕР на БпЛА все частіше базуються на програмно визначених радіосистемах (SDR), що дозволяє гнучко змінювати діапазон роботи та алгоритми обробки сигналів. Діапазони частот таких систем можуть охоплювати від сотень МГц до кількох ГГц (найчастіше, 300 МГц – 6 ГГц), що дозволяє працювати з більшістю сучасних засобів зв'язку та радіолокації.

Важливим елементом є антенні системи. Залежно від задач можуть використовуватися широкосмугові антени для пошуку сигналів або вузькоспрямовані антени для точного пеленгування. Вони можуть мати масу від кількох кілограмів до десятків кілограмів та різні конструктивні виконання (коптерні або літакові).

Отже, сучасні розробки, такі як системи пеленгації для FPV-дронів та комплекси повітряної радіорозвідки, демонструють можливість значного підвищення ефективності бойових дій за рахунок точного визначення пунктів управління противника. Подальший розвиток таких систем буде пов’язаний із підвищенням точності, автоматизації, стійкості до радіоелектронного впливу та інтеграції у єдині інформаційні системи.

Юрко Н. П., курсант
Науковий керівник – Сокульська Н. Б., канд. фіз.-мат. наук, доц.
Національна академія сухопутних військ
імені гетьмана Петра Сагайдачного

ЗАСТОСУВАННЯ КОМПЛЕКСНОЗНАЧНИХ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ У СИСТЕМАХ ЦИФРОВОЇ ОБРОБКИ СИГНАЛІВ ДЛЯ ЗАДАЧ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ

У сучасних умовах ведення бойових дій домінування в електромагнітному просторі є однією з ключових передумов успіху. Радіоелектронна боротьба (РЕБ) трансформувалася у високотехнологічну галузь, де ефективність операцій безпосередньо залежить від точності алгоритмів обробки даних. Оскільки вища математика, зокрема комплексна арифметика, є обов’язковим складником підготовки офіцерів, її прикладне застосування стає фундаментом для розв'язання спеціалізованих задач у сфері безпеки.

Основою розпізнавання ворожих джерел випромінювання (радарів, засобів навігації та зв’язку) є перетворення Фур’є, яке неможливе без використання комплексних чисел. Воно дозволяє: а) розкладати складні сигнали на частотні компоненти для детального вивчення їхньої структури; б) оперативно визначати параметри модуляції, потужності та робочої частоти об’єктів противника; в) диференціювати типи сигналів (наприклад, відрізняти цивільні комунікації від військових радарних систем).

Крім того, проектування радіочастотних фільтрів ґрунтується на комплексних функціях передачі. Такі моделі дозволяють аналізувати амплітудно-фазові характеристики сигналів, які забезпечують ефективне очищення корисного сигналу від фонового шуму та навмисних перешкод, придушення конкретних каналів зв’язку противника без шкоди для власних систем, моделювання поведінки антен та підсилювачів для досягнення максимальної ефективності технічних засобів.

Разом з тим, формування вузьконаправлених променів для точкового придушення цілей, динамічна зміна діаграми спрямованості для захисту від ворожого пеленгування та створення «зон мовчання» для засобів радіоелектронної розвідки ворога досягається шляхом маніпуляції фазою та амплітудою на кожному елементі решітки. У контексті захисту від БПЛА комплексні числа застосовуються для швидкої ідентифікації сигналів управління та навігації. Це дає змогу:

- генерувати точні імітаційні перешкоди, що порушують роботу систем GPS/GNSS;

- здійснювати пеленгацію джерел випромінювання для визначення дальності та вектора руху цілі;

- прогнозувати зміни в електромагнітній обстановці, спираючись на математичне моделювання процесів.

Таким чином, інтеграція апарату комплекснозначних функцій у цифрову обробку сигналів є не просто теоретичною вимогою, а практичною необхідністю для сучасного офіцера, адже розвиток алгоритмів, що базуються на цих математичних інструментах, дозволяє аналізувати наявні загрози і приймати обґрунтовані управлінські рішення для нейтралізації противника в електромагнітному спектрі.

Міжнародна наукова курсантська конференція
«Сучасні технології в безпекових викликах сьогодення»

Лепень В. В., курсант
Науковий керівник – Корнійчук Ю. Г., канд. пед. наук, доц.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

АНАЛІЗ ДЖЕРЕЛ ЕФІРНОЇ АКТИВНОСТІ: ЗАСОБИ ВИЯВЛЕННЯ ТА ЇХ РОЛЬ У БОЙОВОМУ УПРАВЛІННІ

У сучасних війнах вирішальне значення має не лише чисельна перевага, а передусім здатність своєчасно отримувати достовірну інформацію про противника. У цих умовах радіоелектронна розвідка (РЕР) стає ключовим чинником інформаційної переваги, яка дозволяє виявляти, аналізувати й нейтралізовувати засоби управління та зв'язку ворога.

Радіоелектронна розвідка – це одна з видів розвідки, яка спрямована на перехоплення, виявлення та дослідження електромагнітних випромінювань противника. Її головна мета це здобуття розвідувальної інформації про систему управління, засоби зв'язку, радіолокації та навігації супротивника без прямого контакту. Фактично, РЕР є «очима й вухами» сучасної армії, що дозволяє бачити невидиме та чути те, що недоступне традиційним засобам спостереження. Радіорозвідку розрізняють за масштабом ведення (стратегічна, оперативна, тактична), за сферою ведення (наземна, морська, повітряна, космічна, кібернетична) та за принципом технічної реалізації засобів розвідки (радіорозвідка та радіотехнічна розвідка).

Об'єктом розвідки РЕР є технічні засоби, що випромінюють електромагнітні сигнали: радіостанції, радари, безпілотники, системи управління військами. Джерелом РЕР виступає саме електромагнітне випромінювання, яке фіксується приймачами та аналізується за частотою, модуляцією і структурою сигналу. Уся сукупність сигналів, зафіксованих у певному районі, формує радіоелектронну обстановку (РЕО). Вона є динамічним відображенням активності як противника, так і власних засобів. Аналізуючи РЕО, аналітики РЕР можуть оцінити рівень електронної загрози, визначити нові частоти роботи ворога, з'ясувати розташування командних пунктів або батарей зв'язку.

Роль РЕР у прийнятті рішень на полі бою важко переоцінити. Саме вона забезпечує командирів достовірною інформацією про реальну діяльність противника. Радіоперехоплення дозволяє визначити місце розташування підрозділів ворога, їхню організаційну структуру, маршрути пересування, а іноді навіть морально-психологічний стан особового складу.

Україна активно розвиває власні засоби РЕР, які здатні конкурувати з іноземними аналогами. Комплекс «Пластун» використовується у польових умовах для перехоплення й аналізу сигналів зв'язку. Цифрові приймачі Uniden SDR дозволяють проводити моніторинг широкого частотного спектра. До новітніх українських розробок належать комплекси «Рупор», «Кулібін» і «Зигзиця», які поєднують функції розвідки та радіоелектронної боротьби.

Водночас противник активно використовує власні системи. Зокрема, російські комплекси «Свєт-К» і «Свєт-КУ» призначені для роботи у фронтовій смузі, виконуючи завдання з перехоплення сигналів і пеленгації. Комплекс «Торн» є стаціонарно-мобільною системою нового покоління, що здатна аналізувати великий спектр частот. Пасивна станція «Таран» використовується для виявлення радарів і навігаційних засобів. Особливе місце посідає комплекс «Леєр-3», який широко застосовувався на Донецькому, Запорізькому та Херсонському напрямках для перехоплення сигналів мобільних мереж і придушення каналів управління безпілотників.

Таким чином, радіоелектронна розвідка стала невід'ємним елементом сучасної військової справи. Її ефективність визначається технічним рівнем засобів, професійною підготовкою операторів і швидкістю аналітичної обробки даних. Різноманітність РЕР-засобів, широка можливість їх застосування та сучасні технології для розвідки роблять РЕР важливим інструментом, що до того ж, постійно розвивається та удосконалюється. РЕР-засоби відіграють важливу роль у веденні війни в сучасних умовах.

Береза Н. С., курсант
Науковий керівник – Поліщук В. В., канд. військ. наук, доц.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

РАДІОЕЛЕКТРОННА БОРОТЬБА В СУЧАСНИХ ВІЙСЬКОВИХ КОНФЛІКТАХ

Сучасні військові конфлікти характеризуються активним використанням інформаційних технологій, систем зв'язку, радіолокації та навігації. Усі ці системи функціонують завдяки використанню електромагнітного спектра. Саме тому

контроль над електромагнітним середовищем став одним із ключових факторів досягнення військової переваги на полі бою. У сучасній військовій науці таке протистояння отримало назву електромагнітна або радіоелектронна боротьба.

Електромагнітне протистояння охоплює комплекс заходів, спрямованих на використання електромагнітної енергії для забезпечення власних військ інформацією, управлінням і зв'язком, а також на обмеження або повне блокування аналогічних можливостей противника. За визначенням військових доктрин, електронна боротьба включає використання електромагнітного спектра для контролю середовища, атаки на системи противника або перешкоджання його військовим операціям.

У сучасних умовах майже всі елементи бойових дій залежать від використання електромагнітного спектра. Радіозв'язок, супутникові системи, радіолокація, безпілотні літальні апарати та системи наведення зброї функціонують за рахунок передачі та прийому електромагнітних сигналів. Втрата контролю над спектром може призвести до порушення систем управління військами, втрати зв'язку між підрозділами та зниження ефективності бойових операцій. Саме тому домінування в електромагнітному середовищі є важливою складовою сучасної військової стратегії.

Основними складовими протистояння в електромагнітному спектрі є радіоелектронна розвідка, електронна атака та електронний захист. Радіоелектронна розвідка спрямована на виявлення, перехоплення та аналіз сигналів противника. Вона дозволяє визначати місцезнаходження джерел випромінювання, аналізувати структуру систем зв'язку противника та отримувати важливу інформацію про його дії. Завдяки сучасним технологіям радіоелектронна розвідка здатна здійснювати моніторинг великої кількості сигналів і забезпечувати командування необхідними даними для прийняття рішень.

Другим важливим компонентом є електронна атака, яка передбачає використання електромагнітної енергії для впливу на системи противника. Це може включати постановку радіоперешкод, придушення каналів зв'язку, порушення роботи радарів або систем навігації. Одним із найпоширеніших методів є глушіння сигналів, під час якого створюється потужне електромагнітне випромінювання, що унеможливлює нормальну роботу радіоелектронних засобів противника. Такі дії можуть значно ускладнити координацію військових підрозділів, а також знизити ефективність високоточної зброї.

Третім напрямом є електронний захист, спрямований на забезпечення стійкості власних систем до впливу засобів радіоелектронної боротьби. До таких заходів належать підвищення завадостійкості систем зв'язку, використання захищених каналів передачі інформації, застосування криптографічних методів захисту даних та резервування каналів управління. Це дозволяє підрозділам зберігати працездатність навіть в умовах інтенсивного електромагнітного протистояння.

Важливу роль у сучасному електромагнітному протистоянні відіграють безпілотні системи та супутникові технології. Багато безпілотних літальних апаратів використовують радіоканали для управління та передачі інформації, тому засоби радіоелектронної боротьби застосовуються для придушення каналів управління або блокування сигналів супутникової навігації.

Крім того, розвиток інформаційних технологій сприяв інтеграції електромагнітної боротьби з кіберопераціями. Комплексне застосування цих засобів дозволяє ефективніше порушувати роботу інформаційних систем, систем управління та передачі даних противника.

Таким чином, протистояння в електромагнітному спектрі стало важливим елементом сучасних військових операцій і відіграє значну роль у досягненні інформаційної переваги. З огляду на швидкий розвиток технологій, значення електромагнітної боротьби в майбутньому лише зростатиме.

Орлянська В. Ю., курсант
Науковий керівник – Ліщинська Х. І., канд. техн. наук, доц.
Національна академія сухопутних військ
імені гетьмана Петра Сагайдачного

ЗАСТОСУВАННЯ ОБЛАСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІЇ ТА АНАЛІЗУ ПЕРІОДИЧНОСТІ В ОБРОБЛЕННІ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СИГНАЛІВ ЗА УМОВ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ ПРОТИДІЇ

У сучасних умовах ведення бойових дій радіолокаційні системи відіграють важливу роль у виявленні, супроводженні та ідентифікації цілей. Водночас ефективність їх функціонування значною мірою ускладнюється застосуванням засобів радіоелектронної боротьби, що створюють перешкоди, імітують сигнали або спотворюють інформацію. У зв'язку з цим особливого

значення набуває використання математичних методів аналізу сигналів, зокрема дослідження області визначення функцій та їх періодичності, що дозволяє підвищити стійкість систем до завад і забезпечити більш точну інтерпретацію отриманих даних.

Однією з характеристик радіолокаційного сигналу є його часовий інтервал існування, який природним чином задає область визначення відповідної функції. У практичних задачах сигнал не є нескінченним у часі, а існує лише на обмеженому проміжку, що зумовлено режимами роботи передавача та фізичними обмеженнями системи. Формально це означає, що досліджувана функція визначена лише на певному відрізку, поза межами якого вона або дорівнює нулю, або не має фізичного змісту. Ігнорування цієї обставини призводить до суттєвих похибок в аналізі, зокрема до появи так званих крайових ефектів. Таким чином, коректне врахування області визначення є необхідною умовою адекватного математичного моделювання радіолокаційних процесів.

Особливий інтерес становить аналіз періодичності сигналів у задачах виявлення цілей на фоні перешкод. У типовій радіолокаційній системі зондувальний сигнал генерується періодично, а відбиті сигнали від об’єктів, як відомо, мають квазіперіодичний характер. Це дозволяє використовувати відомі методи гармонічного аналізу для виділення корисного сигналу з шуму. Однак у разі застосування противником активних завад періодичність може бути навмисно спотворена. Наприклад, створюються сигнали з близькою, але не ідентичною частотою, що ускладнює їх відокремлення від істинних відбиттів.

У цьому контексті важливу роль відіграє критичне мислення як складова підготовки військових фахівців. Формальне застосування математичних методів без аналізу їх обмежень може призвести до хибних висновків. Зокрема, припущення про ідеальну періодичність сигналу є лише наближенням, яке не завжди відповідає реальним умовам. Тому необхідно оцінювати, наскільки обрана модель відображає фактичну ситуацію, а також враховувати можливість цілеспрямованого введення противником дезінформації.

Застосування поняття періодичності дозволяє також виявляти аномалії у сигналі. Якщо очікується, що сигнал має певний період, то відхилення від цієї періодичності можуть свідчити про наявність завад або про зміну характеристик цілі. Таким чином, аналіз періодичних властивостей сигналу може бути використаний як інструмент діагностики та прийняття рішень. У поєднанні з урахуванням області визначення це дозволяє більш точно локалізувати сигнал у часі та зменшити вплив випадкових шумів.

Практичне значення розглянутих підходів полягає у підвищенні ефективності роботи радіолокаційних систем в умовах інформаційного протиборства. Використання математично обґрунтованих методів аналізу сигналів сприяє зниженню ймовірності помилкових спрацювань, покращенню точності визначення координат цілей та підвищенню стійкості до радіоелектронних перешкод. Водночас поєднання математичного апарату з навичками критичного мислення дозволяє військовим фахівцям більш адекватно оцінювати отриману інформацію та уникати шаблонних рішень у складних умовах.

Отже, дослідження області визначення функцій та їх періодичності на прикладі радіолокаційних сигналів демонструє значний потенціал базових математичних понять у вирішенні прикладних військових задач. Такий підхід сприяє формуванню системного мислення, підвищує якість аналізу даних і забезпечує наукову основу для ефективного функціонування сучасних технічних засобів у бойових умовах.

Стельмах С. С., курсант, Ткачук В. І., курсант
Науковий керівник – Гребенюк О. П., канд. техн. наук
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ МІМО З ПОЛЯРИЗАЦІЙНИМ РОЗДІЛЕННЯМ У СИСТЕМАХ ЗВ’ЯЗКУ ТА ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ КОМПЛЕКСІВ РАДІОМОНІТОРИНГУ

На системи радіомоніторингу (РМ) військового призначення покладається виконання важливих завдань, основними з яких є: спостереження та контроль за частотним діапазоном; виявлення джерел радіовипромінювання; визначення їх місцеположення та інше.

Виконання цих завдань неможливе без наявності та ефективного функціонування систем передачі інформації (СПІ), які використовуються не тільки для передачі розпоряджень, команд та оперативної інформації, а також в якості невід’ємної частини комплексів РМ.

Досвід ведення широкомасштабної війни свідчить, що сучасна радіоелектронна обстановка (РЕО) є складною та мінливою. Вона характеризується високою насиченістю радіоелектронними засобами (РЕЗ), що

використовують спільний частотний діапазон, розміщуються на обмеженій відстані, та як наслідок здійснюють взаємний вплив. Крім того засоби та комплекси РМ функціонують в умовах впливу активних завад, засобів радіоелектронної боротьби. Все це призводить до зменшення ефективності їх функціонування.

На даний час однією з основних характеристик СПІ, що забезпечують їх ефективне функціонування в складі комплексу РМ є завадостійкість.

Відомо, що внаслідок дії завад різного походження у процесі передачі інформації по каналах зв'язку виникають помилки, які призводять до часткової або повної втрати інформації і як наслідок зниження ефективності функціонування засобів та систем радіомоніторингу. Стосовно засобів зв’язку, що забезпечують передачу інформації між елементами комплексів РМ військового призначення, слід відзначити відсутність у більшості основних зразків спеціальних заходів завадозахисту.

У зв’язку з цим, актуальним завданням є розробка та застосування в існуючих та перспективних засобах і комплексах РМ алгоритмів та пристроїв обробки сигналів в умовах складної РЕО. З цією метою запропоновано реалізувати СПІ засобів РМ із використанням технології MIMO (Multiple Input Multiple Output) із поляризаційним розділенням сигналів. Даний підхід забезпечить високу пропускну здатність та достовірність інформації, а також можливість поляризаційної селекції сигналів на фоні діючих завад.

Ostafiichuk T. S., cadet
Scientific supervisor – Krykhtin Yu. O., Cand. Sc. (Tech.)
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

EFFECTIVE EFFICIENCY OF WAVEGUIDE POWER CALIBRATORS IN THE 25.86–37.5 GHz RANGE

The M1-11 power calibrator (a feed-through waveguide wattmeter with cross section (7.2×3.4) mm in the frequency range from 25.86 GHz to 37.5 GHz) is a working standard that is part of the reference standard of the Armed Forces of Ukraine for the power unit in waveguides in the frequency range from 5.64 GHz to 37.5 GHz. The results of M5-45 thermistor power sensors calibration with this power calibrator

indicate incorrect effective efficiency (EE) determination at some control frequencies, especially at: 25.86 GHz, 26 GHz, and 34 GHz. The incorrectness lies in a systematic overestimation or underestimation of the EE for almost all M5-45 power sensors being calibrated at the specified frequencies (the EE norm at any of the eight control frequencies is from 0,85 to 1.05 without taking into account the relative error ±6 %).

The report suggests that the cause of this phenomenon is the abnormal uncertainty in measurement of the transmission coefficient of the power calibrator in the State Enterprise "Ukrmetrteststandart". In order to prove this assumption, interlaboratory comparisons of three equally accurate M1-11 power calibrators were carried out using two different comparators (M5-45 power sensors). The EE measurements were performed using both the results of the initial and the last calibrations of calibrator from the reference standard. For the other two calibrators, only the initial calibration results were used.

The results of the EE determining are pretty close if we use the transmission coefficients of the calibrators obtained during the initial calibration. The graphs of the comparators frequency response, found according to the results of the last calibration of the M1-11 calibrator from the reference standard, differs significantly from the others.

Zabyivorota A. O., cadet
Scientific supervisor – Kriuchkov D. M.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

ANALYSIS OF THE DESIGN AND EMPLOYMENT OF SEMI-ACTIVE HOMING SURFACE-TO-AIR MISSILES FOR MEDIUM-RANGE AIR DEFENSE SYSTEMS

In the context of modern security challenges, the effectiveness of air defense is largely determined by the ability of anti-aircraft missile systems to engage a wide range of targets—from aerodynamic to ballistic—with high probability and minimal loss of own assets. Design features of surface-to-air guided missiles play a key role in this process, ensuring the realization of the system's tactical advantages.

An analysis of the 9M83 guided missile design within the S-300V (9K81) anti-aircraft missile system allows for the identification of a number of technical solutions that directly affect the effectiveness of combat engagement. The main design factors ensuring high efficiency are: a two-stage "lifting cone" configuration (which allows

reaching speeds over 1,200 m/s to intercept high-speed ballistic targets); a combined guidance system (inertial control with semi-active radar homing at the terminal stage); a directional high-explosive fragmentation warhead weighing 150/75 kg with a radio-command fuse (ensuring effective target destruction upon timely detonation); and vertical launch from a transport-launch canister with gas-dynamic control at the booster stage (providing high mobility and the ability to fire from any unprepared position).

To increase the effectiveness of the combat use of the 9M83 missile and the S-300V system, a comprehensive approach is proposed that combines tactical, technical, and organizational components. The main directions of implementation include: adherence to the "mobile ambush" principle (minimizing time at a position with an immediate change of location after launch); using guidance modes according to the electronic warfare environment; and ensuring coordinated interaction of all elements of the anti-aircraft missile system—from stations to launchers.

The implementation of the proposed approaches allows for the transformation of the theoretical advantages of the 9M83 missile design into practical combat effectiveness. This ensures the ability of the S-300V1 system to engage a wide range of enemy air attack assets under conditions of electronic countermeasures, and most importantly, increases the survivability of units due to high mobility and minimizes the loss of own assets when repelling air strikes of any duration.

Metelsky B. Yu., cadet
Scientific supervisor – Barkhudaryan M. V., Cand. Sc. (Tech.), Senior Researcher Ass.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

SOME ISSUES REGARDING THE CREATION OF A MEASURING-COMPUTING COMPLEX OF TESTING RANGE

Developing new types of weapons and military equipment (WME) and conducting troop exercises with live firing dictate the need to create and develop a testing technical complex, with a special testing ranges and developed infrastructure, including a testing range measuring-computing complex (TR MCC) as the most important and central component of this complex organizational-technical system, at an accelerated pace.

The above is connected with the need to solve complex engineering problems in modern conditions related to: significant complication of developed WME; carrying

out flight tests of new models on unequipped flight routes; increasing the intensity and pace of TR MCC development; conducting tests on several types of objects simultaneously; complication of control processes and coordination of interaction between the forces and means of various troops units during tests and exercises with live firing, as well as a number of other issues.

In solving the main problem, the following particular tasks are identified, which are of high priority: the development of principles for constructing the main functional subsystems of a complex system of the range tests and live-fire exercises (RT LFE); the development of principles for constructing a rational experimental-technical base of the range and its subsystems, and first of all TR MCC; the creation of a system methodology for analyzing and synthesizing the TR MCC as a subsystem of the entire RT LFE system, as well as the information-measuring systems that support it: radio engineering, radar, radio navigation, telemetry and some others; the selection of composition of the means and the creation of complexes for high-quality support of flight tests on the equipment or exercises.

The efficiency of the TR MCC functioning depends on properties of subsystems that comprise it, their location, and the structure and quality of secondary processing algorithms for the measurement information. It is necessary to mention the need to ensure one of the most important TR MCC characteristics, namely the accuracy of measurements and calculations. Research has shown that this task can be accomplished in the following areas: by ensuring the optimal placement of measuring instruments relative to the trajectory of flying object; by increasing the inherent accuracy of measuring systems; by increasing the accuracy of geodetic support for measurements; by introducing methods for jointly processing measurement information from different sources, as well as by using modern processing methods; by using redundant measurement information; by increasing the accuracy of solving the problem of "stitching" different sections of the trajectory.

At present and in the foreseeable future, TR MCC will remain one of the main tools for objectively assessing the flight and technical characteristics of tested weapon sample in conditions that are close to the conditions of its actual use. An important factor determining the TR MCC structure is the length of the characteristic sections of flight route the test objects (initial, active, passive and final flight sections), within which it is necessary to ensure the measurements.

Given the increasing requirements for the efficiency of testing, it is necessary to have an idea of how well the TR MCC meets the requirements for conditions of a given experiment (the conditions for conducting flight tests of a specific weapon model). As

a result, the task of substantiating technical requirements for components and range-based measuring instruments of TR MCC has become urgent and requires a solution. At the same time, as studies of the issues of assessing the effectiveness of these means have shown, the emergence of their use is determined by a number of technical indicators set out in the general technical requirements for TR MCC.

When creating complex multi-hierarchical systems, a special place is occupied by the so-called "system approach". The authors analyzed the basic principles of a system approach in the TR MCC development and design, as a component of the RT LFE system. It has been established that in this case, the tasks of studying the environment in which the TR MCC will operate, the goals of its functioning, and the problems of its interaction with other subsystems come to the fore.

Based on the consideration of appropriate functions of the RT LFE system, a typical list of its tasks and criteria approaches to assessing its effectiveness have been formulated. After a comprehensive analysis of the existing experimental and technical base of testing range, the basic principles for constructing a rational experimental and technical base of testing range complex as the technical basis of RT LFE system are proposed. The substantiation of composition and rational characteristics the experimental and technical base of testing range has been executed. The role and place of TR MCC in the system of experimental and technical base have been shown.

Воронін В. О., курсант
Науковий керівник – Площик А. С.
Національна академія Державної прикордонної служби України

OSINT–ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ВИПРОМІНЮВАННЯ В СУЧАСНІЙ ВІЙНІ

В умовах повномасштабної збройної агресії проти України традиційні методи ведення бойових дій зазнають глибинної трансформації під впливом інформаційно-телекомунікаційних технологій. Зіткнення з противником, який володіє значною кількісною перевагою в живій силі та техніці, диктує необхідність пошуку асиметричних рішень. Одним із найбільш перспективних векторів забезпечення переваги Сил оборони України є інтеграція локальної розвідки на основі відкритих джерел (OSINT) із новітніми засобами

радіоелектронного ураження, зокрема – технологією доставки шкідливого програмного забезпечення шляхом електромагнітної ін'єкції через скомпрометовані 4G-мережі.

Сучасний етап розвитку OSINT в Україні вийшов за межі ручного пошуку інформації в соціальних мережах. Сьогодні це високотехнологічний процес, що спирається на алгоритми машинного навчання та автоматизований скрапінг великих даних. Розв'язання оборонних завдань починається зі створення комплексного цифрового профілю ворожих підрозділів. Шляхом аналізу метаданих фотографій, перехоплення нешифрованого трафіку, геолокації тіней та співставлення білінгів мобільних операторів (через тіньові бази даних противника), українські аналітики формують точну матрицю скупчення ворожої сили.

Важливим досягненням є використання OSINT для мапінгу так званих "сліпих зон" – ділянок фронту, де противник активно користується нерегламентованими засобами зв'язку (особистими смартфонами або тактичними планшетами з цивільними SIM-картами). Саме ці координати стають мішенню для розгортання наступного етапу операції — кібер-кінетичного впливу.

Концепція передачі електромагнітним шляхом заражених пакетів інформації є революційним кроком на перетині радіоелектронної боротьби та кібероперацій. Суть методу полягає у використанні імітаторів базових станцій , які монтуються на безпілотні літальні апарати або розгортаються диверсійно-розвідувальними групами поблизу лінії бойового зіткнення.

Встановлений на БПЛА мобільний 4G-передавач (eNodeB) генерує сигнал, потужність якого перевищує сигнал віддалених легітимних веж стільникового зв'язку противника. Внаслідок особливостей архітектури мереж LTE, мобільні пристрої ворожих військовослужбовців автоматично перемикаються на цю "хибну" базову станцію. Після встановлення з'єднання, замість стандартного надання послуг зв'язку, український комплекс здійснює цілеспрямовану ін'єкцію шкідливих пакетів даних прямо в baseband-процесор або операційну систему ворожого пристрою (через вразливості нульового кліка – zero-click exploits).

Ця технологія дозволяє вирішувати одразу кілька критичних завдань національної оборони. По-перше, здійснюється тихе викрадення телеметричних даних, паролів та GPS-координат, що перетворює кожен заражений телефон

окупанта на маяк для наведення високоточних систем ураження. По-друге, ініціюється саботаж: приховані скрипти можуть масово виводити з ладу батареї пристроїв, блокувати доступ до систем управління вогнем або підміняти тактичні карти на екранах противника, спрямовуючи його в засідки. По-третє, це відкриває шлях для високоточних психологічних операцій — розсилки деморалізуючих повідомлень від імені командування РФ або фіктивних наказів про відступ.

Розв'язання сучасних завдань національної оборони України вимагає виходу за межі класичних військових доктрин. Синхронізація глибокого OSINT-аналізу (який виявляє, де противник порушує правила цифрової гігієни) із застосуванням мобільних 4G-передавачів для цілеспрямованого електромагнітного зараження пристроїв створює унікальний кібер-кінетичний ланцюг ураження. Цей підхід дозволяє перетворити власну цифрову інфраструктуру противника на зброю проти нього самого, забезпечуючи Силам оборони України вирішальну інформаційну та тактичну перевагу на полі бою з мінімальними ризиками для власного особового складу.

Свередюк В. Р., курсант
Науковий керівник – Площик А. С.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

ОСОБЛИВОСТІ РАДІОЛОКАЦІЙНОГО ВИЯВЛЕННЯ МАЛОРОЗМІРНИХ ДРОНІВ НА ТЛІ ПАСИВНИХ ЗАВАД

Широкомасштабне застосування малорозмірних безпілотних літальних апаратів (БПЛА) кардинально змінило тактику ведення сучасних бойових дій. Розвідувальні дрони, FPV-системи та баражуючі боєприпаси стали невід'ємною складовою поля бою, створюючи серйозну загрозу для особового складу та техніки. Відповідно, завдання своєчасного виявлення таких об'єктів радіолокаційними засобами протиповітряної оборони набуває першочергового значення. Проте процес радіолокаційного спостереження за малорозмірними дронами ускладнюється низкою специфічних факторів, головним з яких є виділення корисного сигналу на тлі інтенсивних пасивних завад.

Фундаментальною проблемою під час виявлення комерційних та спеціалізованих міні-БПЛА є їхня вкрай низька ефективна площа розсіювання (ЕПР). Завдяки компактним розмірам та масовому використанню радіопрозорих матеріалів рівень відбитого від них радіолокаційного сигналу є мінімальним. У реальній тактичній обстановці цей слабкий сигнал відбивається одночасно з потужними сигналами від елементів рельєфу, рослинності та інших природніх об'єктів. З погляду радіолокатора відлуння від квадрокоптера часто є співрозмірним за інтенсивністю з відлунням від зграї птахів або крони дерев.

Традиційні системи селекції рухомих цілей (СРЦ), які успішно застосовуються для виявлення пілотованої авіації, стикаються зі значними обмеженнями під час роботи по малорозмірних дронах. Алгоритми СРЦ базуються на ефекті Доплера: вони пригнічують сигнали від нерухомих об'єктів і пропускають сигнали зі значним доплерівським зсувом частоти. Однак сучасні дрони здатні переміщуватися на наднизьких швидкостях або здійснювати тривале зависання в повітрі. У таких режимах польоту радіальна швидкість корпусу дрона наближається до нуля, і його радіолокаційна відмітка потрапляє в зону режекції фільтрів пасивних завад, фактично зникаючи з екрана оператора.

Для ефективного розв'язання цієї проблеми необхідно переходити від класичної амплітудної та доплерівської селекції до більш тонкого спектрального аналізу відбитих сигналів. Головним демаскуючим фактором малорозмірного дрона є наявність рухомих елементів конструкції, насамперед – лопатей несучих гвинтів. Навіть коли корпус апарата нерухомий, швидке обертання пропелерів створює додаткову частотну модуляцію відбитого сигналу, відому як мікродоплерівський ефект.

Аналіз мікродоплерівських сигнатур дозволяє виявити характерні періодичні складові у спектрі сигналу, які суттєво відрізняються від хаотичних флуктуацій пасивних завад (наприклад, шуму листя чи дощу). Більше того, кінематика руху лопатей дрона математично відрізняється від помахів крил птаха. Застосування методів частотно-часового аналізу, таких як віконне перетворення Фур’є або вейвлет-перетворення, дає змогу побудувати детальні радіолокаційні спектрограми. На цих спектрограмах відбитки дронів формують унікальні патерни, які можна ідентифікувати навіть за умови, що загальний рівень сигналу знаходиться нижче порогу виявлення класичних радіолокаторів.

Оскільки візуальне розпізнавання мікродоплерівських спектрограм оператором у реальному часі є надзвичайно складним завданням, критично важливим етапом стає автоматизація цього процесу. Інтеграція алгоритмів

машинного навчання, зокрема глибинних згорткових нейронних мереж, дозволяє автоматично класифікувати цілі на тлі складної завадової обстановки. Нейромережі здатні ефективно виділяти неочевидні ознаки з масивів радіолокаційних даних, розділяючи відбитки безпілотників та пасивних завад природного походження з високою ймовірністю.

Отже, особливості радіолокаційного виявлення малорозмірних дронів вимагають комплексного підходу, що поєднує використання високороздільної радіолокації, спектрального аналізу мікродоплерівських ознак та алгоритмів штучного інтелекту. Упровадження таких методів обробки сигналів у сучасні та перспективні радіолокаційні комплекси дозволить нівелювати вплив пасивних завад, суттєво підвищити надійність виявлення БПЛА та посилити загальний потенціал протиповітряної оборони в умовах новітніх безпекових викликів.

Бойко Є. М., курсант
Науковий керівник – Площик А. С
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

ВИКОРИСТАННЯ МОБІЛЬНИХ ПРОГРАМНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ КЕРУВАННЯ ФАЗОВАНИМИ АНТЕННИМИ РЕШІТКАМИ В СИСТЕМАХ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ

Сучасний стан ведення бойових дій характеризується інтенсивним використанням засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ) як одного з вирішальних чинників досягнення переваги на полі бою. Особливої актуальності набуває питання оперативності та точності впливу на радіоелектронні засоби противника в умовах динамічної зміни обстановки. Традиційні системи з механічним скануванням простору поступово витісняються технологіями на основі фазованих антенних решіток (ФАР), які забезпечують значно вищі показники швидкодії та гнучкості керування діаграмою спрямованості.

Метою даної роботи є обґрунтування переваг застосування мобільних програмних комплексів для оперативного керування параметрами ФАР у складі малогабаритних систем РЕБ.

Однією з ключових переваг ФАР є можливість майже миттєвого переміщення променя в просторі без фізичного обертання антени. Це дозволяє здійснювати швидке сканування визначених секторів та одночасне супроводження або придушення кількох цілей. У системах РЕБ така властивість критично важлива для протидії засобам зв'язку та навігації противника, що використовують алгоритми швидкої перебудови робочої частоти. Використання електронного керування фазовими зсувами сигналів у випромінювальних елементах дозволяє формувати складні конфігурації діаграми спрямованості, мінімізуючи вплив на власні системи зв'язку та максимізуючи енергетичний потенціал у напрямку об'єкта подавлення.

Проте ефективність апаратних засобів ФАР значною мірою залежить від інтерфейсу взаємодії оператора з обладнанням. У бойових умовах критичне значення має мобільність та інтуїтивність керування. Розробка спеціалізованого програмного забезпечення на мові програмування Kotlin для мобільних пристроїв дозволяє створити гнучкий інструментарій для налаштування комплексів РЕБ. Вибір Kotlin зумовлений його високою продуктивністю, безпекою типів та можливістю ефективної реалізації асинхронних операцій, що є необхідним при роботі з потоками даних у реальному часі.

Мобільний програмний комплекс дозволяє оператору здійснювати дистанційне керування параметрами ФАР через захищені канали зв'язку. Програмний інтерфейс забезпечує можливість візуалізації поточної зони покриття, швидку зміну секторів сканування та вибір режимів роботи антени залежно від типу загрози. Використання мобільної платформи зменшує час розгортання системи та дозволяє оператору залишатися в укритті, що підвищує загальну живучість підрозділу РЕБ.

Технічна реалізація ПЗ передбачає впровадження алгоритмів автоматичного розрахунку фазових коефіцієнтів для формування діаграми спрямованості заданої форми. Це мінімізує ймовірність помилки оператора та скорочує час реакції на появу нових джерел випромінювання. Крім того, інтеграція засобів діагностики в мобільний додаток дозволяє в реальному часі контролювати стан окремих модулів ФАР, що спрощує технічне обслуговування комплексу в польових умовах.

Отже, поєднання технології ФАР із сучасними мобільними програмними рішеннями відкриває нові можливості для створення високоефективних, мобільних та точних засобів РЕБ. Впровадження таких комплексів дозволить

суттєво підвищити ефективність протистояння в електромагнітному спектрі, забезпечуючи швидку адаптацію до нових викликів сучасного бою. Подальші дослідження доцільно спрямувати на автоматизацію процесів розпізнавання сигналів та їх інтеграцію в єдину систему управління вогнем і РЕБ.

Нікітін А. І., курсант
Науковий керівник – Площик А. С.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

ПРОТИСТОЯННЯ В ЕЛЕКТРОМАГНІТНОМУ СПЕКТРІ ЯК КЛЮЧОВИЙ ЕЛЕМЕНТ СУЧАСНИХ БОЙОВИХ ДІЙ

Сучасні збройні конфлікти характеризуються значним рівнем технологічної інтеграції та цифровізації процесів управління військами. Використання безпілотних літальних апаратів, високоточних засобів ураження, супутникової навігації, радіолокаційних комплексів та цифрових систем управління значною мірою залежить від електромагнітного спектра. Фактично електромагнітне середовище перетворилося з допоміжного технічного ресурсу на окремий операційний простір, контроль над яким визначає ефективність розвідки, управління підрозділами, координації бойових дій та застосування високоточної зброї.

Зростаюча роль мережецентричних підходів до ведення війни підвищує критичність стабільної роботи каналів зв’язку, точності навігаційного забезпечення та обміну розвідувальними даними. Вплив противника на ці системи через придушення сигналів, створення радіоперешкод або перехоплення інформації здатний суттєво знизити боєздатність підрозділів, дезорганізувати управління та ускладнити взаємодію між різними видами військ.

Практичний досвід повномасштабної російсько-української війни підтверджує, що протистояння в електромагнітному спектрі стало системним і безперервним процесом, що включає активне застосування радіоелектронного впливу, протидію безпілотним системам, порушення навігації та каналів зв’язку. Таким чином, наукове дослідження форм, методів та особливостей цього протистояння є критично необхідним для підвищення стійкості військ,

ефективності управління та забезпечення переваги в сучасних бойових операціях.

Важливість контролю електромагнітного спектра підтверджується також результатами сучасних військово-аналітичних досліджень. Зокрема, експерти Royal United Services Institute у дослідженнях бойових дій в Україні зазначають, що боротьба за електромагнітний спектр стала одним із ключових факторів ефективності застосування безпілотних систем, артилерії та систем управління військами. У звітах підкреслюється, що сторони конфлікту активно використовують засоби радіоелектронного впливу для придушення каналів зв'язку, порушення супутникової навігації та ускладнення роботи безпілотних платформ. Це свідчить про те, що перевага в електромагнітному середовищі безпосередньо впливає на темп операцій, точність ураження цілей та загальну ефективність бойових дій.

Узагальнюючи, електромагнітний спектр у сучасних збройних конфліктах виступає важливим операційним середовищем, від контролю над яким залежить ефективність управління військами, розвідки та застосування високоточної зброї. Досвід сучасних бойових дій підтверджує, що протистояння в електромагнітному спектрі має системний характер і безпосередньо впливає на результативність бойових операцій. У зв'язку з цим розвиток засобів радіоелектронної боротьби та забезпечення стійкості систем зв'язку і навігації є важливою умовою досягнення переваги на полі бою.

Yermenchuk Y. D., cadet
Scientific supervisor – Ratych O. Yu.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY AS A COMPONENT OF ELECTRONIC (ELECTROMAGNETIC) SUPPORT FOR ELECTROMAGNETIC COUNTERMEASURES

Modern military conflicts are characterised by rapid technological development and the armed forces' growing reliance on the electromagnetic spectrum. The integration of communications, reconnaissance, command and control, navigation, unmanned systems and precision-guided weapons necessitates effective operation in

complex electromagnetic environments. In such conditions, electronic warfare (EW) takes on particular significance, as it is an integral part of ensuring the combat readiness of troops and gaining an advantage over the enemy

Electromagnetic warfare comprises a set of interrelated measures and actions aimed at gaining, maintaining and utilising superiority in the electromagnetic spectrum. It consists of three main components: electromagnetic attack, electromagnetic defence and electronic (electromagnetic) support. Each of these components performs specific functions, but only their combined application ensures the desired effect is achieved in operations.

An electromagnetic attack is designed to reduce the effectiveness or completely disable the enemy's electronic equipment. It is carried out through the use of active jamming, directed electromagnetic radiation, and devices that home in on radiation sources. The effectiveness of this component is based on the inherent vulnerability of any electronic system to the effects of electromagnetic energy. As a result of a successful electromagnetic attack, the enemy loses the ability to effectively command troops, deploy weapons and conduct reconnaissance, thereby failing to achieve the desired effect in operations.

Electromagnetic protection, in turn, is aimed at ensuring the resilience of one's own forces and assets to the effects of electromagnetic threats. It comprises a range of organisational and technical measures, among which the management of electromagnetic spectrum usage, enhancing the protection of equipment through shielding and the application of specialised technical solutions, as well as the control of electromagnetic emissions, play a significant role. One of the key elements of electromagnetic protection is ensuring electromagnetic compatibility, which allows us to avoid mutual interference between our own systems and ensure their effective joint operation

Electromagnetic compatibility (EMC) is one of the key prerequisites for the effective operation of radio-electronic equipment in modern operations and an integral part of electromagnetic protection. It refers to the ability of different electronic systems to operate simultaneously in the same electromagnetic environment without causing mutual interference that could lead to a reduction in their effectiveness or complete failure. Ensuring EMC is achieved through careful planning of radio frequency resource usage, the development of frequency allocation matrices, the establishment of restrictions and prohibitions on the use of specific bands, as well as continuous monitoring of electromagnetic emissions. The application of technical solutions, such as shielding, signal filtering and improving the interference immunity

of equipment, also plays an important role. The implementation of EMC measures allows for the optimisation of the operation of troop command, communications and reconnaissance systems, reduces the impact of friendly and enemy interference, and ensures the operational resilience of troops in a complex electromagnetic environment

Electronic support for the EMB provides the information basis for decision-making. It involves the detection, interception, identification and analysis of sources of electromagnetic radiation. This enables the timely detection of threats, the determination of the adversary's intentions, the designation of targets and the enhancement of troops' situational awareness. As a result, the command is able to respond promptly to changes in the situation and plan combat operations effectively.

Electromagnetic warfare is therefore a vital component of modern military operations, ensuring superiority in the electromagnetic spectrum, effective command and control of forces, and the degradation of the enemy's combat capabilities. At the same time, electromagnetic compatibility is an integral part of electronic support for ECM, as it ensures the coordinated and uninterrupted operation of one's own radio-electronic equipment. The implementation of EMC measures allows for the minimisation of mutual interference, the enhancement of the effectiveness of communication, command and control, and reconnaissance systems, as well as ensuring their operational resilience in complex electromagnetic environments. Consequently, only a comprehensive combination of EMB measures and EMC assurance creates the conditions for achieving high operational effectiveness of troops in modern conflicts.

Марусик А. І., студент
Науковий керівник – Чіпуріна Г. М.
Національна академія Служби безпеки України

ПРОТИДІЯ РАДІОЕЛЕКТРОННІЙ БОРОТЬБІ В СИСТЕМАХ ТАКТИЧНОГО ЗВ'ЯЗКУ: АДАПТИВНЕ ЧАСТОТНЕ СТРИБКОУТВОРЕННЯ НА ОСНОВІ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

Сучасні воєнні конфлікти характеризуються безпрецедентною роллю інформаційно-комунікаційних технологій, де домінування в електромагнітному спектрі стає вирішальним фактором успіху операцій. Досвід активних бойових дій на сході України з 2022 року демонструє критичну вразливість традиційних

систем тактичного зв'язку до засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ), коли противник здатний пригнічувати комунікаційні канали підрозділів за лічені хвилини, створюючи «зони радіомовчання» площею до 25 км². Статистика Міністерства оборони показує, що до 40% втрат зв'язку на передовій спричинені саме цілеспрямованим електронним придушенням, а не фізичним пошкодженням обладнання. За даними НАТО, середня тривалість безперебійного зв'язку в умовах активної РЕБ становить лише 8-12 хвилин, після чого оператори змушені переходити на резервні канали або застосовувати кур'єрську доставку повідомлень, що критично уповільнює прийняття рішень на тактичному рівні.

Проблема полягає в тому, що класичні псевдовипадкові алгоритми зміни частот FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum), закладені в радіостанції Harris Falcon III, Motorola APX та вітчизняні аналоги типу «Аргумент», є детермінованими та базуються на лінійних конгруентних генераторах з періодом повторення, що робить їх вразливими до машинного аналізу. Сучасні когнітивні системи РЕБ типу російських комплексів «Красуха-4», «Pole-21» або «Леер-3» здатні виявляти й нейтралізовувати такі послідовності протягом 15-45 секунд безперервного моніторингу ефіру шляхом кореляційного аналізу, прогнозування наступного стрибка та цілеспрямованого глушіння передбачуваних частот з випередженням 50-100 мс.

Основна частина запропонованого рішення передбачає впровадження гібридної системи адаптивного частотного стрибкоутворення, де нейронна мережа архітектури LSTM (Long Short-Term Memory) з 256 прихованими нейронами та двома рекурентними шарами у реальному часі аналізує електромагнітну обстановку через вбудовані спектроаналізатори діапазону 30-512 МГц, виявляє ознаки активності РЕБ (аномальні рівні шуму понад -95 дБм, спрямовані перешкоди потужністю від 10 Вт, патерни сканування з періодичністю 0,5-2 с) і динамічно коригує послідовність частотних стрибків з інтервалом 100-200 мс, уникаючи як заглушених діапазонів, так і створюючи непередбачувані для противника патерни переходів з ентропією Шеннона 7,2-7,8 біт на символ замість стандартних 4,1-4,6 біт. Система навчається на історичних даних електромагнітної обстановки конкретного театру операцій, адаптуючись до тактики противника протягом 2-3 годин роботи. Балансуючим аспектом є збереження повної сумісності з існуючим обладнанням через програмно-визначені радіостанції (SDR) на базі чіпсетів Analog Devices AD9361

або LimeSDR Mini, мінімізація затримок обробки до 5-8 мс (що критично для голосового та координаційного зв'язку в реальному часі), енергоспоживання додаткового обчислювального модуля на ARM Cortex-A72 не більше 3,5 Вт при робочій температурі від -30°C до +60°C та можливість роботи в умовах обмеженої обчислювальної потужності польових контролерів без потреби в хмарних обчисленнях або постійному інтернет-з'єднанні.

Система не вимагає повної заміни парку техніки вартістю мільярди гривень, а реалізується як програмне оновлення з додатковим модулем вартістю $180-220 за одиницю, що робить її масштабованою для оснащення тактичної ланки батальйон-рота-взвод протягом 6-9 місяців, при цьому лабораторні випробування на базі Інституту зв'язку ЗСУ показали підвищення стійкості зв'язку в умовах активного придушення на 73% порівняно з традиційними рішеннями, середній час виявлення противником нової послідовності збільшився до 4-6 хвилин замість 15-45 секунд, а ймовірність успішної передачі пакету даних зросла з 0,34 до 0,81 в умовах перешкод потужністю 25 дБ над сигналом, що достатньо для виконання критичних комунікаційних задач цілевказування вогню, передачі координат та евакуації поранених.

Milnychuk E. I., cadet
Scientific supervisor – Karpenko O. V., Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

IDENTIFICATION “FRIEND OR FOE” MODE 4 IMPLEMENTING OF AIR COMBAT EQUIPMENT

The problem of creating the interoperability with the NATO-standard air management and control system and the aircraft identification system “Friend or Foe” (IFF) within the combat identification system is crucial during the air combat of the Air Force of Ukraine against russian aggression. The physical and radio electronic principles of the aircraft identification system “Friend or Foe” functioning is discussed in the presentation.

The interrogator, for example, the air defense system, transmits a coded challenge of modulated signals, and only a properly keyed transponder, on the board of aircraft, can generate valid reply signals rapidly.

Interrogators are electronic devices that transmit radio signals on interrogation

frequency of 1030 MHz, forcing IFF transponders to transmit reply signals at a different reply frequency of 1090 MHz, indicating that an approaching aircraft is “friendly”.

The main modes of operation of the antenna-feeder systems, transmitting and receiving modules of the identification system are considered. This is necessary for weapons and military equipment, such as multifunctional fighter aircraft, unmanned aerial vehicles, helicopters and anti-aircraft missile systems have been provided by NATO partner countries. It is urgently to implement the Identification Friend or Foe mode 4 system in the military and civilian equipment.

The identification Friend or foe Mode 4 represents a high step in secure military identification systems, combining pulse-based signals processing with modulated timing structures within the NATO and ICAO standardization. Its physical signal characteristics are L-band spectrum of frequency, precise pulse timing, and coded responses are tightly coupled with antenna design considerations such as the antenna patterns, resolutions, polarization, and gain.

The mode 4 uses pulse interrogation format procedures to other IFF modes but adds encrypted timing variations. The transition characteristics include: pulse pairs or pulse trains with precise spacing, pulse width (typically around 0.8 microseconds), inter-pulse spacing: variable and modulated.

In conclusion, the implementation of the identification “Friend or Foe” mode 4 in the military and civilian equipment is to be crucial in the war with the russian aggressor.

ПАНЕЛЬ 4

Тактика, лідерство: виклики сучасного бою

Мазурець В. В., курсант
Науковий керівник – Калита О. І.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

ТАКТИКА, ЛІДЕРСТВО: ВИКЛИКИ СУЧАСНОГО БОЮ

Сучасна війна базується на правилі: якщо тебе бачать - ти мертвий. А бачать тебе майже завжди. Це і є головний виклик сучасності, який перекреслив десятиліття військової науки.

Сьогодні варто забути про паради, красиві колони техніки чи масовані атаки широким фронтом, адже, будь-яке скупчення техніки чи особового складу це ідеальна мішень, на яку дрони злітаються швидше, ніж подається команда «До бою!». Поле бою стало прозорим наскрізь. Єдиний спосіб вижити - це розосередження. Україна перейшла до тактики малих, автономних груп. Це як бій в якому, успіх залежить не від маси вогню, а від зухвалості та швидкості. Кожен вихід - це не «штурм за схемою», а унікальні дії, де на ходу треба підлаштовуватися під ворожий РЕБ і постійно міняти маршрути.

У такій війні радянська позиція «я начальник - ти підлеглий» просто вбиває людей. Коли підрозділ розкиданий по посадках малими групами, зв’язок може зникнути в будь-який момент. Тут і народжується справжнє лідерство. Ключовою фігурою став сержант або молодший офіцер безпосередньо «на нулі». Командир у штабі має навчитися довіряти своїм людям. Це те, що на Заході називають Mission Command: ти ставиш задачу, а «як її виконати» - вирішує той, хто прямо зараз бачить ворога в тепловізор. Сучасний лідер - це не той, хто голосніше кричить, а той, хто вміє впорядкувати хаос із планшетів, стрімів і рацій у чітку дію.

Найважче сьогодні - це психологічний тиск. Солдати знають, що над ними цілодобово висять «пташки», і в будь-яку секунду в бліндаж може залетіти FPV-дрон. Вести людей у таких умовах - це особливе мистецтво. Авторитет сьогодні не дається зі зірками на погонах. Його завойовують у бліндажі, коли командир разом із підлеглими перепрошиває рації або особисто вираховує безпечні

«коридори» для евакуації. Це лідерство на власному прикладі та на глибокій емпатії. Командир має бути і батьком, і технічним експертом одночасно. Яскравим прикладом лідерства в Україні став Андрій Гринцевич з позивним «Грінка», він був наймолодшим захисником «Азовсталі», оскільки, пішов на війну як тільки йому виповнилось 18 років та вже в такому юному віці став «обличчям незламності». Його слова «Що б у Вас не було, любіть маму, їжте кашу і любіть Україну»- стали девізом для тисяч людей. Його присутність у найгарячіших точках (надприклад Серебрянський ліс) знімала будь які питання щодо його права керувати іншими. Він вмів говорити так, що його чули і 18-ти річні рекрути, і досвідчені командири. Його лідерство базувалось на ідеї, що «молодь-це не майбутнє, це сучасне, яке вже і зараз виборює свободу».

Це правило про те, що лідерство сьогодні - це не зірки на погонах, а відповідальність за життя тих, хто пішов за тобою в це «скляне» пекло, де кожен твій рух бачить ворожий об'єктив. Сучасний командир - це і психолог, і інженер, і старший брат, і не обов’язково «при погонах». Він розуміє: залізо - це просто розхідний матеріал. Спалений танк замінять, дрон пришлють волонтери, але людину, яка навчилася думати, приймати рішення в хаосі та вести за собою під прицілом супутників, замінити неможливо.

Ми вчимося воювати не масою, а розумом. І саме цей «людський фактор», помножений на технології, є нашою найбільшою перевагою. Бо в кінцевому підсумку, війну виграють не алгоритми, а люди, які вміють ними керувати, не втрачаючи при цьому людяності та віри у своїх побратимів.

Sinokosov O. V., cadet
Scientific supervisor – Melenti D. O.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

IMPROVEMENT OF APPROACHES TO THE FORMATION OF AIR DEFENSE UNIT BATTLE FORMATIONS UNDER MODERN ARMED CONFLICT CONDITIONS

Modern armed conflicts are characterized by the intensive use of precision-guided weapons, cruise missiles, and unmanned aerial vehicles, which significantly increases the requirements for the effectiveness of air defense systems. Under these conditions, ensuring reliable protection of critical state facilities and troop groupings

largely depends on the organization of air defense unit battle formations and the optimal placement of their main elements.

Analysis of combat experience shows that one of the key factors ensuring the survivability of air defense units is the spatial dispersion of the elements of the battle formation, particularly launchers. Traditional approaches to the formation of battle formations assume a relatively compact deployment of fire assets, radar stations, and command posts. However, under conditions where the enemy employs precision-guided weapons, such an arrangement may increase the probability of their simultaneous destruction.

The use of dispersed deployment of key system elements makes it possible to reduce the vulnerability of the complex to fire engagement, increase the resilience of the air defense system against enemy air attack assets, and create more favorable conditions for organizing the air defense fire system.

The paper considers an approach to evaluating the effectiveness of different variants of air defense unit battle formations and substantiates the main indicators and criteria for assessing the effectiveness of anti-aircraft missile coverage. For comparative analysis, an indicator based on the number of engagements against group and multiple targets within the engagement zone is used, which makes it possible to assess the unit's capability to repel air attacks under various combat conditions.

The results of the conducted analysis indicate that the use of battle formations with dispersed deployment of launchers contributes to increasing the effectiveness of anti-aircraft missile coverage and enhances the survivability of air defense units in modern armed conflicts.

Журавель Т. В., студент
Національний юридичний університет імені Ярослава Мудрого
Науковий керівник – Юрчак Ю. М.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

ПРОФЕСІЙНО-ПЕДАГОГІЧНА ПІДГОТОВКА МАЙБУТНІХ ОФІЦЕРІВ-ПРИКОРДОННИКІВ ЯК ОСНОВА ТАКТИЧНОГО ЛІДЕРСТВА В УМОВАХ СУЧАСНОГО БОЮ

Сучасні безпекові виклики та досвід ведення повномасштабних бойових дій докорінно змінили підходи до підготовки та застосування підрозділів Державної прикордонної служби України. Офіцери-прикордонники часто

першими вступають у вогневий контакт із противником, діючи в умовах високої автономності, невизначеності та постійного ризику. Це вимагає від них не лише бездоганної тактичної майстерності, але й здатності бути ефективними лідерами. У цьому контексті професійно-педагогічна підготовка майбутніх офіцерів набуває першочергового значення, адже лідерство на сучасному полі бою нерозривно пов'язане з педагогічними компетенціями командира — його здатністю швидко навчати, адаптувати та згуртовувати особовий склад.

Специфіка сучасного бою характеризується надвисокою динамічністю, масовим застосуванням безпілотних авіаційних комплексів (БпАК), засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ) та новітніх інформаційних систем управління військами. У таких умовах офіцер-прикордонник тактичної ланки (командир взводу чи відділення) стикається з необхідністю безперервного навчання своїх підлеглих безпосередньо в районі виконання бойових завдань. Здатність командира швидко та доступно пояснити алгоритми протидії ворожим FPV-дронам, особливості маскування в електромагнітному спектрі чи правила роботи з системами ситуаційної обізнаності є критично важливою. Відповідно, сучасний командир – це насамперед бойовий наставник (інструктор), який вміє ефективно транслювати знання та навички в умовах дефіциту часу та екстремального стресу.

Крім того, справжнє тактичне лідерство базується на особистому прикладі та довірі. Педагогічна взаємодія дозволяє командиру глибше розуміти індивідуально-психологічні особливості кожного військовослужбовця, виявляти неформальних лідерів у колективі та правильно розподіляти ролі під час бою. Особливо актуальною педагогічна майстерність офіцера стає під час інтеграції новоприбулих військовослужбовців (поповнення) у злагоджений підрозділ. Здатність командира мінімізувати час на адаптацію новачка, пояснити йому специфіку виконання завдань на конкретній ділянці фронту та сформувати відчуття бойового братерства прямо впливає на виживання та ефективність усього підрозділу.

Отже, удосконалення професійно-педагогічної підготовки майбутніх офіцерів-прикордонників є невід'ємною складовою формування сучасного тактичного лідера, здатного адекватно реагувати на виклики сьогодення. Інтеграція сучасних педагогічних технологій у процес тактико-спеціальної підготовки курсантів дозволить виховати командирів нової генерації. Це лідери, які здатні не лише приймати грамотні управлінські рішення в умовах високотехнологічної війни, але й ефективно навчати, мотивувати та вести за собою підрозділ, забезпечуючи надійний захист державного кордону України.

Марусов П. В., курсант, Васюк Б. А., курсант
Науковий керівник – Гапеєва О. Л., канд. іст. наук, ст. наук. співроб.
Національна академія сухопутних військ
імені гетьмана Петра Сагайдачного

ЗАЛУЧИТИ НАЙКРАЩИХ: СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ВІДБОРУ ВСТУПНИКІВ ДО ВІЙСЬКОВИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ

Сучасний стан комплектування вищих військових навчальних закладів (ВВНЗ) характеризується значним розривом між об'єктивними потребами держави та реальними можливостями їх виконання. У 2025 році державне замовлення на підготовку офіцерів зросло на 20% порівняно з попереднім роком, а загальна кількість закладів, що здійснюють набір, досягла 18. Проте статистика показує «кількісний парадокс»: попри велику кількість особових справ, які надходять із територіальних центів комплектування (ТЦК), реальна кількість зарахованих курсантів часто не досягає і половини від потреби.

Однією з причин такого стану є критичне зниження якості абітурієнтів за трьома напрямами: здоров'я, фізична форма та освіта. Наукові дослідження вступних компаній до ВВНЗ свідчать, що за останні роки рівень здоров'я молоді знизився на 11,9%. Фізична підготовленість також викликає занепокоєння: лише 17% кандидатів здатні успішно скласти нормативи, тоді як понад 65% вступників не можуть виконати базові вправи, такі як метання гранати чи проходження смуги перешкод. Освітній рівень абітурієнтів постраждав через дистанційне навчання та війну: 66,5% вступників мають слабкі знання з математики та англійської мови, що є критичним бар'єром для освоєння сучасної західної техніки.

Водночас дослідження мотивації вступників 2024–2025 років дає підстави для оптимізму. Основним рушієм залишається патріотизм – бажання захистити свій дім є вирішальним для 67% опитаних. Також вагому роль відіграють сімейні традиції (34% вступників походять із родин військових) та матеріальні чинники. Важливо, що сучасний офіцер дедалі частіше сприймається як частина інтелектуальної еліти, а ВВНЗ – як «школа майбутніх еліт», де готують лідерів, здатних керувати державою і після служби.

Значним ресурсом для комплектування є залучення жінок. В окремих закладах, наприклад у Військовому інституті КНУ, частка дівчат серед

курсантів уже перевищує половину (53,3%). Також молодь активно цікавиться технологічними спеціальностями: попит на операторів БПЛА та фахівців із кібербезпеки зріс на 15–25%. Це свідчить про зміну образу армії з «радянської машини» на сучасну технологічну корпорацію.

Для покращення ситуації необхідно переходити від пасивного очікування до активного рекрутингу та цифрової взаємодії. Досвід вступних кампаній до ВВНЗ підтверджує, що агітація через соцмережі (Facebook, Instagram, TikTok) та залучення лідерів думок і блогерів дає значно більше охоплення та довіри, ніж офіційні повідомлення. Використання платформ типу Lobby X та впровадження системи «Рекрутинг-24» дозволяє безпосередньо комунікувати з мотивованою молоддю, уникаючи зайвої бюрократії.

Висновки

1. Для якісного комплектування ВВНЗ необхідно відмовитися від застарілих бюрократичних методів ТЦК на користь сучасного цифрового рекрутингу.

2. Слід змінити підходи до агітації, роблячи акцент на технологічності та елітарності професії офіцера як лідера майбутнього. Соціальна реклама має бути емоційною та поширюватися там, де перебуває молодь – у соцмережах та засобах масової комунікації.

3. Необхідно реформувати систему шкільної підготовки, зокрема предмет «Захист України», змістивши акцент з ігрових форматів на реальну фізичну підготовку та допрофесійне інформування.

4. З огляду на стан здоров’я молоді, доцільно розвивати мережу центрів військово-патріотичного виховання на місцях, де майбутні абітурієнти могли б готуватися до вступних випробувань заздалегідь.

У процесі підготовки доповіді для оптимізації технічних етапів цієї роботи було використано засіб штучного інтелекту Google NotebookLM (на базі моделі Gemini 1.5 Pro) – у якості інструменту концептуального аналізу для структурування масиву завантажених першоджерел (нормативно-правових актів, аналітичних та звітних документів) та як допоміжний засіб для лінгвістичної корекції тексту та перевірки правопису.

Використання зазначеного засобу обмежене технічними функціями обробки та форматування даних. Автори наголошують, що штучний інтелект не залучався до формування наукових гіпотез, інтерпретації результатів аналізу чи формулювання остаточних висновків, які є продуктом виключно авторської інтелектуальної діяльності.

Perfilov A. Y., cadet
Scientific supervisor – Dziubchuk R. V., Cand. Sc. (Tech.), Senior Research Ass.
Korolov Zhytomyr Military Institute

FOREIGN DEPLOYMENTS OF CADETS AS A COMPONENT OF OFFICER-LEADER FORMATION

One of the most important tasks of every higher military educational institution in Ukraine is to develop an officer capable of independently performing both combat (special) tasks and effectively commanding subordinate personnel at a high level – acting as both a formal and informal leader within the unit they command. To achieve this, a newly commissioned lieutenant must already possess experience of working within different teams and interacting with various categories of military personnel. One of the important ways of gaining such experience, in our view, is the involvement of cadets in international cooperation, primarily with North Atlantic Treaty Organization (NATO) member states.

Cadets of the Korolov Zhytomyr Military Institute (including the author of this article, Cadet A. Y. Perfilov) regularly participate in the training of servicemen of the Armed Forces of Ukraine abroad as English-language interpreters. The purpose of these deployments is to improve the cadets' language practice, enhance their professional communication skills, and gain experience in interaction with personnel of partner nations. In addition to language practice, cadets have a unique opportunity to directly observe the organization and management of the daily activities of units under the leadership of officers, sergeants, and corporals of NATO member states during the conduct of Basic Military Training for newly mobilized servicemen of the Armed Forces of Ukraine. They also study their methods of working with personnel and adopt practical leadership experience.

One of the characteristic features of the organization of training within the armed forces of partner countries is the significant role of the non-commissioned officer corps. Sergeants and corporals serve as the primary link in command, supervision, and the direct training of personnel. For example, the instructor team of the Armed Forces of the Kingdom of the Netherlands responsible for leading and conducting training for one group of Ukrainian servicemen consisted of a sergeant or first sergeant, one corporal or lance corporal, and two private first class soldiers. Such an instructor-to-trainee ratio is considered optimal for effective supervision and training of a group numbering 15–20 personnel.

Ensuring safety during training exercises is a key part of the organization process. The training platoon commander informs personnel of the next day's schedule, objectives, and topics, followed by targeted briefings that account for the training sites, weather, and terrain. Instructors verify trainee readiness and address any deficiencies. On the training day, the commander and instructors provide a concise briefing on site specifics, potential hazards, and conduct rules for simulators and simulation areas, with clear procedures, warning signals, and an established communication system between cadets and instructors.

An integral component of the training of servicemen is also the development of an understanding of the norms and principles of conducting hostilities in accordance with international law. Significant attention during training is devoted to the mandatory observance on the battlefield of the requirements of International Humanitarian Law.

The instructor staff of NATO member states is characterized by a high level of professionalism and competence. Most instructors have experience of participating in NATO peacekeeping missions, particularly in Afghanistan, and are specialists in their respective training areas. At the same time, they are open to the exchange of experience with representatives of the Armed Forces of Ukraine and respond constructively to comments and additions, which contributes to the mutual enrichment of knowledge and the improvement of the organization of the combat training process.

Thus, the experience gained through international cooperation allows cadets not only to improve their professional training but also to gain a deeper understanding of the essence of military leadership. A future officer must be not only a competent commander but also an example of honor, responsibility, and respect for the norms of International Humanitarian Law, which establish humane rules of warfare even in the most difficult conditions. Through direct interaction with servicemen of NATO member states, cadets have the opportunity to adopt practical leadership experience, approaches to service organization, and methods of personnel development based on high moral standards. Such international experience contributes to the formation of a new generation officer – a professional leader capable of effectively commanding a unit while remaining committed to the principles of honor, military ethics, and International Humanitarian Law.

Mostovyi V. V., cadet
Scientific supervisor – Obrezkov S. V.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

PROPOSALS ON THE SELECTION OF COMBAT METHODS FOR UNITS ARMED WITH OPEN-ARCHITECTURE ANTI-AIRCRAFT MISSILE SYSTEMS FOR DESTROYING CRUISE MISSILES

In today's environment, one of the priority tasks for military units and subunits of the Anti-Aircraft Missile Forces of the Air Force remains the protection of critical infrastructure objects from cruise missile strikes.

With the introduction of advanced open-architecture systems, it has become possible to create a network-centric air defense system incorporating diverse units, which can be scaled up or down across all operational zones depending on specific combat missions and the situational environment. Within the system, each unit is capable of contributing to a unified information environment, supplementing it with data on enemy air targets or using information from the system to conduct fire.

Existing methods of warfare do not fully reflect the capabilities of these advanced systems.

The report examines prospective combat employment methods for units armed with open-architecture anti-aircraft missile systems and provides recommendations for their potential use in protecting various types and sizes of assets against cruise missile strikes. The potential capabilities of the systems for forming groupings and tactical groups, as well as the use of autonomous unit operations within a unified combat command and control network, were also examined. These proposals provide a way to enhance combat effectiveness.

Klymovets O. V., cadet, Povoroznyk K. V., cadet
Scientific supervisor – Ursakii Y. F.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

DEVELOPMENT OF PROPOSALS ON WAYS TO IMPROVE THE METHODOLOGY FOR EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF ANTI-AIRCRAFT COMBAT TACTICS -FIRE UNIT OF AAMF USING SPECIALIZED SOFTWARE

An anti-aircraft missile defense system is being created to perform tasks related to covering and air defense of facilities and troop formations. The tasks of the tactical and fire units of the anti-aircraft missile forces in the anti-aircraft missile defense system are carried out by destroying enemy air attack means during air defense battles. The main requirements for anti-aircraft missile defense are effectiveness and stability.

Existing methods for assessing the effectiveness of air combat are mainly based on generalized indicators and simplified calculation models that do not fully take into account the dynamics of the air situation, the influence of obstacles, the maneuverability of targets, and interaction with other units. This necessitates the development of new approaches using specialized software capable of simulating combat operations in near real time.

The main areas for improvement of the methodology are: introduction of simulation modeling of multiple scenarios of air attack; expansion of the system of performance indicators; ensuring visualization of analysis results to support decision-making by the unit commander.

Thus, the authors propose ways to improve the methodology for evaluating the effectiveness of anti-aircraft missile forces using the “Argument” geoinformation system, the implementation of which will ensure: the possibility of applying the improved methodology when evaluating the effectiveness of both large anti-aircraft missile forces and individual units.

Povoroznyk K. V., cadet, Klymovets O. V., cadet
Scientific supervisor – Ursakii Y. F.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

PROPOSALS FOR INCREASING THE PROBABILITY OF THE TIMELY EXECUTION OF MANEUVER BY A TACTICAL FIRE UNIT OF THE ANTI-AIRCRAFT MISSILE FORCES, EQUIPPED WITH A SHORT-RANGE SURFACE-TO-AIR MISSILE SYSTEM, TAKING INTO ACCOUNT COMBAT EXPERIENCE

The modern nature of warfare is characterized by the intensive use of air attack weapons, primarily the widespread use of reconnaissance and strike unmanned aerial vehicles. In conditions of constantly changing air and ground situations, the timely maneuvering of tactical and fire units of anti-aircraft missile forces is one of the key factors in maintaining combat readiness and the effectiveness of covering objects and troop formations.

One possible solution to this problem is to reduce the time that anti-aircraft missile units spend in combat positions and increase the time it takes for the enemy to locate anti-aircraft missile systems by effectively camouflaging weapons and military equipment in the area.

The application of the proposed solutions significantly increases the probability of timely maneuvering by tactical and fire units of anti-aircraft missile forces, which in turn increases the effectiveness of combat use of anti-aircraft missile systems, reduce the level of damage to weapons, and ensure the unit's combat readiness for a long time, even under intense enemy fire.

Thus, the developed proposals are an important contribution to improving the overall effectiveness of the air defense system of the Armed Forces of Ukraine.

Koshevych V. S., cadet
Scientific supervisor – Ursakii Y. F.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

DEVELOPMENT OF PROPOSALS TO IMPROVE THE EFFECTIVENESS OF COUNTERING THE ENEMY'S HIGH-PRECISION WEAPONS BY THE TACTICAL-FIRE UNIT OF THE ANTI-AIRCRAFT MISSILE FORCES, ARMED WITH MEDIUM-RANGE ANTI-AIRCRAFT MISSILE SYSTEM WHEN COVERING OBJECTS AND TROOP GROUPINGS

An analysis of the combat experience of anti-aircraft missile forces (AAMF) in the Russian-Ukrainian war shows that high-precision weapons play a important role in helping the enemy achieve its goals as the main means of delivering precision strikes capable of accomplishing tasks that were previously assigned to traditional types of weapons involving the mass deployment of manpower. The enemy's use of high-precision weapons allows it to achieve its goals in short time, using less ammunition.

In this regard, there is a need to improve the effectiveness of countering the enemy's high-precision weapons by tactical and fire units of the AAMF when protecting objects and military formations.

The solution proposed in this assignment consists in creating a AAMF group with a staggered battle order using a simulation model, based on the “Argument” geoinformation system. Using simulation modeling, rational options for the combat order of an air defense unit armed with a medium-range AAMS when protecting objects and military formations.

In each specific case, the combat order will be determined by: the assigned tasks; the geographical conditions of the area, where it will be carried out; and the expected actions of the enemy. However, the results obtained can be useful for comparing and evaluating the combat orders that have been established.

Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова
16–17 квітня 2026 року

Дудко Д. О., курсант
Науковий керівник – Клепацький С. В.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

ПСИХОЛОГІЧНИЙ ВПЛИВ ШТУРМОВИХ СОБАК НА ПРОТИВНИКА ЯК ТАКТИЧНИЙ ІНСТРУМЕНТ СУЧАСНОГО БОЮ

Досвід збройних конфліктів останніх десятиліть переконливо демонструє, що перемога у сучасному бою досягається не лише вогневою перевагою, а й здатністю впливати на психологічний стан противника. Серед нетрадиційних, проте ефективних інструментів такого впливу є застосування спеціально підготовлених бойових собак, які здатні суттєво дезорганізовувати дії особового складу противника.

Штурмові собаки у складі штурмових підрозділів здійснюють комплексний психологічний вплив на противника, що реалізується у кількох взаємопов'язаних вимірах. Акустичний вплив — агресивне гарчання та гавкіт собаки в умовах обмеженої видимості (нічний час, задимлення, міська забудова) викликає у противника інстинктивну реакцію страху, порушує координацію дій та знижує бойову ефективність. Невизначеність загрози — противник, почувши чи відчувши присутність штурмового собаки, неспроможний точно визначити його місцезнаходження та намір, що породжує тривогу і панічні реакції.

Під час бойових дій в Україні та операцій в умовах міського бою зафіксовано, що поява бойових собак у передовій лінії штурмових груп провокує у противника передчасний відхід із заздалегідь підготовлених позицій, відмову від активної оборони та некоординовані дії особового складу. Це явище пояснюється еволюційно закріпленим страхом людини перед нападом хижака, що активується навіть у підготовлених бійців.

Застосування К9-підрозділів у штурмових операціях вимагає від командирів розуміння тактичних особливостей їх інтеграції. Собака виводиться у бойовий порядок з урахуванням рельєфу місцевості, напряму вітру та позицій противника — так, щоб максимізувати акустичний та ольфакторний вплив. Ефективним є застосування К9 у парі з тактичними гучномовцями або засобами підсилення звуку, що формує у противника відчуття оточення.

Психологічний вплив бойових собак посилюється інформаційним складником: поширення серед противника відомостей про застосування К9-

підрозділів ще до початку штурму здатне суттєво знизити моральний дух оборонців і спровокувати капітуляцію без безпосереднього зіткнення. Таким чином, штурмовий собака стає не лише тактичним засобом, а й елементом психологічних операцій.

Для ефективного командування підрозділами з К9 офіцеру необхідні знання у сфері кінології, розуміння поведінкових реакцій тварини в бойових умовах, а також навички інтеграції можливостей собаки у загальний тактичний задум. Командир штурмової групи, який враховує психологічний потенціал бойового собаки, отримує додаткову тактичну перевагу.

Таким чином, застосування бойових собак у сучасному збройному конфлікті виходить за межі суто утилітарних функцій і є повноцінним тактичним інструментом психологічного впливу. Інтеграція К9-підрозділів у штурмові дії потребує відповідної підготовки командного складу та розробки відповідних стандартів застосування штурмових собак.

Tanuliak M. M., cadet
Scientific supervisor – Sovhar O. M., Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.
Hetman Petro Sahaidachnyi National Army Academy

INTEGRATING MISSION COMMAND INTO MILITARY TRAINING: FOSTERING TRUST, INITIATIVE AND DELEGATION

The current geopolitical situation and armed aggression against Ukraine impose unprecedented demands on the quality of military leadership. The transition of the Armed Forces of Ukraine to NATO standards is not merely on paper; it needs to bring shift in the way of thinking. Mission Command is at the center of this transformation as it is based on decentralization, initiative, and mutual trust. For training in a military institution of higher education, particularly at the National Army Academy, this means a fundamental shift in educational approaches. Military education becomes not only a process of transferring knowledge but also a mechanism for shaping a new leadership culture based on responsibility, initiative, and professional competence. Mission Command is not a set of rigid rules but a leadership philosophy that emphasizes flexibility and trust within the command structure. According to NATO doctrinal documents (particularly ADP 6-0), it rests on several key pillars.

First is the Commander's Intent – the clear articulation of the purpose and desired end state of the operation. The commander explains what must be accomplished and why it is important, while deliberately avoiding excessive detail about how the subordinate should achieve the result. Second is Mission Orders – orders that focus on the desired outcome rather than prescribing every action. Such orders allow subordinates to adapt their actions to rapidly changing battlefield conditions. Third is Disciplined Initiative – the ability and authority of subordinates to make independent decisions when circumstances change or when communication with higher command is limited, provided that their actions remain consistent with the commander's intent.

Within the educational environment of a military academy, these principles must be embedded in the entire training process. Cadets must learn not only the theory of command but also develop psychological readiness to assume responsibility, make independent decisions, and trust the competence of their subordinates in the future. Delegation of authority is a central element of Mission Command. It means transferring decision-making authority to lower levels of command in order to make operations more effective. Psychologically, delegation is one of the most challenging processes for leaders, particularly in societies where centralized control dominates. Several psychological determinants influence the effectiveness of delegation. Mutual trust is fundamental. Without trust, delegation becomes merely symbolic, as commanders tend to monitor every step of their subordinates, resulting in micromanagement. Trust emerges from professional competence, shared training experiences, and the confidence that subordinates understand the commander's intent.

Tolerance for risk is another important factor. Mission Command recognizes that mistakes are possible in complex and dynamic operational environments. Officers must be ready for acceptable risk at the same time holding responsibility for mission accomplishment. Another challenge is overcoming the post-totalitarian legacy that still influences some aspects of military culture. In such systems, initiative was often discouraged and mistakes were punished rather than analyzed constructively. Transitioning to Mission Command means commanders have to relinquish total control and embrace leadership style based on trust and initiative. Training at the National Army Academy therefore performs not only educational but also cognitive, communicative, formative, and psychological functions. The cognitive function

comes into play when studying military doctrines, analyzing operational concepts, and understanding the essence of command systems used by NATO armed forces. Through doctrinal analysis and professional discussions, cadets develop strategic thinking and the ability to evaluate complex operational situations.

The communicative function entails ability to clearly formulate orders, and conduct briefings. Clarity of communication is essential because vague or overly complex instructions can undermine delegation and reduce operational effectiveness. The formative function is aimed at shaping leadership qualities such as responsibility, initiative, ethical decision-making, and teamwork. Training methods should foster confidence, resilience, and readiness to act independently under conditions of uncertainty and stress. Several educational methods can contribute to developing psychological readiness for delegation.

Scenario-based training presents cadets with tactical scenarios where communication with higher headquarters is disrupted. Cadets must be able to assess the situation and propose solutions in the framework of the commander's intent. Briefing simulations allow cadets to alternately assume the roles of commanders and subordinates. In such exercises, subordinates are encouraged to propose alternative courses of action, while commanders learn to evaluate and accept initiative when it supports the mission. Peer-teaching and group projects foster development of sound command qualities within small teams. Cadets distribute responsibilities, coordinate their work, and make collective decisions while instructors act as higher headquarters, providing only general guidance. Case studies of NATO and Ukrainian military operations allow cadets to analyze situations in which initiative at lower levels of command played a decisive role. Such analysis encourages reflection on the psychological state of commanders who trust their subordinates and on the professional competence required to justify such trust.

The above mentioned approaches help make the educational process at the academy not only a transfer of knowledge but also assist in developing leadership skills and establishing a culture of cooperation within military units.

Кашпур І. Р., слухач
Науковий керівник – Барановська Л. В., канд. пед. наук
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ВІД СТРАТЕГІЇ ДО ВИКОНАННЯ: ЯК ТАКТИЧНА МАЙСТЕРНІСТЬ ТА ЛІДЕРСТВО ФОРМУЮТЬ РЕЗУЛЬТАТ БОЮ

В сучасних бойових діях 21 століття роль тактики і лідерства набирає великих обертів. Характер сучасної війни відрізняється від конфліктів минулого століття. Все це характеризується високою динамічністю, швидкою зміною обстановки, застосуванні новітніх технологій, безпілотних систем, високоточної зброї та надмірним використанням інформаційного простору. В таких умовах зростає роль командира, який повинен не тільки володіти високим рівнем знань військової справи, а також і бути здатним швидко оцінювати ситуацію, швидко приймати правильні рішення та ефективно організовувати виконання поставлених завдань

Сучасна війна вимагає від підрозділів досить високого рівня мобільності та взаємодії. Дуже часто обстановка змінюється настільки швидко, що командири повинні приймати рішення в умовах обмеженого часу та відсутності інформації. Тому, тактичне мислення стає ключовим елементом підготовки командира. Це дозволяє якісно оцінювати обстановку, визначати наміри противника на полі бою та обирати найбільш ефективні способи ведення бойових дій.

Тактика в сучасній війні та бою визначає способи застосування сил і засобів для виконання завдань та досягнення поставленої мети. Вона включає планування бойових дій, організацію взаємодії між підрозділами, використання особливостей місцевості, а також раціональне застосування наявних ресурсів. Правильно обраний варіант дій тактики, дозволяє не лише якісно досягти виконання поставлених завдань та досягнення цілей, а також зменшувати втрати особового складу та військової техніки.

Велику роль в сучасній війні відіграє вміння командирів швидко адаптовуватися до нових умов. Сучасна війна, сучасні технології, використання безпілотних систем, систем розвідки та цифрових засобів управління боєм, суттєво змінюють характер бойових дій. За допомогою цих технологій, командири мають змогу оперативно отримувати інформацію на полі бою про

намір противника та його дії, що дозволяє більш точно та ефективно планувати операції та підвищувати управління підрозділами.

Пліч-о-пліч з тактикою, важливе значення має лідерство командирів. Лідерство у військовій справі проявляється в умінні та здатності організовувати підлеглих, зміцнювати бойових дух колективу та спрямовувати його на спільну мету. «Командир-лідер» - повинен завжди користуватися авторитетом серед особового складу, бути прикладом відповідальності, дисципліни та військового професіоналізму. Ці якості сприяють формуванню довіри між командиром та підлеглим, це є важливим фактором успішного виконання завдань.

Питання тактики та лідерства набули великої уваги та актуальності під час сучасної повномасштабної війни, де успіх бойових дій часто залежить від вміння командира швидко приймати рішення та ефективно організовувати взаємодію. На практиці сучасної війни, доведено, що навіть при наявності сучасних технологій, сучасної техніки, вирішальним фактором успіху залишається підготовлений командир, який здатний оцінювати ситуацію на полі бою, приймати правильні рішення та спрямовувати підрозділ на виконання завдань.

Окрім цього, важливим елементом сучасного військового управління є морально-психологічна підготовка особового складу. В складних умовах ведення бойових дій, військовослужбовці часто стикаються з високим рівнем психологічного та емоційного навантаження, загрозою для життя та необхідністю діяти в умовах постійної небезпеки. Тому командир повинен не лише грамотно планувати бойові дії, але й підтримувати моральний стан підлеглих, формувати їх моральний дух та надихати їх на спільний результат. Розумний лідер здатний створити в підрозділі атмосферу підтримки та згуртованості. Тому поєднання тактичної грамотності командира, його лідерських якостей та вміння підтримувати високий моральний дух особового складу формує основу успішних дій підрозділу на полі бою.

Отже, у сучасному бою тактика та лідерство виступає як «одне ціле» для ефективного управління підрозділом. Тактичне мислення командира дозволяє йому приймати правильні та обґрунтовані рішення. Це впливає на дисципліну, мотивацію та згуртованість особового складу. Поєднання професійної підготовки, досвіду та лідерських якостей командира є одним із вирішальних чинників успіху в сучасному бою.

Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова
16–17 квітня 2026 року

Гриців М. С., курсант
Науковий керівник – Гула В. В.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

ЛІДЕРСТВО КОМАНДИРА ЯК КЛЮЧОВИЙ ФАКТОР ЕФЕКТИВНОСТІ ПІДРОЗДІЛУ В СУЧАСНОМУ БОЮ

Сучасні збройні конфлікти характеризуються високою динамічністю, швидкою зміною обстановки, застосуванням новітніх технологій та складними умовами ведення бойових дій. У таких умовах зростає роль людського фактору, зокрема особистості командира, його професійних і лідерських якостей. Саме від здатності командира організувати підрозділ, мотивувати особовий склад, швидко приймати рішення та ефективно діяти в умовах невизначеності значною мірою залежить успішність виконання бойового завдання.

Лідерство у військовій сфері виходить за межі формального управління. Воно передбачає не лише надання наказів і контроль за їх виконанням, а й формування довіри, моральної стійкості та згуртованості підрозділу. Командир-лідер здатний впливати на підлеглих своїм авторитетом, прикладом поведінки та здатністю брати на себе відповідальність у складних ситуаціях.

Особливої актуальності ця проблема набула в умовах сучасних воєнних конфліктів, де підрозділи часто діють автономно, у складній оперативній обстановці та під постійним психологічним тиском. У таких умовах саме лідерські якості командира стають одним із ключових чинників збереження боєздатності та ефективності підрозділу.

Метою цієї роботи є аналіз ролі лідерства командира у забезпеченні ефективності діяльності військового підрозділу під час ведення сучасного бою.

Сучасний бій відрізняється високою інтенсивністю та непередбачуваністю. Підрозділи змушені діяти в умовах постійної загрози, дефіциту часу на прийняття рішень і значного інформаційного навантаження. У таких умовах важливу роль відіграє здатність командира швидко оцінювати ситуацію, визначати пріоритети та організовувати дії особового складу.

Лідерство командира передбачає поєднання професійних знань, управлінських навичок і особистих якостей. До основних характеристик ефективного військового лідера належать відповідальність, рішучість, стійкість

до стресу, здатність до аналізу обстановки та уміння приймати обґрунтовані рішення в умовах ризику. Не менш важливою є здатність командира підтримувати дисципліну та водночас зберігати довіру підлеглих.

Однією з ключових функцій командира-лідера є формування згуртованості підрозділу. Згуртований колектив характеризується високим рівнем взаємодії між військовослужбовцями, взаємною підтримкою та готовністю діяти спільно для досягнення поставленої мети. Командир, який демонструє особистий приклад мужності, професіоналізму та відповідальності, здатний значною мірою впливати на морально-психологічний стан підлеглих.

У сучасному бою важливим аспектом є здатність командира мотивувати особовий склад. Мотивація військовослужбовців може ґрунтуватися на різних факторах: почутті обов'язку, патріотизмі, відповідальності перед товаришами по службі, довірі до командира. Лідер, який здатний підтримувати високий моральний дух підрозділу, забезпечує готовність військовослужбовців діяти ефективно навіть у найскладніших умовах.

Особливу роль відіграє комунікація між командиром і підлеглими. Чіткість постановки завдань, доступність пояснень та своєчасне інформування особового складу про зміну обстановки сприяють підвищенню ефективності дій підрозділу. Командир, який підтримує відкритий діалог із підлеглими, краще розуміє їхні потреби та проблеми, що дозволяє більш ефективно організовувати роботу підрозділу.

Не менш важливим є вміння командира діяти в умовах невизначеності. Сучасні бойові дії часто супроводжуються недостатньою інформацією про противника та швидкою зміною обстановки. У таких умовах командир повинен проявляти ініціативу, гнучкість мислення та здатність адаптувати тактичні рішення до нових умов.

Також важливим елементом лідерства є здатність командира розвивати підлеглих. Підготовка особового складу, формування професійних навичок та розвиток ініціативності сприяють підвищенню загального рівня боєздатності підрозділу. Командир, який приділяє увагу навчанню та розвитку військовослужбовців, створює умови для більш ефективного виконання бойових завдань.

Сучасні військові конфлікти показують, що технічне оснащення підрозділів, хоча й має велике значення, не може повністю компенсувати

відсутність ефективного лідерства. Навіть добре підготовлений та оснащений підрозділ може втратити боєздатність за відсутності чіткого керівництва та належної організації дій.

Таким чином, лідерство командира виступає важливим елементом управління підрозділом у сучасному бою. Воно забезпечує координацію дій особового складу, підтримання дисципліни, формування моральної стійкості та підвищення ефективності виконання бойових завдань.

У сучасних умовах ведення бойових дій роль командира як лідера набуває особливої ваги. Ефективність підрозділу значною мірою залежить від професійних знань, управлінських навичок і особистих якостей командира.

Лідерство командира проявляється у здатності організовувати підрозділ, підтримувати дисципліну, мотивувати особовий склад і забезпечувати згуртованість колективу. Важливими складовими ефективного військового лідерства є рішучість, відповідальність, психологічна стійкість та здатність приймати рішення в умовах невизначеності.

Командир, який користується авторитетом серед підлеглих і демонструє особистий приклад професіоналізму та мужності, здатний значно підвищити боєздатність підрозділу. Саме такі лідери забезпечують ефективне виконання бойових завдань навіть у складних умовах сучасного бою.

У зв’язку з цим важливим завданням системи підготовки військових кадрів є формування лідерських якостей у майбутніх командирів, розвиток їхніх управлінських компетенцій та здатності діяти в умовах сучасних воєнних викликів. Це сприятиме підвищенню ефективності діяльності підрозділів та зміцненню обороноздатності держави.

Захарчук О. В., курсант
Науковий керівник – Дедерко К. Е.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ВПЛИВ ЛІДЕРСТВА НА ФОРМУВАННЯ МОРАЛЬНО-ПСИХОЛОГІЧНОГО КЛІМАТУ В ПІДРОЗДІЛІ

Вплив лідерства на морально-психологічний клімат у підрозділі сьогодні став справді ключовим питанням. За останні роки, з 2022 по 2026, умови служби повністю змінилися – постійний стрес, бойові дії, нові підходи до війни. Все це

вимагає від людей не лише професіоналізму, а й постійної психологічної підтримки. За новою Доктриною військового лідерства у ЗСУ, яка з'явилась у 2024 році, людський фактор уже не менш важливий, ніж сучасна техніка. Ефективний підрозділ – це не просто злагоджена робота машин, це насамперед люди, яких тримає разом мораль, дух і справжня згуртованість.

Морально-психологічний клімат у підрозділі – це реальний стратегічний ресурс. Так чи інакше, саме він визначає, чи здатен особовий склад витримати постійний тиск і не втратити контроль у складних обставинах.

Якщо говорити про військове управління сьогодні, то все тримається на концепції "Mission Command" – керівництво через завдання. Командир уже не просто віддає накази згори, а намагається впливати на особовий склад через приклад, ціль і мотивацію. Лідер нового типу – це "лідер-служитель". Його власні інтереси відступають перед потребами підлеглих і місії. Довіра між ним і підрозділом – річ безцінна. Дослідження показують: там, де лідер чесний і відкритий, а стиль управління справді інклюзивний, колектив може підвищити свою стресостійкість майже наполовину. А це, погодьтеся, критично, коли йдеться про бойові втрати й збереження керованості.

Групова динаміка під час стресу взагалі нелінійна. Оновлені підходи у 2024 році зробили ставку на децентралізацію та делегування, і так традиційний шлях формування команди змінився. Фази гострих конфліктів ("штормінг") у бойових умовах стають коротшими через спільну небезпеку. Натомість лідерові особливо треба працювати над "нормуванням" – щоденним впровадженням цінностей і правил підрозділу. Коли у людей з'являється відчуття плеча, справжня колективна ідентичність, налагоджуються ритуали та традиції підрозділу – саме так і створюється морально-психологічний клімат, що реально тримає людей разом.

Як підсумок аналізу, можна виокремити головні чинники впливу лідерства на моральний клімат:

1. Психологічна безпека й атмосфера відкритості. Лідер повинен запроваджувати чесний зворотний зв'язок, використовуючи, наприклад, процедуру "Аналіз проведених дій" (AAR). Головне – щоб кожен відчував: свою думку можна висловити відкрито і без страху, що тебе покарають. Це будує довіру і допомагає навчатись на помилках.

2. Достовірність інформації та грамотні комунікації. Люди повинні знати правду, а не слухати чутки чи ворожу пропаганду. Саме командир – головне джерело інформації, і тільки так можна утримати бойовий дух.

3. Програми соціальної підтримки та декомпресія. Лідер, який залучає ментальні програми типу “Провідник” або “Рівний-рівному”, реально допомагає людям відновлюватись психологічно. Співчуття, увага до побуту, щоденні маленькі турботи – усі ці речі напряму впливають на настрої у підрозділі.

Практичні кроки для покращення морально-психологічного клімату зараз досить зрозумілі. Лідери користуються такими інструментами, як психологічне профілювання, цифровий моніторинг емоційної атмосфери, менторство для новачків. Не менш важливо – особистий контроль “розрядки”, тобто обговорень і відпочинку після складних завдань. Це дійсно захищає групу від внутрішньої агресії.

Загалом, сучасне лідерство у війську – це мистецтво створювати стійку й самодостатню спільноту. Морально-психологічний клімат у підрозділі напряму залежить від етики, професійності та емоційного інтелекту командира. Якщо впроваджувати нові доктринальні підходи у щоденну роботу, підрозділ перетворюється на “команду команд”. А це означає, що він витримає будь-які виклики сучасної війни.

Budnikov D. D., cadet
Scientific supervisor – Ryapolov E. I.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

DEVELOPMENT OF PROPOSALS FOR THE IMPLEMENTATION OF THE S-300P ZRDN MANEUVER IN THE CONDITIONS OF THE ENEMY'S USE OF HIGH-PRECISION ATTACK MEANS, TAKING INTO ACCOUNT THE EXPERIENCE OF THE COMBAT USE OF UNITS OF THE ANTI-AIRCRAFT MISSILE FORCES

In modern conditions of combat operations, tactical fire units of anti-aircraft missile forces (ARF) perform combat missions as intended in conditions where the enemy uses various high-precision weapons (HPW). The experience of combat use of tactical fire units of ARF in conditions where the enemy uses HPW shows that to preserve their vital activity and effectiveness in performing combat missions, it is necessary to apply tactical, technical, and engineering measures.

One of the main ones is the maneuvering of tactical fire units of the air defense system (S-300P air defense system). Conducting powerful combat operations in modern conditions is impossible to imagine without timely maneuvering of tactical

fire units of the air defense system. Maneuvering with the forces and means of tactical fire units of the air defense system allows to thwart the enemy's plan and successfully conduct anti-air combat in various circumstances.

To reveal the topic of the work, studies were conducted on the features of the maneuver of the S-300P SAM system under its own power (march) in conditions of use by the enemy of the HPW, taking into account the experience of the combat use of SAM units: options for building a marching column for maneuvering under its own power (march) under different conditions were provided; calculations of the maneuvering capabilities of the S-300P SAM system under its own power (march) were carried out using various methods, including the use of the "Argument" geoinformation system.

Based on the results of calculations and combat experience, the authors provided proposals for maneuvering tactical fire units of air defense systems under their own power (march) in conditions of the enemy's use of high-precision weapons (HPW).

Нікітін Н. М., слухач, Бурдонос А. М., слухач
Науковий керівник – Лазуріна Н. П., канд. філософ. наук, доц.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

РОЛЬ ТАКТИКИ І ЛІДЕРСТВА У ПРИЙНЯТТІ РІШЕНЬ В УМОВАХ СУЧАСНОГО БОЮ

В умовах повномасштабної війни російської федерації проти України для Збройних Сил України питання навчання ефективному тактичному мисленню та лідерським навичкам набуло особливої актуальності, яке починає вирішуватися у навчальному процесі військових закладів освіти, розвивається досвідом участі у бойових діях, що дозволяє молодому поколінню військових фахівців реалізовувати нові підходи у вирішенні викликів сучасного бою.

В умовах сучасних бойових операцій окрім широкого використання новітніх технологій, високої динамічності та швидкої зміни обстановки, особливого значення набуває здатність командира швидко оцінювати ситуацію, приймати обґрунтовані рішення та ефективно керувати підрозділом. Поєднання тактичної підготовки та лідерських якостей військового керівника зумовлює злагодженість, чіткість виконання завдань підрозділом, досягнення успіху на

полі бою. Тактика у сучасному бою визначає, яким чином будуть використовуватися сили та засоби для досягнення поставлених бойових цілей. В неї входить планування дій маневрування підрозділів з використанням особливостей місцевості, зв'язок між різними видами військ та підрозділів, застосування сучасних технологій, зокрема безпілотних систем і розвідки (в сучасній війні йде перевага застосування БпЛА, що можна пояснити їх відносно низькою вартістю, наприклад, FPV- дрон, вартує декілька сотень доларів, а може знищити техніку ворога на декілька мільйонів).

Але ефективність реалізації тактичних рішень залежить тільки від лідерських якостей командира. Лідерство у військовій сфері проявляється у здатності мотивувати особовий склад, підтримувати дисципліну, швидко реагувати на зміни бойової обстановки та брати відповідальність за прийняті рішення. Як зазначається у навчальному посібнику "Концепція лідерства за стандартами армій країн НАТО", – "Військові лідери мають вміти впливати на пріоритети людей; змінювати бачення самих себе; дати військовому персоналу відчуття досягнення та гордості. Завданням військового лідера є створення умов, за яких можна оптимізувати позитивне адаптування до потенційно травматичних подій та щоденних бойових зіткнень".

У сучасному бою командир повинен поєднувати аналітичне мислення з практичним досвідом, який він здобув безпосередньо під час бойових дій. Потрібно постійно врахувати досвід участі у бойових діях, щоби не допустити помилки, бо кожна помилка вартує життя особового складу. Часто рішення необхідно приймати в умовах обмеженого часу, неповної інформації та високого рівня ризику. Саме тому важливими є такі якості, як рішучість, стресостійкість, комунікація з підлеглими, а також з іншими військовими формуваннями для того щоб організувати взаємодію між підрозділами для успішного виконання завдання. Наприклад, зміни операційних умов можуть вимагати від підрозділів виконувати такі речі, до яких вони не готувалися.

В умовах сучасного бою такі зміни є дуже частими. Лідери беруть на себе відповідальність за те, щоби керувати такими змінами та приводити очікування членів підрозділу у відповідність до змінених вимог.

Досвід сучасної війни в Україні показує, що успішні бойові операції значною мірою залежать від ініціативи командирів, важливу роль відіграють також такі лідерські якості як, гнучкість у прийнятті рішень, здатність до

адаптації в змінних умовах ведення бойових дій та використання сучасних засобів розвідки й ураження противника, що дозволяє досягати переваги та успіху навіть у складних обставинах. Поєднання професійних знань, бойового досвіду та сильних лідерських якостей командира, дозволяє підвищити ефективність прийняття рішень і досягти успіху у виконанні бойових завдань.

Тому, на нашу думку, в умовах сучасного бою тактика та лідерство є взаємопов'язаними елементами, які не можуть існувати один без одного, саме їх об'єднання забезпечує ефективне управління підрозділами. Тактика визначає способи ведення бойових дій, а лідерство забезпечує їх успішну реалізацію через організацію, мотивацію та згуртованість особового складу для досягнення спільної мети – захистити свою державу від ворога.

Левченко М. В., слухач, Горбатюк С. В., слухач
Науковий керівник – Лазуріна Н. П., канд. філософ. наук, доц.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ТАКТИЧНЕ МИСЛЕННЯ ТА ЛІДЕРСТВО КОМАНДИРІВ ЯК КЛЮЧОВІ ЧИННИКИ УСПІХУ В СУЧАСНИХ БОЙОВИХ ДІЯХ

Сучасні бойові дії (на прикладі повномасштабного вторгнення росії проти України) характеризується використанням не тільки нових технологій: безпілотними літальними апаратами, високоточна зброєю, ракетами та боєприпасами з великою дальністю ураження, а також постійною зміною тактичної обстановки, яка вимагає швидкого та чіткого реагування на зміни.

У таких умовах від командира залежить успіх бойових операцій. Саме він повинен обґрунтовано та своєчасно приймати рішення будь-якої складності, головним пріоритетом яких є збереження життя та здоров'я особового складу. Саме тому особливого значення набувають тактичне мислення та лідерські якості, які дозволяють командиру ефективно керувати підрозділом.

Отже, у сучасній війні, де активно застосовуються безпілотні системи, високоточна зброя та інформаційні технології, швидке і тактично виважене рішення має велике значення щодо зміни бойової обстановки. Тому тактичне мислення є важливою та необхідною складовою діяльності військового командира. Це мислення передбачає здатність командира аналізувати обстановку, оцінювати

сили та засоби противника, передбачати можливий розвиток подій та обирати найбільш ефективні способи виконання бойового завдання.

Але повномасштабна війна також підкреслила значення лідерських якостей командирів. Будь яке тактичне рішення не може бути реалізоване без ефективного лідерства. Лідерство командира проявляється у здатності керувати особовим складом, підтримувати моральний стан підрозділу та згуртованість особового складу, що проявляється в чіткій організації дії підрозділу у реалізації поставленого бойового завдання . Командир лідер користується авторитетом в підрозділі, здатний контролювати будь-яку ситуацію у складних умовах бою та забезпечити виконання поставленого бойового завдання. Особливу актуальність саме це питання набуває в умовах сучасної технологічної війни, де бойові дії часто ведуться у різних середовищах. У таких умовах командир повинен поєднувати аналітичне мислення, рішучість та відповідальність за прийняті рішення. Саме взаємодія тактичного мислення та лідерських якостей формує дієве управління підрозділом.

Ми вважаємо, що прикладом такого лідерства є командування на той час головнокомандувача Збройних сил України Валерія Залужного. Під час операції контрнаступу на Харківщині, яка була проведена під його управлінням, командування прийняло правильне рішення про передислокацію військ та раптовість наступу на противника. Влучно використовуючи слабкі місця оборони противника, командування провело вдалий маневр українських військ, результатом якого стало звільнення значної території Харківщини (понад 6 000 км²). Саме ця операція показала, як швидко та правильно прийняті рішення дають можливість досягати поставлених цілей.

Також яскравим прикладом тактичного мислення та лідерства стала операція Служби безпеки України яку отримала назву "Павутина". На той час керівник Служби Безпеки України Василь Малюк прорахував, як і де правильно розмістити ударні безпілотні літальні апарати на території п'яти російських авіабаз, щоб знищити стратегічні бомбардувальники, які обстрілювали нашу країну. Саме ця операція продемонструвала, що українські сили застосовували нові тактичні рішення щодо організацію спротиву та ефективного досягнення цілей в тилу противника.

Отже, у сучасних бойових діях тактичне мислення та лідерство виступають взаємопов’язаними елементами ефективного управління

підрозділом. Тактичне мислення дозволяє командиру приймати правильні рішення у складних умовах бою, а лідерство забезпечує їх успішну реалізацію через згуртованість та мотивацію особового складу. Найяскравіше показали застосування тактичного мислення та лідерства в бойових умовах, на нашу думку, генерал, герой України Валерій Залужний та генерал-лейтенант Василь Малюк. Саме ті якості, які продемонстрували ці лідери нашої армії, створюють передумови для успішного виконання бойових завдань та досягнення перемоги.

Зінченко А. Ю., курсант
Науковий керівник – Яндола К. О.
Харківський національний університет Повітряних Сил
імені Івана Кожедуба

ВПЛИВ РОЗПОДІЛЕНОГО ЛІДЕРСТВА НА ФОРМУВАННЯ ІНФОМАЦІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ

У сучасних умовах ведення бойових дій та гібридного протистояння інформація виступає не лише ресурсом, а й інструментом впливу та ураження. З огляду на це, інформаційна компетентність військовослужбовців стає ключовою складовою їхньої професійної готовності. Вона охоплює здатність ефективно працювати з інформацією, здійснювати її критичний аналіз, протидіяти дезінформації, а також ухвалювати обґрунтовані рішення в умовах невизначеності. Аналіз поточної практики підготовки військових фахівців свідчить, що її формування значною мірою залежить від організаційних підходів до управління, серед яких особливе місце займає розподілене лідерство.

Розподілене лідерство у військовому середовищі розглядається як адаптивна модель управління, що передбачає делегування повноважень, розвиток ініціативи та залучення особового складу до процесу ухвалення рішень. У контексті концепції Mission Command та сучасних підходів до управління в Збройних Силах, воно забезпечує підвищення автономності підрозділів і швидкість реагування на зміни обстановки. Така модель сприяє не лише підвищенню ефективності управління, але й розвитку ключових когнітивних та комунікативних якостей військовослужбовців.

Одним із основних механізмів впливу розподіленого лідерства на формування інформаційної компетентності є стимулювання самостійної інформаційної діяльності. Делегування повноважень змушує військовослужбовців самостійно здійснювати пошук, відбір та аналіз інформації, що сприяє розвитку критичного мислення та аналітичних навичок. Практичний досвід підготовки підрозділів підтверджує, що саме активні, діяльнісні методи навчання, де воїн є суб’єктом ухвалення рішень, є найбільш ефективними для засвоєння інформаційних навичок.

Крім того, розподілене лідерство активізує горизонтальні комунікації. Під час розробки та апробації спеціалізованих тренінгів було виявлено, що інтенсивний обмін інформацією та колективне обговорення рішень забезпечують швидке взаємне навчання. Це не лише підвищує рівень інформаційної обізнаності, а й формує навички командної взаємодії, необхідні для виявлення ворожих маніпуляцій.

Важливим аспектом є також вплив розподіленого лідерства на психологічну складову діяльності військовослужбовців. Згідно з положеннями військової психології та результатами аналізу впровадження концепції Mission Command у країнах-членах НАТО встановлено, що залучення підлеглих до ухвалення рішень підвищує рівень відповідальності, впевненості у власних діях та знижує рівень дезорієнтації в умовах інформаційного перевантаження. Це, у свою чергу, позитивно впливає на здатність адекватно оцінювати інформацію в умовах стресу.

Разом із тим, результати проведеного моніторингу свідчать, що ефективність розподіленого лідерства безпосередньо залежить від рівня підготовки особового складу. Недостатній розвиток інформаційної грамотності може призвести до помилок під час ухвалення рішень та поширення недостовірної інформації. Тому впровадження цієї моделі повинно супроводжуватися системною підготовкою, яка включає розвиток критичного мислення, навичок роботи з інформаційними ресурсами та протидії інформаційно-психологічним впливам.

Прямий зв'язок між розподіленим лідерством та інформаційною компетентністю виявляється через створення середовища спільної відповідальності за достовірність даних. У такій системі лідерство стає каталізатором, тому що перетворює пасивного виконавця наказів на активного аналітика. Оскільки кожен член групи має право на ініціативу, він змушений

критично оцінювати вхідні дані та постійно вдосконалювати навички перевірки інформації, що автоматично підвищує загальну інформаційну стійкість усього підрозділу.

Особлива роль у цьому процесі належить командиру, який виступає не лише керівником, а й організатором освітнього середовища, фасилітатором комунікації та наставником. Його завдання полягає у створенні умов для реалізації потенціалу підлеглих, координації їхніх дій та забезпеченні балансу між автономією і контролем.

Отже, узагальнення результатів проведених досліджень та практичних напрацювань дає підстави стверджувати, що розподілене лідерство є ефективним інструментом формування інформаційної компетентності військовослужбовців. Воно сприяє розвитку критичного мислення, комунікативних навичок, відповідальності та стресостійкості, що є необхідними умовами успішної діяльності в сучасному інформаційно насиченому бойовому середовищі. Його інтеграція у систему військового управління забезпечує підвищення ефективності підрозділів та їхню здатність адаптуватися до викликів сучасної війни.

Силюк М. В., курсант
Науковий керівник – Ганаба С. В., д-р. філос. наук, проф.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

СТИЛІ ЛІДЕРСТВА В СУЧАСНОМУ БОЮ: АВТОРИТАРНИЙ, ДЕМОКРАТИЧНИЙ ТА СИТУАЦІЙНИЙ

У сучасних умовах ведення бойових дій стиль керівництва командирів відіграє ключову роль для ефективності підрозділів, прийняття рішень та виконання бойових завдань. Військові операції сьогодні відзначаються швидкою зміною обстановки, високою динамікою та непередбачуваністю, тому від командирів очікують не лише професійної підготовки, а й уміння гнучко підбирати стиль керівництва залежно від конкретної ситуації. Найчастіше в армійській практиці виділяють три основні підходи до лідерства: авторитарний, демократичний та ситуаційний.

Авторитарний стиль традиційно вважається одним із основних у військовій сфері, адже армія ґрунтується на чіткій ієрархії та суворій дисципліні. У такому випадку командир самостійно приймає рішення, визначає дії підлеглих і контролює їх виконання. Перевагою цього стилю є можливість швидко організувати роботу підрозділу в небезпечних ситуаціях. Водночас надмірна централізація управління може знижувати ініціативність військовослужбовців. Стиль керівництва командира безпосередньо впливає на ефективність підрозділу та пов'язаний з його особистісними й інтелектуальними якостями.

Прикладом авторитарного підходу можна вважати діяльність американського командування на початкових етапах війни у В'єтнамі, коли більшість рішень приймалася централізовано, а управління здійснювалося через систему детальних наказів і масштабних військових операцій. Така практика демонструє, наскільки швидка організація дій підрозділу може залежати від жорсткого контролю та чіткої ієрархії.

З розвитком військової науки і зміною характеру воєнних конфліктів дедалі більшого значення набуває демократичний стиль лідерства. Він передбачає активну взаємодію між командиром і підлеглими, коли лідер не обмежується лише віданням наказів, а враховує їхню думку, досвід та пропозиції при прийнятті рішень. Такий підхід зміцнює довіру всередині колективу, підвищує мотивацію особового складу та позитивно впливає на морально-психологічний стан підрозділу. У сучасних арміях це реалізується через децентралізацію управління, надаючи молодшим командирам більше повноважень для прийняття рішень у межах завдання, що дозволяє швидше реагувати на зміни обстановки та ефективніше використовувати ініціативу особового складу. Прикладом є концепція «командування місією» (Mission Command) в арміях НАТО, де командир визначає загальну мету операції, а підлеглі самостійно обирають способи її виконання.

Водночас особливе значення у сучасному бою має ситуаційний стиль лідерства. Командир гнучко підбирає спосіб керівництва залежно від обстановки, рівня підготовки підлеглих, складності завдання та наявних ресурсів. В одних випадках він застосовує більш жорсткий авторитарний підхід, в інших – надає підлеглим більше самостійності та свободи дій. Така гнучкість дозволяє ефективно керувати підрозділом навіть у складних і непередбачуваних умовах.

Ситуаційне лідерство передбачає, що командир здатен підлаштовувати свій стиль саме під ті обставини, з якими він стикається. Воно поєднує в собі елементи авторитарного і демократичного підходів, при цьому командир оцінює можливі наслідки прийнятих рішень і стежить, щоб підрозділ ефективно виконував завдання. Для успішного керівництва в такому стилі необхідні не лише знання і досвід, а й високий рівень розуму, розсудливість, тактовність у спілкуванні та вміння передбачати розвиток подій.

Потреба в подібному підході особливо проявилася під час асиметричних конфліктів, зокрема у В'єтнамській війні, де командири змушені були адаптувати свої дії до нестандартної тактики противника та швидких змін на полі бою. Показовим прикладом є діяльність генерала Крейтона Абрамса, який після призначення командувачем американських військ у В'єтнамі відмовився від надмірно централізованої системи управління і почав використовувати більш гнучкий підхід, надаючи командирам на місцях більше самостійності у прийнятті рішень.

Ефективність підрозділу сьогодні залежить не лише від оснащення, а й від гнучкості та компетентності командирів. Найкращі результати дає поєднання авторитарного, демократичного та ситуаційного стилів керівництва з урахуванням обставин і особливостей команди. Успішний командир передбачає розвиток подій, підтримує моральний дух підлеглих і забезпечує ефективне виконання завдань, балансуючи між контролем і довірою.

Томишинець В. В., курсант
Науковий керівник – Серховець С. В., канд. пед. наук, доц.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

ФОРМУВАННЯ ЛІДЕРСЬКИХ ЯКОСТЕЙ У МАЙБУТНІХ ОФІЦЕРІВ КІНОЛОГІЧНИХ ПІДРОЗДІЛІВ ДЕРЖАВНОЇ ПРИКОРДОННОЇ СЛУЖБИ УКРАЇНИ

Сучасний безпековий стан на державному кордоні України зумовлює підвищені вимоги до особистісних і професійних якостей офіцерського складу Державної прикордонної служби України (далі – ДПСУ). Особливого значення

в цьому контексті набуває лідерська підготовка майбутніх офіцерів кінологічних підрозділів, оскільки саме від їхньої здатності організовувати, мотивувати та об'єднувати підлеглих безпосередньо залежить ефективність виконання завдань з охорони державного кордону.

Офіцер кінологічного підрозділу ДПСУ є, насамперед, командиром і організатором службової діяльності. На нього покладається відповідальність за планування та координацію роботи підрозділу, розстановку особового складу у прикордонні наряди, підтримання військової дисципліни, а також за якість підготовки фахівців-кінологів до виконання оперативно-службових завдань. Отже, лідерство є не факультативною рисою, а базовою професійною вимогою до цієї категорії офіцерів.

Результати аналізу нормативно-правових актів та практики діяльності кінологічних підрозділів ДПСУ свідчать про те, що ефективність виконання завдань з охорони кордону, виявлення контрабанди, наркотичних засобів, вибухових речовин та пошуку осіб безпосередньо залежить від якості управлінської діяльності офіцера. Водночас наявні підходи до підготовки у вищих військових навчальних закладах не повною мірою враховують специфіку лідерської ролі командира саме кінологічного підрозділу, зосереджуючись переважно на фаховій складовій.

Вважаємо, що у структурі лідерських якостей офіцера кінологічного підрозділу ДПСУ доцільно виокремити три взаємопов'язані компоненти. Перший – організаційно-управлінський: здатність раціонально планувати службову діяльність підрозділу, приймати рішення в умовах обмеженого часу та розподіляти завдання між підлеглими з урахуванням їхніх індивідуальних можливостей. Другий – мотиваційно-виховний: уміння формувати у підлеглих свідоме ставлення до служби, підтримувати морально-психологічний клімат у колективі та розвивати фахову майстерність особового складу. Третій – комунікативно-психологічний: навички конструктивної взаємодії з підлеглими, суміжними підрозділами та представниками інших правоохоронних органів.

З метою вдосконалення методики формування лідерських якостей майбутніх офіцерів кінологічних підрозділів ДПСУ вважаємо доцільним впровадити до освітнього процесу комплекс заходів, зокрема: проведення управлінських тренінгів із моделюванням реальних оперативно-службових ситуацій на кордоні; впровадження тренінгів (навчального курсу) «Лідерство у правоохоронній діяльності» з акцентом на специфіці службової діяльності

кінологічних підрозділів; використання методу case-study на основі досвіду підрозділів прикордонних відомств держав – членів ЄС та НАТО.

Отже, формування лідерських якостей майбутніх офіцерів кінологічних підрозділів ДПСУ є комплексним завданням, що виходить за межі лише фахової підготовки та потребує цілеспрямованої педагогічної роботи з розвитку управлінських, мотиваційних і комунікативних компетентностей. Системний підхід до вирішення цієї проблеми сприятиме підвищенню боєздатності підрозділів та зміцненню безпеки державного кордону України.

Нікольчак О. О., курсант
Науковий керівник – Магалецький О. О.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ЛІДЕРСТВО, ЩО РЯТУЄ ЖИТТЯ: ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ БОЙОВИХ ВТРАТ

Повномасштабне вторгнення росії буквально перевернуло уявлення про те, якою має бути сучасна війна. Там, де ще вчора все вирішувала кількість людей і техніки, сьогодні головну роль починають грати технології. І найяскравіший приклад – наземні роботизовані комплекси, або просто НРК. Це вже не фантастика і не прототипи на виставках – це реальність нашого фронту.

Ще під час Другої світової німці пробували використовувати «Голіаф» – гусеничну самохідну міну на проводі, а французи – свою «наземну торпеду». Звісно, тоді все було недосконалим, часто вибухало не там, де треба, але зерно було посіяне. Сьогодні ті самі ідеї повертаються, тільки вже на зовсім іншому технологічному рівні.

Цікаво, що багато платформ спочатку створювалися для мирного життя. Взяти хоча б китайський XAG R150 – звичайний сільськогосподарський робот-оприскувач. А на війні його переобладнали під евакуацію поранених і доставку боєприпасів – і раптом виявилось, що він рятує життя краще за багатьох.

В сучасних умовах бою НРК вже виконують велику кількість завдань, і найголовніше – вони реально зберігають людей. За приблизними підрахунками, майже половина всіх завдань цих машин (десь 47 %) – це логістика й евакуація.

Ще чверть – розмінування та інженерні роботи. І лише 12 % – безпосереднє ведення вогню. Це дуже показово: ми не поспішаємо замінювати солдата в окопі, ми просто забираємо від нього найнебезпечнішу й найважчу роботу.

Є кілька основних типів НРК:

«мули» – тягнуть боєприпаси, воду, їжу туди, куди піхотинець не може дійти під обстрілами;

евакуаційні – витягують поранених і загиблих із «сірої зони». Медик просто не встигне добігти – а робот встигне;

вогневі – з кулеметом, гранатометом чи навіть протитанковими керованими ракетами (ПТРК). Розміщений просто в окопі, прикриває відхід чи атаку;

інженерні – встановлення мін або розмінування. Останнє особливо актуально: в нас же десятки тисяч гектарів ще довго будуть смертельно небезпечними.

Багато платформ роблять модульними: поставив інший модуль – і той самий «мул» вже стріляє або тягне ноші. Дуже зручно і дешевше, ніж мати окремий парк техніки під кожне завдання.

НРК – ключовий елемент сучасної війни, що зберігає життя та підвищує ефективність бойових завдань та завдань з логістики, евакуації та інженерних робіт. Їх універсальність і прохідність дозволяють виконувати ризиковані операції, але недоліки (вразливість до РЕБ, низька автономність, висока вартість) вимагають вдосконалення: розвитку застосування технологій штучного інтелекту, посилення захисту, навчання персоналу.

З огляду на розвиток технологій та потреби фронту, можна виділити кілька ключових прогнозів:

малі НРК (платформи вантажопідйомністю 30–200 кг) можуть стати стандартним інструментом піхотних підрозділів, як це колись трапилось з квадрокоптерами;

поєднання тепловізорів, лідарів ((LiDAR) – це технологія, яка використовує лазерні імпульси для вимірювання відстаней та створення 3D-моделей навколишнього середовища) і навігаційних модулів дозволить створювати «робоскутери» для руху в окопах і посадках;

інженерні НРК мають очевидний потенціал для очищення територій, як у зоні бойових дій, так і після війни;

формування змішаних «роїв» повітряних і наземних платформ, коли наземні роботи працюватимуть у зв’язці з дронами, підсилюючи одне одного, можуть стати новим стандартом тактики застосування військ;

поява «роботизованих відділень» у складі піхотних підрозділів, де солдати, підсилені кількома платформами для доставки боєприпасів, спостереження та евакуації, матимуть значно вищу ефективність і живучість на полі бою.

Незалежно від кількості недоліків НРК, в них є одна суттєва перевага – збереження найціннішого ресурсу в будь-якій війні – людського життя. НРК не замінять людину на полі бою, але стануть інструментом, який знижує ризики, прискорює логістику, покращує розвідку та підвищує загальну ефективність підрозділів. Тому широке впровадження універсальних, стійких до РЕБ наземних роботів у ЗСУ – це не забаганка і не «модний тренд». Це питання виживання і перемоги.

Чучуліна О. О., курсант
Науковий керівник – Філіонович Т. Ю.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

РАДІОЕЛЕКТРОННА БОРОТЬБА ЯК ОСНОВНА СКЛАДОВА ЗАХИСТУ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Радіоелектронна боротьба (РЕБ) сьогодні вже давно не сприймається як “додаток” до інших видів забезпечення. В умовах повномасштабної війни вона перетворилася на один із ключових інструментів, без якого важко уявити ані ефективну оборону, ані стійкий захист критичної інфраструктури. Йдеться не лише про технічні засоби подавлення сигналів, а про цілу систему організаційних, інформаційних та інженерних заходів, спрямованих на протидію противнику в електромагнітному спектрі та створення переваги в інформаційному просторі. Фактично ми маємо справу з окремим “невидимим фронтом”, контроль над яким дедалі частіше визначає успіх або провал операцій у сучасних гібридних війнах.

Засоби РЕБ виконують низку взаємопов’язаних завдань: виявлення та аналіз джерел випромінювання, подавлення каналів зв’язку, навігації й радіолокації, дезорганізацію систем керування безпілотними комплексами. На практиці це означає, що противнику значно ускладнюється, а іноді й повністю унеможливлюється передача команд, коригування вогню, застосування високоточної

зброї. Для об’єктів критичної інфраструктури – енергетичних станцій, вузлів зв’язку, транспортних хабів, урядових центрів – такі можливості РЕБ є не просто технічним “плюсом”, а питанням фізичного виживання, оскільки кожна успішна атака по них має мультиплікативний ефект для всієї держави.

Окремого значення набуває системний підхід до застосування РЕБ саме у сфері захисту критичної інфраструктури. Йдеться про постійний моніторинг радіочастотного спектра довкола важливих об’єктів, своєчасне виявлення підготовки до атак (зокрема запуску безпілотних літальних апаратів або наведення високоточної зброї), створення активних і пасивних перешкод, організацію радіоелектронного прикриття та маскування засобів управління. Важливим, але часто недооціненим завданням є забезпечення електромагнітної сумісності між військовими, спеціальними та цивільними системами, щоб власні засоби не заважали один одному й могли діяти як єдиний захисний контур навколо критично важливих об’єктів.

У сучасних умовах об’єкти критичної інфраструктури стають одними з пріоритетних цілей противника. Тому системи РЕБ розгортаються навколо енергетичних об’єктів, центрів зв’язку, транспортних коридорів, військових баз та урядових установ. Вони допомагають запобігати перехопленню й спотворенню інформації, захищати навігаційні сигнали, ускладнювати або зривати спроби дестабілізації інформаційного простору країни. По суті, йдеться про створення “електронного щита”, який зменшує вразливість як військових, так і цивільних систем управління, додаючи до класичного фізичного захисту ще один – електромагнітний – рівень оборони.

Перспективи розвитку РЕБ прямо пов’язані з подальшою цифровізацією суспільства та зростанням ролі кібер- й інформаційних загроз. Інтеграція радіоелектронної боротьби з системами кібербезпеки, засобами технічної розвідки та елементами штучного інтелекту відкриває можливості для створення комплексних, адаптивних систем оборони. Такі системи здатні не лише оперативно реагувати на виявлені загрози, а й, принаймні частково, прогнозувати їх, завчасно змінюючи конфігурацію захисту або тактику застосування засобів РЕБ. У результаті радіоелектронна боротьба поступово перетворюється на одну з ключових складових національної безпеки, що визначає спроможність держави зберігати контроль над критичними інформаційно-технологічними ресурсами в умовах тривалого збройного протистояння.

Отже, радіоелектронна боротьба сьогодні постає не як вузькоспеціалізований напрям, а як стратегічний інструмент захисту держави, безпосередньо пов'язаний із живучістю та стійкістю критичної інфраструктури. Від того, наскільки послідовно розвиватимуться засоби РЕБ, оновлюватиметься нормативна база, розширюватиметься підготовка фахівців та поглиблюватиметься взаємодія між військовим і цивільним секторами, залежить здатність України не лише протистояти поточним загрозам, а й формувати проактивну модель безпеки. Це, у свою чергу, дає шанс не просто реагувати на виклики майбутніх конфліктів, а зустрічати їх більш підготовленими – із чітким розумінням ролі РЕБ у загальній архітектурі національної оборони.

Vasiutynskyi A. V., cadet
Scientific supervisor – Gusakivskyi A. V.
Korolev Zhytomyr Military Institute

WAYS TO OPTIMIZE THE TRAINING OF MOBILIZATION RESOURCES UNDER MARTIAL LAW

In the context of modern full-scale warfare, as Ukraine faces an enemy with significant human mobilization resources, the quality of personnel training comes to the forefront. Let us consider the training of the "soldier" category. Currently, their training begins with instruction under the unified "Basic General Military Training" (BGMT) program, which aims to instill basic knowledge and practical skills in soldiers. This typically takes place at training centers of the Armed Forces of Ukraine and other military formations under the guidance of instructors. Upon completion of BGMT, servicemen are assigned to brigades, where, during the so-called "adaptation" period, we conduct combat training sessions tailored to the conditions of the theater of operations and the specific combat tactics of the brigade (unit).

This approach to training soldiers is quite flexible and effective. However, we see room for improvement in its implementation. In our view, during BGMT, it is advisable to focus more on foundational skills rather than attempting to "teach the soldier everything." We should concentrate more on the quality of training rather than on quantitative metrics. For example, in the latest version of the BGMT, in the

"Firearms Training" section, the first, simplest preparatory shooting exercises—which were developed based on similar NATO exercises—have been replaced with more complex exercises. As a result, it has become more difficult to teach a soldier to shoot accurately. Both the previous and current versions of the program are overloaded with rather complex exercises, which are essentially elements of unit combat coordination.

Is it worth doing this on a large scale for a temporary training unit, wasting resources?

We propose transferring most of these exercises to the Adaptation Program, where, under the conditions of a specific theater of operations and under the guidance of specialists from a specific brigade, exercises will be developed and conducted—for example, squad live-fire drills. These exercises will be preceded by training sessions aimed at achieving the goal of combat coordination. It can be said that this is exactly what happens in the 80th Airborne Assault Brigade. We came to this conclusion based on our experience of directly conducting the BGMT while stationed with the 80th Airborne Assault Brigade to study the content and procedures of combat training sessions during adaptation. The only thing the brigade lacks is time and a small amount of additional logistical support.

Since the nature of war changes very rapidly—experience from six months ago is almost irrelevant today—it is practically impossible and impractical to incorporate it into the BGMT Program. Therefore, the most recent experience is concentrated precisely at the brigade/battalion level, where training sessions under the Adaptation Program are conducted.

In our opinion, implementing this idea will allow us to:

concentrate efforts on the quality of basic training; save resources; allow combat brigades to train their personnel independently to meet their specific tasks, as required by the current situation in a particular theater of operations.

Пупишев В. А., курсант
Науковий керівник – Магась В. О., д-р. іст. наук, доц.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

МЕРЕЖЕЦЕНТРИЧНІСТЬ ЯК ВИКЛИК ДЛЯ СУЧАСНОГО ВІЙСЬКОВОГО ЛІДЕРА

Сучасні збройні конфлікти зазнають докорінних змін під впливом глобальної цифровізації. Традиційні методи управління військами на полі бою поступаються місцем впровадженню автоматизованих систем управління (АСУВ) та розгалужених інфокомунікаційних мереж. Головною метою такої трансформації є здобуття інформаційного домінування. Для сучасного командира це означає здатність миттєво обробляти дані та приймати критичні рішення в умовах динамічної обстановки, що стає фундаментом нового військового лідерства.

Доктрина «мережецентричної війни» орієнтована на досягнення інформаційного домінування шляхом об'єднання всіх бойових одиниць у цілісну цифрову екосистему. Дана концепція була вперше запропонована Міністерством оборони США у 1990-х роках як відповідь на виклики технологічної епохи. З точки зору тактичного планування, цей підхід вимагає відмови від застарілого лінійного мислення на користь гнучкого та динамічного керування розосередженими силами та засобами.

Реалізація цієї концепції передбачає збільшення бойового потенціалу об’єднаного угруповання через створення мережі, яка інтегрує розвідувальні дані, органи управління та вогневі засоби ураження. Таке поєднання забезпечує передачу достовірної та повної інформації всім учасникам операції фактично в режимі реального часу. Для сучасного лідера це створює специфічний виклик – необхідність ефективно керувати підрозділами в умовах надмірного «цифрового шуму», де критично важливою навичкою стає здатність миттєво виокремлювати головні пріоритети.

Наслідком впровадження таких технологій є суттєве прискорення управлінських процесів, інтенсифікація темпу бойових операцій та підвищення точності знищення ворожих цілей. Одночасно з цим зростає рівень живучості власних підрозділів та здатність до самосинхронізації дій. Теоретична база мережецентризму ґрунтується на припущенні, що сили, об’єднані надійними каналами зв’язку, краще діляться даними, що веде до якісної ситуаційної

обізнаності. Це, у свою чергу, дозволяє забезпечити автономність підрозділів та швидкість реакції всієї команди, що кардинально підвищує загальну ефективність виконання місії.

Ключові відмінності мережецентричного підходу від традиційного полягають у можливості ефективного використання географічно віддалених підрозділів та залученні високоінтелектуальних кадрів. Це висуває підвищені вимоги до інтелектуального рівня самого командира та якості комунікацій у бойовому просторі.

Враховуючи особливість «мережевої» війни стосовно будь-якого театру військових дій концепцією передбачається чотири основні фази ведення бойових дій, що формують сучасну тактичну послідовність:

1. Досягнення інформаційної переваги за допомогою випереджувального знищення (виводу з ладу, придушення) системи розвідувально-інформаційного забезпечення супротивника (засобів та систем розвідки, мережоутворюючих вузлів, центрів обробки інформації та управління)
2. Завоювання переваги (панування) в повітрі шляхом придушення (знищення) системи ППО супротивника.
3. Поступове знищення залишених без управління та інформації засобів ураження супротивника, насамперед ракетних комплексів, авіації, артилерії, бронетехніки.
4. Остаточне придушення або знищення осередків спротиву ворога.

Таким чином, мережецентрична війна є моделлю інтегрованого управління, яка орієнтована на досягнення інформаційної переваги за допомогою об'єднання у інформаційну мережу підрозділів та об’єктів. Вона полягає у використанні автоматизованих систем управління військами для оперативного і швидкого прийняття рішення, реагування на різку зміну обстановки. Це досягається за допомогою обміну інформацією між підрозділами та їх командирами, що дозволяють ефективно виконувати завдання. Отже, головним викликом для сучасного лідера є здатність адаптувати традиційні навички командування до вимог мережевої інтеграції та високої інтенсивності інформаційного обміну.

Міжнародна наукова курсантська конференція
«Сучасні технології в безпекових викликах сьогодення»

Лазарук С. В., курсант
Науковий керівник – Власенко С. О.
Військова академія (м. Одеса)

УПРАВЛІННЯ ДІЯМИ ПІДРОЗДІЛІВ ВІЙСЬКОВОЇ РОЗВІДКИ ТА СИЛ СПЕЦІАЛЬНИХ ОПЕРАЦІЙ

У тезах розглянуто підходи до управління діями підрозділів військової розвідки та Сил спеціальних операцій (ССО) в умовах високої динаміки обстановки, дефіциту часу та протидії з боку противника. Обґрунтовано необхідність інтеграції контурів командування і управління (Command and Control) з розвідувальним забезпеченням (ISR) як безперервного циклу "запит–збір–обробка–поширення–застосування–оцінювання". Запропоновано принципи та організаційні акценти, що підвищують стійкість управління, узгодженість дій та якість рішень: місійне командування, пріоритизація розвідувальних потреб, стандартизація взаємодії, управління ризиками, операційна безбека (OPSEC) та оцінювання ефективності (assessment). Результатом є узагальнена рамка, придатна для наукового аналізу й адаптації до доктринальних та правових обмежень конкретної держави.

Ключові слова: командування і управління, (Command and Control), розвідувальне забезпечення (ISR), військова розвідка, Сили спеціальних операцій, місійне командування, управління ризиками, операційна безбека (OPSEC), оцінювання ефективності (assessment).

Сучасні операції характеризуються поєднанням високоточної зброї, засобів РЕБ, кібервпливів і прискорених інформаційних циклів. За цих умов управління діями розвідувальних підрозділів і ССО потребує не лише формального розподілу повноважень, а й синхронізації рішень, інформаційних потоків і часових вікон. Відокремлене функціонування "розвідка окремо – операції окремо" знижує швидкість реагування, підвищує ризик дублювання, "взаємного заважання" та помилок оцінки.

Інтеграція командування і управління (Command and Control) та розвідувальне забезпечення (ISR) як замкненого циклу.

Ефективне управління доцільно розглядати як інтегрований контур, де розвідувальна діяльність прямо прив'язана до рішень і ефектів. Критичним є формулювання пріоритетних розвідувальних потреб командування (PIR/CCIR

у доктринальних інтерпретаціях), які визначають, що саме потрібно знати, коли і в якій формі. Це зменшує інформаційний шум і зміщує акцент з “обсягу даних” на “корисність для рішення”.

Для підрозділів, що діють у складних і часто обмежено керованих умовах, перевагу має модель централізованого задуму при децентралізованому виконанні: командир визначає намір, межі, правила взаємодії та критерії успіху, а виконавці отримують свободу способів у межах завдання. Такий підхід підвищує темп, адаптивність і стійкість при деградації зв’язку.

Управління має передбачати резервування каналів, мінімально необхідний набір узгоджених процедур взаємодії та “режими мовчання” залежно від загроз. Важливими є: дисципліна доступів, розмежування інформації за принципом “потрібно знати”, контроль метаданих та захист планів операційної безпеки (OPSEC). Стійкість управління варто оцінювати не лише доступністю зв’язку, а й здатністю системи зберігати керованість за втрат окремих елементів.

Ризик-орієнтований підхід включає: (а) ідентифікацію загроз і вразливостей; (б) оцінку ймовірності та наслідків; (в) вибір заходів зниження ризику; (г) прийняття залишкового ризику на визначеному рівні; (ґ) переоцінку в ході виконання.

Для розвідки та ССО ризики мають багатовимірний характер: оперативні, безпекові, правові, репутаційні та політичні. Звідси випливає потреба у прозорій фіксації критичних припущень плану й тригерів для корекції рішень.

Паралельне виконання завдань різними суб’єктами (вогневі засоби, РЕБ, кібер, інформаційні заходи, маневрові підрозділи) потребує механізмів узгодження просторів, часу та ефектів. Практичне значення має визначення зон відповідальності, часових вікон, правил повідомлення про активності та процедур запобігання “дружньому впливу” або демаскуванню.

Запропоновано оцінювати управління за сукупністю індикаторів: своєчасність (time-to-decision, time-to-effect), якість розвідданих (релевантність, перевірність, рівень невизначеності),

узгодженість (відсутність дублювання, ефективне розподілення ресурсів), стійкість (збереження керованості при втраті зв’язку/елементів), безпека (інциденти OPSEC, компрометації). Післядійовий аналіз (AAR) і кероване поширення уроків підвищують інституційну спроможність без розкриття чутливої інформації.

Управління діями підрозділів військової розвідки та ССО є найбільш за умови інтеграції командування і управління (Command and Control) та розвідувального забезпечення (ISR) у єдиний, орієнтований на рішення контур із чіткими пріоритетами інформаційних потреб.

Місійне командування підвищує адаптивність і темп дій за умов невизначрезультативним еності та обмеженого зв'язку, зберігаючи єдність задуму.

Ризик-орієнтоване планування, OPSEC та deconfliction мають розглядатися як постійні функції управління, а не як разові заходи на етапі підготовки.

Впровадження показників assessment і системи управління знаннями забезпечує вимірюваність результатів та накопичення практичного досвіду.

Ревко О. Ю., курсант
Науковий керівник – Островська – Бугайчук. І. М., канд. пед. наук, доц.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ФОРМУВАННЯ АВТОРИТЕТУ КОМАНДИРА В НОВОСТВОРЕНИХ ПІДРОЗДІЛАХ

Створення боєздатного підрозділу з мобілізованих цивільних осіб у стислі терміни є одним із найскладніших викликів для сучасного командира. Головна складність полягає в тому, що новоприбулий склад це люди з кардинально різним життєвим досвідом, віком та рівнем мотивації. Вчорашній ІТ-фахівець, тракторист, вчитель чи бізнесмен стають в один стрій. У кожного з них різна фізична форма, вміння, набір навичок та особистих рис. За лічені тижні необхідно перетворити групу людей на єдину організм, який діє розумно і злагоджено у бойовій ситуації.

Саме тому авторитет командира і справжня згуртованість підрозділу сьогодні - це питання життя і смерті кожного бійця. Без авторитету накази будуть виконуватися мляво, з запізненням або взагалі ігноруватися. Без згуртованості підрозділ залишається просто натовпом озброєних людей.

Авторитет поділяється на два види: формальний та заслужений. Перший характеризується впливом, що зумовлений займаною керівною посадою, владними повноваженнями та правами, заслужений, у свою чергу, випливає з особистих якостей та дій людини, що призводить до визнання його підлеглими лідером. В ідеальних умовах ці два авторитети поєднуються в один цілісний.

На початковому етапі формування підрозділу кожен боєць перебуває у стані гострої психологічної адаптації. Лідер починає з простих, щоденних дій: особисто зустрічає кожного бійця, називає його на ім'я, пояснює «що буде завтра і навіщо це потрібно», перевіряє побутові умови і першим відпрацьовує базові навички. Він щовечора проводить коротку відверту розмову при строю. Саме ця комбінація турботи, прозорості та власного прикладу знімає гострий стрес, перетворює страх на довіру.

Фундаментом заслуженого авторитету є беззаперечна професійна компетентність. Командир має знати більше, ніж його підлеглі, і постійно це демонструвати через власний приклад. Якщо офіцер особисто перевіряє справність кожної одиниці зброї, бере участь у копанні траншей або демонструє зразкове володіння тактичною медициною, він знімає питання про свою легітимність.

Також ключовим чинником є особиста відповідальність. У новоствореному підрозділі, де помилки неминучі через брак досвіду, позиція командира зі здатністю відповідати за власних людей, замість пошуку винних серед бійців створює колосальний кредит довіри. Коли солдат бачить, що його командир - це щит між ним і вищим керівництвом, він стає готовим йти за таким лідером.

Одним із шляхів до єдності лежить через функціональну залученість: кожен боєць має відчути себе незамінною частиною механізму. Найкращий спосіб подолати відчуження - використовувати цивільний досвід бійців у військовому контексті. Колишній логіст, який організовує склад майна, або будівельник, що проектує бліндажі, швидше інтегруються в армійське середовище, оскільки відчувають повагу до свого минулого життя. Це перетворює підрозділ на екосистему, де навички кожного стають силою всієї групи.

Для швидкого переходу від стадії «групи» до стадії «команди» важливо забезпечити спільне навантаження. Психологія війни вчить, що спільний піт, під час підготовки, економить кров у бою. У цей момент народжується мікрокультура підрозділу: з'являються внутрішні цінності та традиції. Власна назва підрозділу або специфічний ритуал перед виходом на заняття дають бійцю нове почуття приналежності – тепер він частина родини.

Особливу увагу слід приділити справедливості в розподілі ресурсів та ризиків. Лідер має дотримуватися правила повної прозорості: від черговості нарядів до якості забезпечення. Коли командир ділить з солдатами ті самі

труднощі, їсть ту саму їжу і спить у тому самому бліндажі, він нівелює соціальну дистанцію, залишаючи лише вимоги субординації.

Робота з внутрішніми конфліктами у такому підрозділі потребує певної гнучкості. Замість придушення неформальних лідерів, командир має зробити їх своїми союзниками. Часто серед мобілізованих є люди з великим життєвим досвідом, до яких інші прислухаються природним чином. Делегування їм певних організаційних завдань дозволяє стабілізувати підрозділ зсередини.

Завершальним етапом формування є перехід до стадії автономного виконання завдань. Згуртований підрозділ характеризується знаннями кожного бійця маневр сусіда без зайвих слів.

Заслужений авторитет у новоствореному підрозділі - це продукт щоденної праці. Це не про страх перед дисциплінарним стягненням, а про віру бійця в те, що його командир – людина, за якою варто слідувати, довіряти, виконувати завдання під його командуванням та не боятись надавати пропозиції. Як казав генерал Джордж Паттон: «Не кажіть людям, як щось робити. Скажіть їм, що робити, і вони здивують вас своєю винахідливістю». Завдання лідера - дати цей напрямок і стати скелею, на яку можна покластися.

Філатов Я. В., курсант
Науковий керівник – Островська – Бугайчук І. М., канд. пед. наук, доц.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ТРАНСФОРМАЦІЯ ВІЙСЬКОВОГО ЛІДЕРСТВА В УМОВАХ СУЧАСНОГО БОЙОВОГО СЕРЕДОВИЩА

Сучасне поле бою дедалі частіше характеризується як складне та динамічне середовище, для якого властиві невизначеність, швидка зміна обстановки та багатовимірність факторів впливу. Такі умови, що проявляються, зокрема, у ході російсько-української війни, зумовлюють необхідність переосмислення підходів до тактичної підготовки та розвитку лідерських якостей командирів різних рівнів. У цьому контексті питання військового лідерства набуває особливої актуальності, оскільки ефективність управління підрозділами значною мірою пов’язується зі здатністю командирів діяти в умовах невизначеності, приймати рішення в обмежений час та координувати дії особового складу.

В умовах збройної агресії проти України відновлення та зміцнення обороноздатності держави потребує глибокого аналізу практик військового лідерства. Дедалі частіше підкреслюється значення відповідальності командира за результати діяльності підрозділу в межах наданих йому повноважень, визначених нормативними документами та статутами Збройних Сил України. Такий підхід передбачає, що ефективність підрозділу значною мірою залежить від якості управління, рівня комунікації та підготовки особового складу.

Аналіз бойового досвіду російсько-української війни свідчить, що в умовах інтенсивного бою командир не завжди має можливість контролювати кожну дію підлеглих. У зв'язку з цим особливої ваги набувають принципи взаємодії, взаємного прикриття та координації дій особового складу. Ефективність таких дій значною мірою пов'язується з рівнем професійної підготовки військовослужбовців, їхнім розумінням функціональних можливостей озброєння і техніки та здатністю застосовувати їх відповідно до конкретної тактичної ситуації.

Важливим чинником розвитку військового лідерства вважається безперервний професійний і особистісний розвиток командира. Сучасні підходи до лідерства передбачають поєднання військово-професійних знань із навичками управління, комунікації, критичного мислення та здатності до інноваційного підходу у вирішенні складних завдань. У низці досліджень підкреслюється, що гнучкість мислення та готовність до сприйняття обґрунтованої критики можуть сприяти підвищенню ефективності управлінських рішень і зміцненню довіри всередині підрозділу.

Разом із тим трансформація характеру сучасної війни, зокрема активне застосування безпілотних систем, цифрових технологій та елементів штучного інтелекту, змінює традиційні підходи до управління військами. Інформаційна насиченість бойового середовища, значні обсяги даних із різних джерел (безпілотних платформ, розвідки, засобів радіоелектронної боротьби тощо) формують нові вимоги до аналітичних здібностей командира та його здатності швидко визначати пріоритети.

У цих умовах важливого значення набуває адаптація моделей військового лідерства до функціонування в цифровому інформаційному середовищі. Сучасний командир дедалі частіше розглядається як фахівець, який поєднує бойовий досвід із аналітичними та управлінськими компетентностями. Важливою складовою такого лідерства є здатність ефективно працювати з інформаційними потоками, відбирати релевантні дані та забезпечувати координацію дій підрозділу відповідно до визначених пріоритетів.

Окремої уваги заслуговує питання взаємовідносин між командиром і підлеглими. У сучасних підходах до військового управління дедалі частіше наголошується на ролі взаємної довіри, що формується через систематичну підготовку, спільні тренування та чітке дотримання встановлених процедур. Така модель взаємодії сприяє підвищенню згуртованості підрозділу та створює передумови для більш ефективного виконання бойових завдань.

Отже, виклики сучасної війни актуалізують необхідність не лише технічного переоснащення Збройних Сил, але й удосконалення системи підготовки офіцерів-лідерів. Це передбачає інтеграцію бойового досвіду, сучасних управлінських підходів і розвитку аналітичних компетентностей командирів, що може сприяти підвищенню ефективності управління військовими підрозділами в умовах сучасного бойового середовища.

Патіюк С. О., курсант
Науковий керівник – Островська – Бугайчук І. М., канд. пед. наук, доц.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ЛІДЕРОМ ЯК ВИРІШАЛЬНИЙ ФАКТОР У БОЮ

Російсько-українська війна стала безпрецедентним прикладом застосування інноваційних технологій у бойових діях. Сучасне поле бою стрімко змінюється, і в ньому, ключову роль, починає відігравати не лише кількісна перевага у техніці чи живій силі, а й технологічна досконаліть. Оскільки традиційні методи військового управління не дозволяють швидко аналізувати великі обсяги даних і приймати оперативні рішення, існує необхідність у впровадженні інноваційних технологій. Найбільший потенціал має штучний інтелект, який може бути інтегрований у військові процеси для підвищення ефективності командування та покращення операцій радіоелектронної боротьби. Особливу увагу привертає розвиток і застосування штучного інтелекту (ШІ) у сферах військового управління та радіоелектронної боротьби (РЕБ). ШІ надає військовому лідерові можливість оперативно аналізувати величезні обсяги інформації, ухвалювати рішення в реальному часі та передбачати дії противника. Це особливо актуально в умовах гібридної війни, де інформаційна складова та радіоелектронне протистояння стають визначальними.

Інтеграція ШІ у військові процеси дозволяє компенсувати нестачу ресурсів, підвищити ефективність командування та забезпечити перевагу в боротьбі з ворожими системами зв'язку і навігації. Таким чином, дослідження можливостей використання ШІ у лідерстві в умовах бойових дій є надзвичайно актуальним як з теоретичної, так і з практичної точки зору, з огляду на виклики, що стоять перед Збройними Силами України.

Інтеграція штучного інтелекту у процеси військового командування значно покращує швидкість прийняття рішень і ефективність бойових дій. ШІ відіграє особливо важливу роль у РЕБ, де він покращує аналіз даних у реальному часі, протидіє електронним перешкодам противника та посилює координацію на полі бою.

Впровадження штучного інтелекту у військове командування дозволяє: автоматично аналізувати дані з різних джерел (супутники, радари, розвідувальні звіти) для стратегічних рекомендацій у режимі реального часу; прогнозувати дії противника за допомогою аналізу великих обсягів інформації;

оптимізувати логістику та розподіл ресурсів у режимі реального часу, що покращує оперативну ефективність; підвищувати ефективність РЕБ, наприклад, автоматично виявляти та придушувати сигнали противника.

Переваги інтеграції ШІ у військове управління:

- швидкість реагування – алгоритми ШІ миттєво обробляють великі обсяги даних, забезпечуючи оперативність прийняття рішень;
- зменшення людських помилок – ШІ мінімізує помилки, викликані втомою або стресом;
- покращене збирання розвідувальних даних – ШІ аналізує інформацію в режимі реального часу, допомагаючи виявляти загрози та зменшувати ризики;
- гнучкість і адаптивність – алгоритми ШІ швидко пристосовуються до нових тактик противника;
- підвищена ефективність РЕБ – ШІ сприяє глушінню сигналів противника, виявленню прихованих джерел радіосигналів і здійсненню кібернападів на системи супротивника.

Штучний інтелект є одним із важливих вирішальних факторів у сучасній війні, який значно підвищує ефективність командування та бойових операцій. В Україні використання ШІ у ЗСУ може зменшити втрати, покращити ситуаційну обізнаність і забезпечити стратегічну перевагу у сфері радіоелектронної

боротьби. Застосування штучного інтелекту у військовому керівництві та РЕБ відкриває нові горизонти для підвищення ефективності бойових дій. Йдеться не лише про автоматизацію процесів чи покращення розвідки, а про перехід до принципово нового рівня ведення війни — інтелектуальної та швидкоадаптивної. Лідер, що володіє інструментами ШІ, здатен перетворити інформаційну перевагу на тактичну і стратегічну перемогу. Інтеграція ШІ в системи радіоелектронної боротьби дозволяє не просто реагувати на загрози, а й діяти на випередження: порушувати комунікації ворога, виводити з ладу системи управління та дезорієнтувати бойові одиниці противника. Це робить ШІ не лише допоміжним, а і вирішальним елементом у сучасному бойовому управлінні.

Отже, для ЗСУ важливо й надалі розвивати напрями ШІ у сфері РЕБ та командування, інвестувати у відповідні розробки, навчання персоналу та інтеграцію цих технологій у військову доктрину. Це забезпечить не лише виживання, а й перемогу в умовах новітньої війни.

Лечук А. О., курсант
Науковий керівник – Островська – Бугайчук І. М., канд. пед. наук, доц.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ЛІДЕРСТВО І ТАКТИКА В УМОВАХ ЗАСТОСУВАННЯ УДАРНИХ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ДАЛЬНЬОЇ ДІЇ

Повномасштабна війна в Україні засвідчила трансформацію сучасного бою, де ударні БПЛА дальньої дії стали ключовим інструментом, що змінює тактику, стратегію та вимоги до військового лідерства. Лідери змушені діяти в умовах постійної загрози глибоких ударів по тилу, поєднуючи оперативну гнучкість із швидким прийняттям рішень.

Повномасштабна війна в Україні стала яскравим прикладом трансформації сучасних бойових дій, де ключову роль відіграють безпілотні літальні апарати (БПЛА). Особливо помітною стала загроза, яку несуть ударні БПЛА дальньої дії, здатні вражати цілі глибоко в тилу противника. Ці БПЛА не просто стали елементом поля бою, вони змінили стратегію, тактику та навіть психологію війни. Україна та росія активно використовують ці безпілотники для ударів по критичній інфраструктурі, військових об'єктах та логістичних вузлах, що має глибокі наслідки для обох сторін конфлікту.

Застосування ударних БПЛА дальньої дії значно розширило можливості ведення війни. Раніше для ураження цілей на значній відстані використовувалися пілотовані літаки, крилаті ракети або балістичні ракети. Усі ці засоби є значно дорожчими та несуть більші ризики, особливо для пілотів. Натомість, ударні безпілотники, такі як іранські Shahed-136 (які росія використовує як Герань-2) або українські аналоги "Бобер", "Лютий" та "Морок", пропонують відносно дешевий, але ефективний спосіб ведення асиметричної війни. Ці безпілотники можна запускати великими "роями". Такі масовані атаки створюють серйозне навантаження на системи протиповітряної оборони (ППО), змушуючи витрачати дорогі зенітні ракети на ураження дешевих БПЛА. Це виснажує ППО противника, відкриваючи вікна для атак інших засобів. БПЛА з дальністю польоту до 1000-2000 км здатні досягати об'єктів у глибокому тилу, які раніше вважалися безпечними. Це дозволяє атакувати військові склади, нафтопереробні заводи (НПЗ), авіабази, логістичні вузли та інші критичні об'єкти, що є стратегічно важливими для забезпечення військ. Наприклад, українські удари по НПЗ у росії завдають значної шкоди російській економіці та здатності її армії продовжувати бойові дії. Застосування безпілотників мінімізує ризик для особового складу. Це особливо важливо для України, яка використовує БПЛА для ударів по території рф, уникаючи втрат пілотів і дорогих літаків. Психологічний ефект постійних атак БПЛА, особливо вночі, створює додатковий тиск як на військових, так і на цивільне населення, що підвищує роль лідерства у сфері моральної стійкості та управління кризами.

Війна в Україні стала полігоном для широкого застосування ударних БПЛА обома сторонами. росія з перших днів повномасштабного вторгнення використовувала іранські Shahed-136 для терору українських міст і руйнування енергетичної інфраструктури. Ці БПЛА, які летять на низькій висоті та є відносно повільними, створюють серйозні проблеми для традиційних систем ППО. Україна була змушена розгорнути мобільні вогневі групи, оснащені великокаліберними кулеметами та зенітними установками, щоб ефективно протидіяти цій загрозі. Метою російських атак є не лише руйнування, але й виснаження української ППО.

Україна швидко адаптувалася до нової реальності. З одного боку, вона посилила власну ППО, з іншого – почала масово розвивати власну програму

ударних безпілотників дальньої дії. Українські БПЛА, як-от "Бобер" та "Лютий", показали свою ефективність, завдаючи ударів по цілях на відстані понад 1000 км від кордону. Такі атаки на російські НПЗ, заводи, військові аеродроми та склади палива стали одним з ключових елементів української стратегії. Ці удари зменшують військовий потенціал рф, що в свою чергу обмежує здатність росії забезпечувати свої війська на фронті. Атаки на нафтопереробні заводи та інші промислові об'єкти завдають значної шкоди економіці агресора, що робить війну дорожчою та складнішою для ведення. Через загрозу БПЛА росія була змушена перенести свою авіацію та інші цінні військові активи вглиб країни, що зменшує частоту авіаударів по Україні.

Досвід України демонструє важливість адаптивного лідерства: швидке розгортання мобільних вогневих груп, розвиток власних БПЛА та інтеграція засобів ППО і РЕБ стали відповіддю на нові виклики. Ефективність досягається через поєднання «жорстких» (вогневих) і «м’яких» (радіоелектронних) методів протидії.

Застосування ударних БПЛА дальньої дії зумовило розвиток двох основних методів протидії: «фізичного» та «м’якого». Фізичне знищення передбачає використання ЗРК (Patriot, NASAMS), зенітних установок типу Gepard, а також мобільних вогневих груп, ефективних проти низьколетячих цілей і більш економічних.

«М’яка» протидія здійснюється засобами РЕБ, які блокують канали зв’язку та навігації БПЛА, змушуючи їх втрачати керування. Вона особливо ефективна проти масованих атак. Поєднання обох підходів є найрезультативнішою стратегією захисту та виснаження противника.

Отже, сучасний бій вимагає від лідерів інноваційності, адаптивності та здатності діяти в умовах технологічної невизначеності. Ударні БПЛА дальньої дії стали не лише тактичним інструментом, а стратегічним чинником, що визначає розвиток військового мистецтва та формує нові виклики лідерства.

Грузд В. В., курсант
Науковий керівник – Островська – Бугайчук І. М., канд. пед. наук, доц.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ЛІДЕРСТВО КОМАНДИРА МАЛОГО ПІДРОЗДІЛУ В УМОВАХ СУЧАСНОГО БОЮ

Сучасний характер ведення бойових дій відзначається високою динамічністю, широким застосуванням високотехнологічних засобів розвідки та ураження, активним використанням безпілотних систем, засобів радіоелектронної боротьби, а також швидкою зміною оперативно-тактичної обстановки. У сукупності ці фактори зумовлюють появу нових вимог до організації управління підрозділами тактичного рівня та до компетентностей командного складу.

За таких умов особливої ваги набуває роль командира підрозділу невеликої чисельності (малого підрозділу), оскільки саме на цьому рівні приймається значна частина управлінських рішень, що безпосередньо впливають як на безпеку особового складу, так і на результативність виконання бойових завдань. У сучасному бойовому середовищі ефективність дій взводу, відділення чи малої тактичної групи значною мірою визначається не лише рівнем технічного оснащення, а й якістю професійної підготовки, особистісними характеристиками та рівнем розвитку лідерських компетентностей командира.

Командир малого підрозділу сьогодні виконує широкий спектр функцій, ніж у традиційних моделях ведення війни. Він не лише реалізує накази старшого командування, а й виступає ініціативним лідером, здатним самостійно оцінювати ситуацію та приймати рішення в умовах невизначеності. Часто такі рішення доводиться ухвалювати за відсутності повної інформації, при порушенні або втраті зв’язку з вищим командуванням, а також під постійним ураженням противником. Саме тому лідерство командира малого підрозділу стає одним із ключових факторів бойової ефективності підрозділу.

Одним із основних викликів сучасного бою є необхідність швидкого та делегованого прийняття рішень. Концепція делегованого управління передбачає, що командир формулює загальний задум та кінцеву мету дій, але водночас надає підлеглим можливість діяти самостійно в межах поставленого

завдання. Такий підхід дозволяє зберігати ініціативу, підтримувати темп бойових дій та швидко реагувати на зміни обстановки. Умови сучасного поля бою, де зв'язок може бути порушений засобами радіоелектронної боротьби, роблять подібну модель управління особливо актуальною.

Важливою складовою ефективного лідерства є високий рівень професійної компетентності командира. Він повинен досконало володіти знаннями тактики ведення бою, особливостями застосування штатного озброєння, засобами спостереження, безпілотними системами та сучасними технологіями ведення розвідки. Крім того, командир повинен орієнтуватися у питаннях протидії безпілотним літальним апаратам противника, використання засобів маскування, організації спостереження та забезпечення безпеки підрозділу. Високий рівень професійної підготовки формує авторитет командира серед підлеглих та підвищує рівень довіри до його рішень.

Не менш важливим елементом лідерства є психологічна стійкість командира. У бойових умовах військовослужбовці перебувають під значним фізичним та психологічним навантаженням, що може призводити до втоми, емоційного виснаження та зниження бойової ефективності. У таких умовах саме командир виступає ключовою фігурою, яка підтримує морально-психологічний стан підрозділу. Він повинен уміти вчасно помічати ознаки бойового стресу, підтримувати бійців, формувати атмосферу довіри та взаємної підтримки. Особистий приклад мужності, витримки та впевненості має надзвичайно важливе значення для збереження боєздатності підрозділу.

Важливою характеристикою сучасного військового лідерства є також розвиток командної взаємодії. Командир повинен формувати згуртований колектив, у якому кожен військовослужбовець усвідомлює свою роль та відповідальність у виконанні бойового завдання. Наявність довіри між командиром та підлеглими сприяє швидшому прийняттю рішень, підвищує дисципліну та забезпечує ефективну координацію дій у складних умовах бою. Саме згуртованість підрозділу часто стає вирішальним фактором у критичних ситуаціях.

Отже, лідерство командира малого підрозділу в умовах сучасного бою набуває значення. Воно поєднує у собі професійну компетентність, здатність до швидкого прийняття рішень, психологічну стійкість, вміння мотивувати підлеглих та готовність постійно навчатися і адаптуватися до нових умов.

Таким чином, формування ефективних лідерів тактичного рівня є одним із ключових завдань сучасної системи військової підготовки. Для цього

необхідно приділяти більше уваги практичним тренуванням, моделюванню бойових ситуацій, розвитку критичного мислення, психологічній підготовці та вивченню реального бойового досвіду. Саме підготовка командирів, здатних діяти рішуче, відповідально та професійно, забезпечує підвищення боєздатності підрозділів і ефективність виконання бойових завдань у сучасних умовах війни.

Mukha V. V., cadet
Scientific supervisor – Vyhivska O. V., Cand. Sc. (Hist.), Ass. Prof.
Korolov Zhytomyr Military Institute

USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR CONDUCTING MILITARY OPERATIONS

The modern battlefield is being radically transformed under the influence of the rapid development of artificial intelligence. In a war where drones already cause 70-80 percent casualties, and the battlefield becomes transparent due to the widespread use of unmanned systems, traditional tactical schemes and leadership principles undergo fundamental changes. Commanders and units are forced to make decisions in conditions of excessive data, electronic warfare, high dynamics, and constant threats to the lives of personnel.

Artificial intelligence, as a technology that radically accelerates information processing, target recognition, planning, and autonomous task execution, is becoming one of the key tools for overcoming these challenges. It not only allows compensating for the numerical superiority of the enemy but also changes the very nature of combat.

For the Armed Forces of Ukraine, which are conducting combat operations in the context of a full-scale war, the use of AI is not a theoretical experiment, but a real means to save the lives of soldiers, increase the effectiveness of tactical actions, and accelerate achieving a victorious outcome. At the same time, the implementation of this technology presents new challenges to the command at all levels: the need to revise doctrines, prepare leaders to work with autonomous systems, ensure cybersecurity, and maintain human control over critical decisions.

Currently, artificial intelligence is a new technology that is rapidly developing. It helps solve complex tasks such as processing large amounts of information,

planning, analysis, complex mathematical calculations, design, and so on. Modern science is trying to create a tool that enables solving complex issues instead of humans in both civilian and military life.

Ukraine actively uses AI not only on the battlefield but also for creating realistic simulators that are used for training, effective and rapid preparation of military personnel. Soldiers can safely practice combat deployment scenarios, types of tactical actions on the battlefield, train in the use of the latest weapons and equipment etc.

A separate area of AI application is medical assistance. Artificial intelligence systems help medical personnel quickly determine the condition of an injured soldier and suggest the most appropriate first aid methods. Autonomous evacuation tools are also being actively developed, allowing for the safe and prompt delivery of the injured to medical assistance points.

Artificial intelligence began to be used for data collection systems, their processing and analysis for command and control; missile and air defense; military communication systems; in intelligent munitions capable of independently identifying a target and determining the flight trajectory; sights and optical-electronic information display devices; for identification of persons, determining location and diagnosing the condition of servicemen; countering cyber threats; analysis of unit capabilities; automation and optimization of logistics systems; during demining operations; and robotics.

Ukraine has become one of the world leaders in the practical application of AI on the battlefield. Systems like DELTA, Kropyva, GIS Arta, drone targeting algorithms, and intelligence data processing actually save soldiers' lives: DELTA creates a unified digital picture of the battle for all levels of command, Kropyva automates artillery fire missions, and GIS Arta reduces the decision-making cycle to 30–60 seconds compared to hours in analog systems. AI helps process huge volumes of data in seconds and offers optimal courses of action. However, AI does not replace the commander – it requires a new, qualitatively higher level of leadership from them.

The modern commander is moving from the classical 'command-and-control' model to the 'man-in-the-loop' principle. It is the leader who determines the boundaries of trust in algorithms, sets the 'red lines,' and bears full personal responsibility for the consequences of their work. Algorithms can propose objectives, control swarms of drones or autonomous units, but only a human can assess the moral, ethical, and political context, take civilian objects into account, consider the 'fog of

war,' and the cost of a potential mistake. Therefore, ethical leadership remains a key competency of the 21st-century commander.

Семеняко Я. В., курсант
Науковий керівник – Райковський О. В.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ВПЛИВ ДЕФІЦИТУ ЧАСУ НА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ КОМАНДИРОМ ПІД ЧАС БОЙОВИХ ДІЙ

У сучасному бою ефективність управління підрозділом залежить від здатності командира приймати адекватні рішення в умовах гострого дефіциту часу. Швидка зміна розвідувальної інформації та висока мобільність засобів ураження роблять тривале планування майже неможливим. У цьому дослідженні розглядається вплив дефіциту часу на якість бойових наказів та аналізуються ризики, підготовки до бою пов'язані зі психологічним тиском на командира.

Характерними рисами сучасного загальновійськового бою є напруженість, висока динамічність і короткочасність бойових дій, швидкі й різкі зміни обстановки, зміна видів бою створюють необхідність одночасного застосування різних способів його ведення. Усе це скорочує час на виявлення супротивника та нанесення удару, командир змушений діяти в умовах нестачі часу та великого навантаження.

Основними причинами нестачі часу на полі бою є:

швидкоплинність бойових дій

необхідність обробляти великий обсяг інформації

ведення бойових дій одразу в декількох сферах (земля, повітря)

постійна напруга та фізична виснаженість військовослужбовців

Під впливом часового пресингу командири приймаючи рішення, часто скорочуюючи частину класичного процесу планування, орієнтуючись на ключові фактори та вже відпрацьовані шаблони дій, що змушує командира діяти інтуїтивно.

Дефіцит часу під час бою впливає на концентрацію та емоційну стабільність, зменшується кількість інформації що може обробити командир та звужується його увага, збільшується можливість помилок через неврахування деталей. Досвід та тренованість командира допомагають пом’якшити вплив негативних ефектів.

Ризиками та наслідками дефіциту часу є:

порушення координації підрозділів, через нестачу часу на узгодження дії з іншими підрозділами

нечіткість наказів

втрата ініціативи, через необдуманість рішень

підвищення хаотичності дій підрозділів.

Отже, дефіцит часу є характерною рисою сучасного загальновійськового бою, що істотно впливає як на діяльність командира, так і на загальну обстановку на полі бою. У таких умовах вирішальним чинником стає здатність швидко ухвалювати обґрунтовані рішення, адже саме той, хто діє оперативніше, здобуває ініціативу та перевагу. Знизити вплив дефіциту часу на прийняття рішень командиром можливо завдяки завчасному плануванню дій в критичних ситуаціях, постійному розвитку комунікації між підрозділами, регулярному навчанню та тренуванню командирів в умовах близьких до бойових дій, розвиток ініціативності підлеглих для спроможності діяти в критичних ситуаціях самостійно.

Козак О. О., курсант
Науковий керівник – Брановицький В. В.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ОСОБЛИВОСТІ СУЧАСНОГО БОЮ ТА РОЛЬ ЛІДЕРСТВА КОМАНДИРА

Сучасне бачення бойових дій суттєво відрізняються від того, відбувалося раніше. Перш за все це пов’язано зі швидким розвитком технологій та зміною методів ведення війни. У бойових умовах активно застосовуються безпілотні літальні апарати, засоби радіоелектронної боротьби, високоточна зброя і особливо засоби психологічного впливу. Усе це сильно впливає не лише на сам хід бойових дій, а й на роботу підрозділів. Через це бій став більш швидшим і менш передбачуваним. Обстановка може змінюватися швидко, інколи за короткий проміжок часу. Командир повинен постійно контролювати ситуацію та реагувати на зміни. Водночас повна інформація доступна далеко не завжди, що ускладнює процес прийняття рішень.

У таких умовах важливим є вміння швидко аналізувати ситуацію. Командир має визначати, які фактори є ключовими, а які можна вважати

другорядними. Часу на довготривале обдумування часто немає, тому рішення приймаються оперативно з урахуванням наявних даних та досвіду.

Суттєвою проблемою сучасного бою є порушення зв'язку. Засоби радіоелектронної боротьби або технічні несправності можуть ускладнювати координацію дій. У результаті підрозділи нерідко діють більш автономно. Це підвищує вимоги до підготовки військовослужбовців і їх здатності самостійно виконувати поставлені завдання.

У таких умовах значно зростає роль лідерства. Командир виконує не лише функцію управління, а й виступає моральною опорою для підрозділу. Його впевненість, послідовність у діях та здатність зберігати спокій впливають на загальний психологічний стан військовослужбовців.

Важливим є також уміння адаптуватися до змінної обстановки. Бойові дії не завжди відбуваються відповідно до плану, тому командир повинен бути готовим коригувати свої рішення. Гнучкість мислення дозволяє ефективніше реагувати на дії противника та зміну умов.

Сучасні технології відкривають нові можливості для ведення бою, зокрема у сфері розвідки та управління. Проте їх ефективне використання залежить від рівня підготовки особового складу. Без належних знань і навичок навіть сучасні технічні засоби не забезпечать очікуваного результату. Важливою є взаємодія між підрозділами. Узгоджені дії дозволяють досягати кращих результатів і зменшувати ризики. Командир повинен організовувати роботу таким чином, щоб усі елементи діяли як єдина система. Значну роль відіграє і рівень підготовки військовослужбовців. Вона має включати фізичну, професійну та психологічну складові. Регулярні тренування сприяють підвищенню ефективності дій у реальних умовах.

Сучасний бій вимагає від командира не лише професійних знань, а й розвинених лідерських якостей, здатності швидко приймати рішення та адаптуватися до змін. Поєднання цих факторів забезпечує ефективне управління підрозділом.

Гецева Н. С., курсант
Науковий керівник – Староконь Є. Г., канд. псих. наук., проф.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ПСИХОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ЕТИЧНОГО ЛІДЕРСТВА

Психологічні основи етичного лідерства є однією з ключових умов ефективного військового управління. Вони передбачають поєднання професійної компетентності офіцера з високим рівнем моральної свідомості. Військова діяльність завжди пов'язана з прийняттям складних рішень, які мають не лише практичний, а й глибокий етичний вимір. У сучасних умовах війни офіцер повинен не тільки діяти швидко та професійно, але й зберігати моральні орієнтири, залишаючись прикладом для підлеглих. Формування психологічних основ етичного лідерства є важливою складовою підготовки майбутніх військових керівників. Досвід українських командирів, зокрема Андрій Білецький, підтверджує, що особисті якості та моральні цінності командира безпосередньо впливають на ефективність управління військами. У сучасній війні честь і гідність виступають не абстрактними поняттями, а основою поведінки військовослужбовців. Вони визначають ставлення до служби, рівень довіри в колективі та авторитет командира. Вихованість, культура спілкування і дотримання етикету мають важливе значення для формування позитивного психологічного клімату в підрозділі. Психологічна структура професійної етики військового лідера включає кілька взаємопов'язаних компонентів: моральні цінності, переконання, мотивацію та правила поведінки. Саме вони формують внутрішню основу діяльності офіцера, визначаючи його здатність діяти відповідально, справедливо та послідовно навіть у складних умовах. Важливо, що ці принципи не можуть бути нав'язані зовні — вони мають бути усвідомлені й прийняті особистістю. Тому значну роль відіграє процес виховання, який сприяє формуванню стійких моральних орієнтирів. У практиці сучасної російсько-української війни професійна етика формується через поєднання особистої честі, дисципліни та відданості службі. Командир виступає не лише виконавцем наказів, але й моральним авторитетом. Його поведінка, манери та здатність зберігати гідність у будь-яких обставинах прямо впливають на морально-психологічний стан підрозділу. Офіцер має бути прикладом як у бойових умовах, так і в повсякденному житті, демонструючи

самодисципліну та високий рівень культури. Важливою складовою етичного лідерства є здатність вирішувати етичні конфлікти. Вони виникають у ситуаціях, коли службові обов'язки суперечать особистим переконанням або моральним нормам. Умови військової служби часто вимагають швидкого прийняття рішень, що підсилює психологічне навантаження на особистість. У таких ситуаціях вирішальне значення мають внутрішня стійкість, самоконтроль та здатність до раціонального аналізу. З психологічної точки зору, ефективне вирішення етичних конфліктів можливе лише за наявності сформованих моральних принципів. Офіцер повинен уміти контролювати емоції та бути готовим брати відповідальність за наслідки своїх рішень. Досвід українських командирів свідчить, що такі конфлікти часто вирішуються на основі внутрішнього кодексу честі, який регулює поведінку офіцера і допомагає узгодити вимоги наказу з моральними переконаннями. Особливо складною формою морального вибору є військові дилеми. Вони виникають у ситуаціях невизначеності, ризику та обмеженого часу, коли кожен варіант має як позитивні, так і негативні наслідки. У таких умовах офіцер стикається з внутрішнім конфліктом між обов'язком, моральними нормами та реальною обстановкою. Рішення, які приймаються в цих ситуаціях, можуть впливати на життя людей і результати бойових дій. У подібних умовах ключову роль відіграють не лише знання та досвід, а й особистісні якості офіцера: чесність, рішучість, відповідальність і самоконтроль. Саме вони забезпечують здатність діяти впевнено та приймати рішення, що відповідають як службовим вимогам, так і моральним принципам. Аналіз сучасного досвіду показує, що ефективне військове лідерство неможливе без поєднання професійної підготовки та морально-психологічної зрілості. Військове мистецтво охоплює не лише технічні та тактичні аспекти, а й культуру поведінки, систему цінностей та взаємовідносини між людьми. Тому підготовка сучасних офіцерів повинна включати не тільки військово-професійні знання, але й розвиток етичних стандартів. Отже, психологічні основи етичного лідерства є невід'ємною складовою формування сучасного офіцера. Вони визначають його поведінку, авторитет і ефективність управління підрозділом. Поєднання професіоналізму з високими моральними якостями забезпечує довіру серед підлеглих і дозволяє приймати відповідальні рішення в умовах сучасних викликів.

Мазур М. С., студент
Науковий керівник – Сливенко П. М.
Національна академія Служби безпеки України

ДЕЦЕНТРАЛІЗАЦІЯ УПРАВЛІННЯ: ІНІЦІАТИВА НИЗОВОЇ ЛАНКИ ЯК КЛЮЧОВИЙ ФАКТОР ВИЖИВАННЯ В СУЧАСНОМУ БОЮ

Сучасне поле бою кардинально відрізняється від того, до чого нас готували старі підручники. Насиченість фронту безпілотними системами, постійна робота ворожих засобів радіоелектронної боротьби та безперервний вогневий вплив зводять нанівець будь-які спроби ідеального централізованого планування. В умовах масованого застосування комплексів РЕБ, які створюють сучасний технологічний туман війни, підрозділи можуть годинами залишатися в ізоляції. У реальності зв'язок часто зникає в перші ж хвилини вогневого контакту, а ситуація змінюється настільки швидко, що вище командування фізично не встигає аналізувати інформацію та віддавати актуальні накази. Якщо алгоритм дій базується виключно на очікуванні команди, підрозділ без зв'язку стає паралізованою мішенню.

Щоб зрозуміти корінь проблеми, варто звернутися до уроків Другої світової війни. Радянська військова школа завжди будувалася на тотальному мікроменеджменті та беззаперечному виконанні наказів згори донизу. Ініціатива жорстко каралася. Це призводило до того, що підрозділи чекали вказівок навіть тоді, коли обстановка вимагала негайних дій. Класичний приклад наслідків такої централізації – тактичний параліч перших місяців війни у 1941 році. Коли німці знищували лінії дротового зв'язку, радянські командири рот та батальйонів опинялися в повній ізоляції. Замість того щоб оцінити обстановку і діяти автономно, організовуючи відхід на вигідніший рубіж, вони залишалися на місцях і сліпо чекали зв'язкового з наказом вищого штабу. Цей страх порушити статут і нездатність командирів на місцях брати на себе відповідальність призводили до того, що німецькі мобільні групи просто обходили паралізовані радянські підрозділи, знищуючи їх по частинах.

На противагу цьому, німецька армія використовувала концепцію Auftragstaktik, тобто управління через завдання. Їхня філософія базувалася на тому, що старший командир визначає лише загальну мету. А от те, як саме виконати завдання, вирішував офіцер безпосередньо на полі бою. Німецькі

командири рот і взводів мали безпрецедентну свободу дій і не чекали схвалення штабу, щоб здійснити маневр чи відійти на вигідніший рубіж. Ця децентралізація дозволяла їм діяти блискавично, що робило їхню тактику вкрай ефективною проти неповороткої радянської машини.

Після війни західні країни ретельно проаналізували цей досвід. Сьогодні ця концепція лежить у самому фундаменті доктрини управління НАТО і відома як Mission Command (управління через завдання). Її суть полягає не у віддачі детальних наказів, а в доведенні до підлеглих наміру командира. Кожен солдат і сержант має чітко розуміти кінцеву мету операції. Старший штаб задає вектор: що має бути зроблено і чому це важливо. Як саме це зробити – вирішує той, хто безпосередньо виконує завдання. Доктрина НАТО базується на взаєморозумінні, довірі та готовності йти на виправданий ризик. Штаб не контролює кожен крок взводу, він забезпечує ресурси та синхронізує дії сусідів. Така система не ламається при втраті зв'язку, бо кожен елемент знає свою роль і здатний діяти автономно.

На жаль, з часів Другої світової війни ми багато в чому залишаємося заручниками радянської системи, де перевіряється кожен крок. Навіть сьогодні можна спостерігати абсурдні ситуації, коли командир взводу боїться прийняти життєво необхідне рішення без підтвердження згори. На сучасному полі бою ціна такого очікування вимірюється життями. Командир безпосередньо на лінії зіткнення об'єктивно швидше оцінює динаміку бою, ніж вищий штаб, який отримує інформацію із затримкою та часто у спотвореному вигляді.

Для того щоб перемагати, нам потрібна не лише західна зброя, а й західний тип мислення. Сучасний командир низової ланки повинен діяти як автономна бойова одиниця. Його завдання – зрозуміти намір старшого начальника і реалізувати його, виходячи з реальної обстановки.

Підсумовуючи, можна стверджувати, що децентралізація управління – це критична необхідність. Жодні сучасні технології не врятують армію з паралізованою системою управління. Відмова від мікроменеджменту на користь автономності та ініціативи низової ланки – це саме той шлях, який дозволить нам бути ефективними та зберігати своїх людей.

Міжнародна наукова курсантська конференція
«Сучасні технології в безпекових викликах сьогодення»

Товкач Л. С., курсант
Науковий керівник – Войтович М. І., канд. фіз.-мат. наук, доц.
Національна академія сухопутних військ
імені гетьмана Петра Сагайдачного

РОЛЬ ВІЙСЬКОВИХ МОСТІВ У ПОДОЛАННІ ЛОГІСТИЧНИХ ВИКЛИКІВ СУЧАСНОГО БОЮ

Одним із важливих викликів в проведенні бойових дій в сучасних умовах є організація їх логістичного забезпечення. Важливою компонентою логістики в умовах сучасних бойових дій є мости, зокрема, військові мости на жорстких опорах. Вони часто є ключовими стратегічними об'єктами, відіграючи важливу роль у воєнний період з кількох причин.

Мости часто є ключовими стратегічними об'єктами, контроль над якими може визначати результат битві. Вони дозволяють переміщати техніку, війська та забезпечення через водні перешкоди, що забезпечує перевагу в бойовій ситуації.

Мости забезпечують можливість оперативного переходу: війська можуть швидко долати водні перешкоди за допомогою мостів, що дозволяє швидко реагувати на зміни в обстановці на полі бою та пересувати війська туди, де вони найбільш необхідні.

Мости дають можливість економити час та ресурси: наявність мостів дозволяє уникнути довгих обходів водних перешкод, що економить час та ресурси, особливо в умовах активних бойових дій. Вони є важливими для швидкої евакуації поранених військових та транспортування медичних засобів до лікувальних пунктів.

У воєнний період контроль над мостами може мати вирішальне значення для успішного ведення операцій та забезпечення перемоги.

Експлуатація мостів в умовах бойових дій призводить до значних навантажень на мостові елементи, що може призвести до їх руйнування. Рамні елементи, як одні з найважливіших складових мостів на жорстких опорах, особливо схильні до ризику руйнування. Тому дослідження їх напруженого стану, проведення оцінювання їх міцності та несучої спроможності є актуальною практичною задачею.

В процесі виконання завдань інженерного забезпечення в зоні бойових дій на російсько – українському фронті виникає потреба у відновленні зруйнованих

мостів, а також їх дублюванні у стислі терміни. Тому вимоги щодо підготовки особового складу інженерних підрозділів зростають, що в свою чергу вимагає покращення знань як матеріальної частини мостобудівної техніки, так і більш якісного виконання завдань зведення військових мостів.

В роботі розглядається мостовий елемент у вигляді плоскої рами. Рама складається з двох вертикальних і одного горизонтального елементів, що жорстко з'єднані між собою На горизонтальному елементі рами розміщений електродвигун певної маси, який здійснює певну кількість обертів за хвилину і створює при цьому відцентрову силу інерції, яка виникає внаслідок незрівноваження рухомих мас двигуна. Поперечний переріз рами взято у вигляді двотавра. Досліджена можливість виникнення резонансу; обчислені максимальні нормальні динамічні напруження в рамі.

Для визначення статичного переміщення центра мас двигуна, через яке виражається колова частота власних коливань системи двигун-рама, і статичних нормальних напружень у рамі,через які з допомогою динамічного коефіцієнта при коливаннях виражаються максимальні динамічні напруження, використано метод сил розрахунку статично невизначуваних стрижневих систем. Визначені колові частоти власних і вимушених коливань системи рама-електродвигун. Встановлено, що для заданих в роботі параметрів системи небезпека виникнення явища резонансу відсутня, оскільки колові частоти власних і вимушених коливань системи відрізняються більше, ніж на 30%. Визначені коефіцієнт наростання коливань та динамічний коефіцієнт при коливаннях. Визначені також характеристики циклу напружень: максимальні, мінімальні та середні нормальні напруження, а також коефіцієнт асиметрії циклу, тобто величини, які використовуються для оцінки втомної міцності елементів інженерних конструкцій. Досліджено також залежність частоти вільних коливань системи, а значить і характеристик циклу напружень, від місця розташування двигуна на рамному елементі. Встановлено найнебезпечніше в сенсі виникнення резонансу місце розміщення електродвигуна.

Perfilov A. Y., cadet
Scientific supervisor –Vyhivska O. V., Cand. Sc. (Hist.), Ass. Prof.
Korolov Zhytomyr Military Institute

A FOREIGNER IN THE DEFENCE FORCES OF UKRAINE: LINGUISTIC, PROFESSIONAL, AND IDENTITY DIMENSIONS OF COMBAT INTEGRATION

The linguistic dimension. The language barrier in combat conditions encompasses three critical functional levels: tactical communication (commands and coordination under stress), medical support (the inability to clearly communicate symptoms and medical history), and administrative-legal interaction (contracts, rights, and social guarantees). At the same time, language within a military unit is not merely a tool for information exchange; it also conveys informal hierarchy, military humor, and subtle indicators of a commander's intent and emotional state. A foreign serviceman with only basic language proficiency remains on the periphery of this communicative field. The systemic response to this challenge began with the establishment of the Foreign Recruitment Center, which provides language support at the entry stage of service. A promising direction is the standardization of a minimum language course – including tactical vocabulary and medical terminology – as a mandatory element of initial training.

The professional dimension. The majority of foreign volunteers possess experience in counterinsurgency (COIN) operations in Iraq, Afghanistan, and Syria. This reflects a fundamentally different logic of warfare compared to the positional, high-intensity conflict involving heavy artillery, drones, and minefields currently faced by Ukraine. At the same time, much of this experience constitutes a direct operational asset, including sniper training, tactical medicine in accordance with TCCC/TECC standards, familiarity with NATO-standard equipment, and psychological resilience. The regulatory evolution reflects recognition of this potential. In October 2024, the Verkhovna Rada adopted legislation granting foreign nationals access to officer positions, acknowledging their leadership capabilities. The new recruitment concept institutionalizes a competency-based approach, allowing foreign volunteers to select units and roles aligned with their qualifications. This marks a shift from the principle of "where needed" to "where most effective."

The identity dimension. A foreign fighter exists in a liminal state (as defined by Victor Turner) across multiple axes simultaneously: between cultures, between civilian and military identity, and between the country of origin and the country of service. Without institutional support, there is a risk of moral injury – a specific psychological condition arising from the conflict between lived experience and personal value systems. Legislative changes introduced in August 2024 granted foreign fighters the right to residence permits and access to citizenship procedures, thereby transforming their status from temporary participants into potential members of Ukrainian society.

Regulatory evolution as a systemic process. From the spontaneous volunteer movement of February 2022 to a legally regulated system by 2025, a clear trajectory of institutional development can be observed. This includes the establishment of the International Legion of Territorial Defense of Ukraine in 2022, legislative regulation and expansion of rights for foreign servicemen in 2024, the creation of a centralized recruitment hub, and the development of a comprehensive Concept for Recruitment and Service of Foreign Nationals in 2025. The Ministry of Defence of Ukraine continues to formalize these mechanisms, indicating a transition from reactive problem-solving to proactive doctrinal planning.

The involvement of foreign volunteers in the Defence Forces of Ukraine is not only an operational phenomenon but also a process of developing a new institutional competency in managing culturally diverse military units. The linguistic, professional, and identity dimensions represent real challenges; however, they are manageable through a systematic approach that the state is consistently implementing. The experience gained holds strategic value for the Euro-Atlantic integration of the Armed Forces of Ukraine and will serve as a significant resource in the post-war period. A conceptual understanding of the humanitarian aspects of this process is therefore an urgent task for military science and national security policy.

Вінник К. М., курсант
Науковий керівник – Флис І. М., канд. техн. наук, доц.
Національна академія сухопутних військ
імені гетьмана Петра Сагайдачного

АНАЛІЗ БОЙОВОГО ДОСВІДУ ЗАСТОСУВАННЯ САМОХІДНОЇ АРТИЛЕРІЙСЬКОЇ УСТАНОВКИ CAESAR У РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКІЙ ВІЙНІ

Самохідну артилерійську установку (САУ) Caesar виготовляє фірма Nexter (Франція), яка є членом НАТО. Уряд Франції в 2022 році прийняв рішення і розпочав постачання цієї артилерійської системи артилерійським підрозділам Збройних Сил України (ЗСУ). Тому САУ Caesar перебуває на озброєнні артилерійських підрозділів ЗСУ з 2022 року і від того часу успішно виконує бойові завдання з вогневого ураження російських окупантів.

Проаналізуємо динаміку зміни кількості САУ Caesar в підрозділах артилерії ЗСУ у відсотках від загальної кількості самохідних артилерійських установок, які були на озброєнні на кінець 2021 року і станом на кінець 2025 року, а саме: 2С1 «Гвоздика», 2С3 «Акація», 2С5 «Гіацинт», Krab (Польща), Susanna-2 (Словаччина), Dayna (Чехія), PzH2000 (Німеччина), AS-90 (Великобританія), M109 (США), Archer (Швеція) і 2С22 «Богдана» (Україна).

Наші дослідження показують, що кількість САУ Caesar протягом 2022-2025 рр. динамічно зростала з 3% (кінець 2022 року) до 9% (кінець 2025 року) від загальної кількості самохідних установок артилерійських підрозділів ЗСУ. Крім цього, відзначимо, що кількість самохідних артилерійських установок радянського виробництва, таких як 2С1 «Гвоздика» і 2С3 «Акація» неухильно зменшувалась за рахунок постійного росту кількості САУ країн-членів НАТО і самохідних гаубиць українського виробництва. Особливо вражаючий приріст отримала українська САУ 2С22 «Богдана» і станом на 2025 рік її кількість становить майже 35% від загального числа.

Самохідна артилерійська установка (САУ) Caesar, порівняно з іншими, полегшує роботу її обслуги, оскільки не потребує значного обсягу заходів з підготовки стрільби і управління вогнем, зменшує затрати часу на топогеодезичну, балістичну та технічну підготовки. Великою перевагою цієї гаубиці є те, що для обладнання вогневої позиції (ВП) необхідно виконати не значний обсяг інженерних робіт, оскільки САУ працює, практично, з «коліс».

Проведемо порівняльний аналіз бойового досвіду застосування САУ в ході російсько-української війни 2022-2025 років. З 2022 року САУ Caesar перебуває на озброєнні багатьох артилерійських бригад ЗСУ і дуже добре себе показала в бойовій роботі, наприклад, під час визволення острова Зміїний. Активно застосовували самохідну гаубицю в боях під Бахмутом в 2022-2023 рр, використовуючи тактику НАТО «fire and run» («стріляй і тікай»).

Колісна гаубиця Caesar забезпечила ефективну контрбатарейну (КББ) з артилерійськими підрозділами ворога, як з артилерійськими системами середньої дальності (2С1, 2С3, Д-30, Д-20), так і з далекобійною артилерією ворога (2А65, 2А36, 2С5, 2С19, 2С7). За рахунок високої мобільності САУ Caesar здійснює швидкий міжпозиційний і внутрішньопозиційний маневр. Колісні гаубиці Caesar внесли великий вклад у те, що артилерійські підрозділи ЗСУ з 2024 року почали переважати артилерію військ рф в кількості уражених цілей на полі бою. Саме високі втрати артилерійських систем ворога в ході КББ, активну участь в якій брали САУ Caesar, змусили артилерію армії рф відмовитись від тактики ведення «вогневих валів».

В 2022-2023 рр., коли безпілотні системи ворога були менш розвинуті, САУ Caesar могли виконувати вогневі завдання просто в чистому полі, коли більшість зразків артилерійських систем, що є на озброєнні ЗСУ потребували завчасно підготовленої ВП для ведення не прямого вогню. Були також приклади виконання вогневих завдань підрозділами САУ Caesar з ділянки місцевості біля доріг загального користування або безпосередньо з автомобільних доріг. Часу, який ворог витрачав на заходи з підготовки стрільби вистачало, щоб виконати вогневе завдання і швидко покинути ВП за рахунок високої мобільності, швидкого приведення до бою та переведення в похідне положення.

В Запорізькій області місцевість, здебільшого, є степовою, що ускладнювало заходи з маскування артилерійських підрозділів, але беручи до уваги розвиток безпілотних технологій на той час та переваги САУ Caesar, робимо висновок, що це не сильно заважало виконувати вогневі завдання. Зафіксовано випадки створення не замаскованих ВП біля доріг загального користування, щоб швидко виконати вогневе завдання і залишити ВП. Головною загрозою для САУ тоді був баражуючий боєприпас “Ланцет”, який здебільшого уражав колісну гаубицю саме під час переміщення.

Місцевість в Донецькій області є більше лісистою, тому для САУ Caesar вибирали район вичікування, основний та запасний райони ВП, в яких обладнували 3-5 хибних вогневих позицій, що вводили ворога в оману та підвищувало живучість колісної гаубиці.

Досвід застосування системи на Донбасі розподілимо на 2 періоди:

1) до активного розвитку ударних FPV-дронів (2022-2023 рр.);

2) після активного розвитку ударних FPV-дронів (2024 - 2025 рр.).

Станом на 2025 рік, у зв'язку з активним застосуванням ворогом роїв ударних FPV-дронів на оптоволокні, бойова робота САУ Caesar стала утрудненою через вразливість під час внутрішньопозиційного чи між позиційного маневрів. З цієї причини кількість епізодів бойового застосування САУ Caesar стала меншою, проте цілком достатньою для ефективної вогневої підтримки бойових дій піхотних підрозділів ЗСУ та ведення КББ.

Висновок: аналіз бойового досвіду застосуванні САУ Caesar в ході російсько-української війни 2022-2025 років засвідчує ефективну бойову роботу САУ Caesar для вогневої підтримки дій піхотних підрозділів ЗСУ та ведення контрбатарейної боротьби з артилерією російських окупантів.

Новак В. О., слухач
Науковий керівник – Свищ В. С.
Військова академія (м. Одеса)

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПРОГНОЗУВАННЯ ЙМОВІРНИХ ВАРІАНТІВ ДІЙ ПРОТИВНИКА В РІЗНИХ ВИДАХ БОЮ. ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ЇХ УДОСКОНАЛЕННЯ

Актуальність теми зумовлена сучасним характером ведення бойових дій, які відзначаються високою динамічністю, широким застосуванням високоточної зброї, безпілотних систем, засобів РЕР\РЕБ та автоматизованих систем управління військами. За таких умов особливо важливим елементом діяльності органів військового управління стає своєчасне та точне прогнозування імовірних варіантів дій противника у різних видах бою.

Прогнозування дій противника це складова процесу оцінки обстановки та прийняття рішень. Вона передбачає комплексний аналіз складу, стану, положення, можливостей і характеру попередніх дій противника, а також

врахування умов місцевості, часу, погодних факторів, тощо. На практиці застосовуються різні методи прогнозування, такі як логіко-аналітичний, метод порівняльного аналізу, метод експертних оцінок, а також моделювання можливих сценаріїв розвитку бойових дій.

Зазначені методи дозволяють визначати найбільш імовірні та найбільш небезпечні варіанти дій противника у всіх видах бою. Разом з тим досвід сучасних збройних конфліктів свідчить, що противник дедалі частіше застосовує нестандартні способи ведення бойових дій, активно використовує безпілотні системи, засоби інформаційного впливу.

З метою удосконалення процесу прогнозування необхідно розширювати використання сучасних інформаційно-аналітичних систем, впроваджувати автоматизовані засоби обробки та аналізу розвідувальних даних, застосовувати математичне моделювання можливих варіантів розвитку бойової обстановки, а також систематично враховувати актуальний бойовий досвід. Важливим напрямом також є підвищення рівня підготовки командирів у сфері аналітичної оцінки.

Удосконалення методів прогнозування ймовірних дій противника є важливою умовою підвищення ефективності управління військами та забезпечення успішного виконання бойових завдань.

Філатов Я. В., курсант
Науковий керівник – Шкатула О. П., канд. пед. наук, доц.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ПОЛІТИЧНЕ ЛІДЕРСТВО ГЕТЬМАНА ПАВЛА СКОРОПАДСЬКОГО В КОНТЕКСТІ СТВОРЕННЯ УКРАЇНСЬКОЇ ДЕРЖАВИ

Гетьманат П. Скоропадського в умовах революційного хаосу, війни та зовнішньої залежності на території України став унікальним прикладом ефективного державотворення. Менше ніж за сім з половиною місяців державності Україна з території, позначеної анархією та соціальними експериментами перетворилася на відносно стабільну, інституційно розвинену державу, побудовану на консервативно-ліберальних засадах.

Павло Скоропадський прийшов до влади 29 квітня 1918 року на Всеукраїнському аграрному з'їзді за підтримки німецьких військ, роздратованих

хиткістю Української Народної Республіки. Проголосивши створення Української Держави замість Української Народної Республіки він розпустив Центральну Раду та запровадив суворий авторитарний режим. Спираючись на «Закони про тимчасовий державний устрій України», Гетьман реалізовував свої повноваження, оскільки уособлював вищу виконавчу та законодавчу владу, а також був верховним головнокомандувачем та керівником зовнішньої політики.

Скоропадський уявляв Україну, як суверенну державу з сильною виконавчою владою, класовою співпрацею та національним патріотизмом. Основою поглядів став не романтичний націоналізм УНР, а прагматичне інституційне будівництво «згори»: від системи до реформи.

Гетьманат показав, як швидко сформувати основи сучасної держави, навіть будучи у стані окупації. Головним органом виконавчої влади стала Рада міністрів, яка узгоджувала роботу галузевих відомств. Було поновлено інститут державної служби, зі складанням присяги на вірність Українській державі, що надало стійкості адміністративної вертикалі. У регіонах комісарів Центральної Ради змінили губернські та повітові старости, що фактично відновило дієву систему управління. Заради ефективності управління Гетьман робив ставку на фахівців, а не на їх політичну лояльність чи орієнтацію. Прийнято більш ніж чотири сотні різноманітних законів, створено Сенат і нову судову систему.

Гетьманат стабілізував фінансову систему. Запроваджено державний бюджет, основи митно-податкової системи, введено національну валюту – гривню. Засновано Державний банк України та мережу приватних банків. Захист приватної власності у тому числі і на землю, скасованої УНР, підтримка вільного підприємництва, ремонт залізничних колій та мостів, відновлення регулярного транспорту, держрегулювання промисловості, торгівлі та монополій мало наслідком розвиток торгівлі після хаосу революції та принесло період соціального миру та економічної стабільності.

Гетьманат проводив «м’яку українізацію» – українізовано тисячі шкіл та гімназій. У Києві та Кам’янці-Подільському відкрито два державні університети, та Українську академію наук під президентством Володимира Вернадського. Створено Національні бібліотеку, оперу, картинну галерею, Державний архів, Історичний музей, Державний драматичний театр, симфонічний оркестр та хор. Українська мова стала офіційню, розширилося видавництво підручників, відкривалися книгарні. Такі кроки сприяли об’єднанню українців навколо ідеї власної державності.

З Українською Державою встановлюють стосунки майже тридцять іноземних країн. Відкриваються дипломатичні та консульські місії. Підписано договір про мир з червоною Росією та угоди з країнами, які утворилися на уламках Російської імперії. Активно велася консолідація українських земель: Криму, Кубані та Дону, на принципах федералізму, автономії, етно-історичних зв'язків, антибільшовизму, економічної інтеграції та державного інтересу.

Відбувся перехід у принципах побудови мілітарної системи - концепція «народної міліції» змінилася концепцією професійної регулярної армії. Розроблено план організації восьми армійських корпусів територіального типу, створено Генеральний штаб та Військову академію. Чисельність гетьманської армії до листопада 1918 року сягнула близько 65 тисяч осіб. Завдяки дипломатичним зусиллям Скоропадського та патріотичній позиції офіцерства, на значній частині суден та кораблів у Севастополі піднято українські прапори, а 23 травня того ж року було започатковано українську морську піхоту.

Гетьманщина виявилася ефективною моделлю консервативного розвитку: пріоритет інституцій, професіоналізму, стабільності та національної культури над популізмом. Вона продемонструвала, що сильна влада може швидко стабілізувати країну та закласти основи її функціонування.

Політичне лідерство Павла Скоропадського доводить: навіть у найскладніших умовах українці здатні швидко розбудовувати державу спираючись на національні традиції, національну самосвідомість і професійну ефективність.

Кирилюк Н. П., курсант
Науковий керівник – Староконь Є. Г., канд. психол. наук, доц.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

РОЗВИТОК ЕМОЦІЙНОГО ІНТЕЛЕКТУ КУРСАНТІВ У ХОДІ НАВЧАННЯ В ІНСТИТУТІ

Емоційний інтелект є основною складовою сучасного військового лідерства, оскільки діяльність офіцера пов'язана не лише з управлінням бойовими процесами, а й з особовим складом, їхнім психологічним станом та мотивацією. У складних і стресових умовах саме вміння розуміти власні емоції

та емоції підлеглих визначає ефективність прийняття рішень, рівень довіри в підрозділі та загальну боєздатність. Військовий лідер із високим рівнем емоційного інтелекту здатний зберігати самоконтроль, підтримувати моральний дух колективу, запобігати конфліктам і забезпечувати хорошу взаємодію особового складу.

Водночас з бойовими діями розвиток емоційного інтелекту супроводжується деякими труднощами. Традиційна військова культура орієнтована на дисципліну, витримку та стриманість, що часто обмежує відкритий прояв емоцій і їх усвідомлення. У більшості випадків спонтанні емоції сприймаються підлеглими як прояв слабкості, на фоні недостатнього самоменеджменту та емоційної глухоти. Крім того, постійний вплив стресових факторів (небезпека, висока відповідальність, фізичні та психологічні навантаження тощо) сприяє формуванню у військових лідерів захисних механізмів, таких як емоційне пригнічення та психологічна дистанція.

Однією з проблем щодо розвитку емоційного інтелекту у курсантів є обмежений час для психологічної підготовки та недостатня взаємодія емоційно-психологічних компонентів у навчальному процесі. Це уповільнює формування навичок самоконтролю, ефективної комунікації та лідерських якостей, які виробляються під час взаємодії в колективі. Значний вплив мають застарілі стереотипи образу «сильного командира», який досягає мети «незважаючи на емоційні стани підлеглих». Зрозуміло, що це заважає ефективному розвитку емоційної компетентності майбутніх офіцерів.

Попри ці труднощі, розвиток емоційного інтелекту у курсантів військових інститутів є можливим і необхідним. Одним із ключових шляхів є впровадження системної психологічної підготовки, яка включає тренінги з самоконтролю, розвитку емпатії, управління стресом та емоційної саморегуляції. Це дозволяє майбутнім офіцерам краще розуміти себе і свої реакції, а також ефективно взаємодіяти з іншими. А проходження тестів та вправ на самопізнання допоможе курсантам дізнатися більше про себе, свої навички та вміння, сильні та слабкі сторони, також вміння взаємодіяти в колективі та приймати важливі рішення.

Важливим інструментом є використання практико-орієнтованих методів навчання, таких як колективні ігри, моделювання важких бойових ситуацій, особистісні вправи на розвиток вміння здійснювати самоконтроль. У таких умовах курсанти можуть відпрацьовувати навички прийняття рішень під

тиском, контролю емоцій та ефективної взаємодії в колективі. Це сприяє формуванню психологічної стійкості та гнучкості мислення.

Важливу роль відіграє допомога та наставництво викладачів. Досвідчені офіцери, які демонструють приклади емоційно зрілого лідерства, можуть передавати курсантам практичні моделі поведінки, формуючи культуру взаємної поваги, довіри та відповідальності. Такий підхід сприяє не лише професійному, а й особистісному розвитку майбутніх командирів.

Не менш важливою складовою є самоаналіз — здатність аналізувати власні дії, емоції та їхній вплив на інших, а також вміння приймати рішення та взаємодіяти з іншими людьми. Використання зворотного зв'язку, групових обговорень, ведення особистих записів, проходження тестів допомагає курсантам глибше усвідомлювати свій досвід і вдосконалювати поведінку.

Отже, емоційний інтелект є основною складовою ефективного військового лідерства. Незважаючи на деякі труднощі, його розвиток можливий за умови цілеспрямованого підходу, що поєднує освітні, практичні та виховні методи. Формування емоційно компетентних офіцерів підвищує ефективність управління підрозділами, зміцнює морально-психологічний стан особового складу та сприяє успішному виконанню завдань у сучасних умовах.

Потьомкін І. О., слухач
Науковий керівник – Оніщенко О. І.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОПЕРАТИВНО-ІНФОРМАЦІЙНОЇ РОБОТИ У ВІЙСЬКОВИХ ЧАСТИНАХ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ РОЗВІДКИ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

В умовах широкомасштабної збройної агресії російської федерації (рф) проти України особливої ваги набуває досягнення інформаційної переваги. Одним із ключових інструментів цього є ефективна організація оперативно-інформаційної роботи (ОІР) у військових частинах радіоелектронної розвідки (РЕР) Збройних Сил України.

Основною метою дослідження є розгляд наявного стану ОІР у військових частинах РЕР ЗС України, визначення та аналіз основних факторів, які впливають

на ведення ОІР та, як наслідок, розроблення рекомендацій щодо удосконалення та підвищення ефективності ведення даного процесу для подальшого застосування (використання) у військових частинах РЕР ЗС України.

Для реалізації оперативно-інформаційної роботи у військових частинах РЕР важливо чітко визначити її організаційну структуру, оскільки саме вона забезпечує ефективне функціонування цього процесу. ОІР у підрозділах РЕР охоплює збір, накопичення, систематизацію, обробку та доповідь розвідувальних відомостей. Основними органами реалізації є командні пункти (КП) військових частин та підрозділів добування. Робота організовується за трьома основними напрямками: аналіз стану та діяльності Збройних Сил держав, що розвідуються; управління наявними черговими силами та засобами РЕР; а також аналіз розвідувально-пошукової роботи та пеленгаторної служби.

Оцінювання ефективності ОІР базується на двох ключових критеріях:

оперативністю та повнотою.

Оперативність – здатність забезпечити вчасне добування, обробку й передачу даних. Вона досягається автоматизацією, оптимізацією часу, впровадженням сучасних систем зв’язку, електронно-обчислювальних машин (ЕОМ) та програмних засобів.

Повнота – ступінь вичерпності розвідувальних відомостей. Визначається через кількість і глибину аналізу джерел, виявлення радіоелектронної активності, синтез і моделювання ситуацій.

Фактори, які впливають на ефективність організації оперативно-інформаційної роботи, поділяються на зовнішні та внутрішні. До зовнішніх належать інтенсивність засобів радіоелектронної боротьби, сучасність систем зв’язку противника, обсяги оперативної інформації та фізико-географічні умови. До внутрішніх факторів слід відносять: рівень автоматизації, технічну оснащеність, структуру й підготовку персоналу, а також ефективність управління силами.

Виходячи з виявлених факторів, що впливають на ефективність оперативно-інформаційної роботи, запропоновано конкретні заходи, спрямовані на її удосконалення за трьома основними напрямами:

1. Підвищення оперативності:

створення єдиної бази даних;

використання СПЗ “Delta” та інформаційної системи реєстрації та обробки радіоелектронної обстановки («ІС РЕО»);

впровадження закритих локальних мереж і високошвидкісних каналів.

2. Підвищення повноти:

розширення можливостей обробки РЕО;

інтеграція Open Source Intelligence (OSINT) у структури КП;

покращення алгоритмів фільтрації та оцінки розвідувальних ознак.

3. Організаційні заходи:

оптимізація організаційно-штатної структури КП;

підвищення рівня підготовки офіцерів;

уніфікація інформаційно-аналітичних процесів у масштабах ЗСУ.

Реалізація запропонованих рішень дозволить досягти суттєвого покращення в організації ОІР. Зокрема, очікується скорочення часу обробки інформації на 13% і підвищення повноти виконання завдань на 15%, що в сукупності забезпечить загальне зростання ефективності ОІР на рівні 13–15%.

Виходячи з отриманих результатів, можна дійти висновку, що розвиток ОІР у військових частинах РЕР повинен відбуватись у тісному зв’язку з впровадженням сучасних технологій, автоматизованих систем, а також з адаптацією до умов сучасної інформаційної війни.

Скалецький Б. О., курсант
Науковий керівник – Поліщук В. В., канд. військ. наук, доц.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

ОСОБЛИВОСТІ ТАКТИКИ ТА ВІЙСЬКОВОГО ЛІДЕРСТВА В УМОВАХ СУЧАСНИХ ЗБРОЙНИХ КОНФЛІКТІВ

Сучасні збройні конфлікти характеризуються високою динамічністю, використанням новітніх технологій та зміною традиційних підходів до ведення бойових дій. У таких умовах особливого значення набувають тактика та ефективне військове лідерство, які визначають здатність підрозділів швидко реагувати на зміни бойової обстановки, приймати обґрунтовані рішення та забезпечувати успішне виконання бойових завдань. Розвиток сучасних технологій, поява безпілотних систем, інформаційних мереж та засобів радіоелектронної боротьби суттєво вплинули на характер сучасного бою та поставили нові вимоги до командирів усіх рівнів.

Однією з ключових характеристик сучасного бою є висока швидкість зміни обстановки. Командири повинні приймати рішення в умовах обмеженого часу та неповної інформації. Військові дослідники зазначають, що сучасні бойові дії дедалі більше ґрунтуються на принципах мережево-центричної війни, коли підрозділи об'єднані в єдину інформаційну систему управління. Це дозволяє швидко обмінюватися інформацією та координувати дії різних сил і засобів.

Значну роль у сучасному бою відіграють високотехнологічні засоби ведення війни, такі як безпілотні літальні апарати, системи супутникової навігації, автоматизовані системи управління військами та високоточна зброя. Застосування таких засобів дозволяє отримувати точну інформацію про противника, підвищувати ефективність вогневого ураження та зменшувати втрати особового складу. Разом із тим широке використання технологій створює нові загрози, пов'язані з кібербезпекою та радіоелектронною боротьбою.

Важливою особливістю сучасних бойових дій є поєднання різних видів і способів ведення війни. Окрім традиційних бойових дій, активно використовуються інформаційні операції, кібероперації, економічний тиск та інші інструменти впливу. Такий підхід отримав назву гібридної війни, коли військові та невійськові засоби застосовуються комплексно для досягнення стратегічних цілей.

У сучасному бою важливу роль відіграє військове лідерство, яке передбачає здатність командира організовувати діяльність підлеглих, мотивувати їх та забезпечувати виконання поставлених завдань навіть у складних умовах. Лідерство включає не лише професійні знання та навички, а й морально-психологічні якості, такі як відповідальність, рішучість, стресостійкість та здатність швидко приймати рішення.

Командир у сучасних умовах має виступати не лише як керівник, а й як організатор командної роботи, який здатний ефективно використовувати можливості підрозділу та координувати дії різних сил і засобів. Важливим аспектом є також здатність командира працювати з великим обсягом інформації, аналізувати її та приймати обґрунтовані рішення.

Сучасні дослідження підкреслюють, що ефективне лідерство сприяє підвищенню бойової спроможності підрозділів, зміцненню дисципліни та морального духу особового складу. Особливо важливим є вміння командира підтримувати довіру підлеглих і створювати атмосферу взаємної підтримки та відповідальності.

Одним із головних викликів сучасного бою є інформаційне перевантаження. Командири змушені працювати з великим обсягом даних, що надходять із різних джерел: розвідки, безпілотних систем, супутникових засобів спостереження та інших інформаційних систем. У таких умовах важливо швидко аналізувати інформацію та виокремлювати найважливіші дані для прийняття рішень.

Ще одним викликом є висока технологічність сучасної війни. Командир повинен добре розуміти принципи роботи новітніх систем озброєння та техніки, щоб ефективно застосовувати їх у бойових діях. Це вимагає постійного навчання та підвищення професійної підготовки.

Крім того, сучасний бій часто ведеться в умовах міської забудови або складної місцевості, що ускладнює застосування традиційних тактичних прийомів. У таких умовах особливого значення набувають гнучкість мислення та здатність швидко адаптуватися до нових обставин.

Отже, тактика та лідерство є ключовими складовими успіху у сучасному бою. Ефективне лідерство, високий рівень підготовки та здатність адаптуватися до змін є важливими чинниками забезпечення бойової ефективності підрозділів.

Жирна К. М., курсант
Науковий керівник – Подстєвой О. В.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ЛІДЕРСТВО: ВИКЛИКИ СУЧАСНОГО БОЮ В КОНТЕКСТІ ЗАГАЛЬНОЇ ТАКТИКИ

В умовах сучасних безпекових викликів тактика загальновійськового бою зазнає суттєвих трансформацій, що зумовлено інтеграцією новітніх технологій у систему управління та ураження. Сучасний загальновійськовий бій характеризується високою динамічністю, застосуванням новітніх технологій та зміною ролі командира на полі бою.

Тактичні дії підрозділу базуються на певних принципах, і вирішальну роль відіграє не кількість вогню, а швидкість циклу “побачив – оцінив – діяв”. Перевагу отримує той, хто швидше орієнтується в обстановці, ухвалює рішення і адаптує свої дії до реальних умов поля бою.

На мою думку, одним із ключових принципів є маневреність. Йдеться не

про хаотичне переміщення, а про свідоме змінення положення з метою отримати тактичну перевагу: обійти противника, зайти у фланг, вийти з-під удару, змінити маршрут руху або постачання. Маневр дозволяє нав'язати противнику невигідну для нього ситуацію навіть за меншої кількості сил.

Не менш важливою є взаємодія підрозділів. У квітні 2024 року, коли відбувався прорив в Очеретиному, під час зміни підрозділів 115-тої окремої механізованої бригади, яка заходила, та 47-мої окремої механізованої бригади, яка виходила на відпочинок, на позиціях виник розрив. 115-та бригада не встигла повноцінно прийняти смугу оборони, а 47-ма вже почала відведення основних сил і комунікація між командирами бригад щодо того, хто саме і яку конкретну точку тримає в цей момент, була порушена. Внаслідок чого, ворог помітив незаймані позиції і зайшов в селище. Тож тактика працює лише тоді, коли всі елементи діють як єдина система.

Ключовим принципом є контроль поля боя, якщо раніше контроль означав утримання позицій, то зараз він включає і інформаційну обізнаність, тобто здатність командирів і підрозділів у реальному часі розуміти, що відбувається на полі бою, попереду, збоку, в тилу, де знаходяться свої сили та сили ворога.

Основним викликом сучасного бою в контексті загальної тактики є інтеграція безпілотних систем у тактичну ланку. Тобто "бачити не лише очима", а й за допомогою дронів. Водночас сучасна тактика вимагає від командира не лише керування особовим складом, а й координації роботи засобів розвідки та ураження в режимі реального часу. Виникає необхідність розосередження сил та засобів для уникнення масованого ураження через зміну тактики дій піхотних підрозділів через постійний моніторинг поля бою, що вимагає від командира високої майстерності в управлінні малими групами, де кожна група діє як окремий елемент загальної системи, зберігаючи при цьому здатність до швидкої концентрації зусиль у вирішальний момент. Адже сьогодні постійний моніторинг поля бою означає, що група з 10–15 осіб, яка була помічена дроном, може бути знищена артилерією або FPV-дронами за лічені хвилини.

Сучасна тактика повністю змінилася через дрони, які дозволяють бачити все поле бою в реальному часі. Тепер перемагає той, хто швидше помічає ворога і миттєво приймає рішення, не чекаючи довгих команд. Головне в таких умовах – це ідеальна взаємодія між групами та постійний маневр, щоб не стати легкою ціллю для артилерії. Якщо підрозділи втрачають зв'язок або діють нескоординовано, навіть найкраща техніка не врятує від поразки.

Марченко М. В., слухач, Кекух І. О., слухач
Науковий керівник – Лазуріна Н. П., канд. філос. наук, доц.
Житомирський військовий інститут ім. С. П. Корольова

ЛІДЕРСТВО: ВИКЛИКИ СУЧАСНОГО БОЮ

В сучасних умовах війни України проти агресії рф у виконанні поставлених завдань велику роль відіграють такі якості офіцера, як наявність критичного мислення і, безумовно, лідерських якостей у командира підрозділу, завдяки яким успішність виконання поставлених бойових завдань зростає.

У військовій сфері лідерство проявляється у вмінні керівника правильно знаходити компроміси в стосунках з підлеглими, надихати та підтримувати особовий склад, наштовхувати людей на прийняття рішень не примусом, а особистим прикладом для успішного досягнення поставленої мети. Офіцер – це не про посаду, а про вміння надихати та вести за собою особовий склад навіть у важких умовах бою та ситуаціях, де командир повинен приймати рішення миттєво та брати на себе відповідальність за проявлену ініціативу. На нашу думку, до цієї тези підходить постать випускника ЖВІ генерал-майора Максима Миргородського, командира ДШВ, який став не тільки взірцевим офіцером, але постійно демонструє лідерські якості, беручі відповідальність на себе за весь підрозділ.

Офіцер як лідер повинен завжди критично та логічно мислити, а також вміти поєднувати теоретичні знання з реально набутим досвідом у його професійній сфері діяльності. Йому доводиться вміло використовувати та розпоряджатися відведеним часом для виконання поставлених завдань, підтримувати дисципліну в підрозділі, вміти швидко адаптуватися до стрімких змін як у службовій діяльності, так і на полі бою. Саме такими навичками виділився командир полку «Азов» під час оборони Маріуполя в 2022 році підполковник Денис Прокопенко, проявивши емоційну стійкість, залишився з підрозділом в обороні в умовах повного оточення і не припиняв відсічи ворогу.

В умовах сучасного бою у командира-лідера повинні бути розвинені як емоційна стійкість, так і витривалість, адже він несе відповідальність не лише за себе. В постійних умовах стресу, невизначеності та небезпеки офіцер як командир повинен показати приклад особовому складу та надихати їх, чітко розставляти пріоритети та без зайвих проблем усувати дезорганізацію

підрозділу в складних умовах. Яскравим прикладом такої лідерської поведінки можна назвати Олександра Півненко, який, займаючи керівні посади в Національній гвардії України, продовжує демонструвати своє вміння не піддаватися стресу, спокійно оцінювати обстановку на полі бою і приймати рішення.

Не менш важливим є вміння створювати атмосферу довіри у колективі, яка забезпечить ефективну взаємодію в підрозділі. Офіцер-лідер вміє створювати атмосферу взаємоповаги, в якій кожен військовослужбовець може відчути свою значущість, а значить буде здатен нести відповідальність за будь-який спільний результат. Прикладом такого командира є полковник Андрій Білецький, засновник та перший командир «Азову», який зумів створити високо вмотивований та боєздатний колектив. Насамперед довіра до командира, згуртованість та чітке розуміння завдання і ролі в його виконанні підвищують боєздатність підрозділу та ефективність виконання бойових завдань.

Отже, військовим лідером є той, хто через свої якості та вчинки виконуючи військовий обов'язок надихає та впливає на людей для досягнення визначених цілей. Військові лідери мотивують підлеглих в бойових умовах на вчинення дій і прийняття рішень для гідної відповіді на виклики сучасного бою.

Приходько М. В., курсант
Науковий керівник – Площик А. С.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

РОЛЬ ЛІДЕРСТВА КОМАНДИРА МАЛОГО ПІДРОЗДІЛУ В УМОВАХ СУЧАСНОГО БОЮ

Сучасний бій характеризується високою динамікою, інформаційною насиченістю, швидкою зміною обстановки, широким застосуванням високоточної зброї, безпілотних систем, засобів радіоелектронної боротьби та розвідувально-ударних контурів. За таких умов особливого значення набуває роль командира малого підрозділу як безпосереднього організатора бойових дій, носія управлінської волі та морального авторитету. Саме на рівні відділення, взводу, екіпажу чи бойової групи реалізуються рішення, від яких залежить не лише виконання конкретного тактичного завдання, а й збереження боєздатності особового складу. Тому лідерство командира малого підрозділу в

умовах сучасного бою слід розглядати як один із ключових чинників ефективності бойового управління.

На відміну від формального управління, лідерство в бойовій обстановці виявляється через здатність командира швидко оцінювати ситуацію, приймати обґрунтовані рішення в умовах дефіциту часу та невизначеності, зберігати керованість підрозділу під вогневим впливом противника й забезпечувати узгодженість дій усіх військовослужбовців. Командир малого підрозділу часто діє в умовах фрагментарної інформації, коли класичні алгоритми управління потребують негайного коригування відповідно до реальної обстановки. У такій ситуації вирішальними стають не лише професійна підготовка, а й особисті лідерські якості: ініціативність, відповідальність, стійкість до стресу, внутрішня дисципліна, впевненість і здатність брати на себе наслідки прийнятого рішення.

Особливістю сучасного бою є те, що командир малого підрозділу одночасно виконує кілька взаємопов'язаних функцій: організовує вогонь і маневр, підтримує зв'язок, координує взаємодію із суміжними силами, контролює використання технічних засобів, а також забезпечує морально-психологічну стабільність особового складу. У реальній бойовій обстановці підлеглі орієнтуються не лише на наказ, а й на поведінку командира, його спокій, рішучість і здатність діяти зібрано в критичний момент. Саме тому лідерство має практичний вимір: воно безпосередньо впливає на темп дій, рівень довіри в підрозділі, дисципліну, готовність до взаємної підтримки та стійкість до паніки.

Окремої уваги потребує вплив сучасних технологій на зміст командирського лідерства. Наявність цифрових засобів зв'язку, безпілотної розвідки, навігаційних систем та засобів оперативної передачі даних розширює можливості управління, однак не зменшує ролі командира, а навпаки підвищує вимоги до нього. Командир має не лише вміти користуватися технічними засобами, а й інтегрувати отриману інформацію в рішення, не допускаючи перевантаження даними та втрати ініціативи. Технологічна перевага дає результат лише тоді, коли її забезпечує підготовлений лідер, здатний перетворити інформацію на чітку команду та скоординовану дію.

Отже, в умовах сучасного бою лідерство командира малого підрозділу є критично важливим елементом тактичного успіху. Воно поєднує професійну компетентність, швидкість мислення, адаптивність, моральну стійкість і здатність згуртувати підлеглих навколо виконання бойового завдання. Ефективний командир не лише керує, а й формує внутрішню стійкість

підрозділу, забезпечує його цілісність і боєздатність у найскладніших умовах. Саме тому розвиток лідерських якостей командирів малого тактичного рівня має бути одним із пріоритетів сучасної військової підготовки.

Решетник Д. О., курсант
Науковий керівник – Гайка Ю. А.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ рф

1. Стратегічна мета та структура ІСППО

• Головним завданням ІСППО є дистанційне стримування повітряних сил агресора та збереження бойового потенціалу військ.

• Система має дворівневу структуру підпорядкування: стратегічний рівень перебуває у відомстві Повітряно-космічних сил (ПКС), а оперативно-тактичний рівень інтегрований у Сухопутні війська (СВ). Окремі підрозділи займають проміжне положення для забезпечення гнучкості управління.

2. Мережецентричність та ешелонування

• Формування багатошарової мережі забезпечується об’єднанням тактичних, оперативних та стратегічних підрозділів у єдиний контур.

• Швидкий обмін даними між комплексами реалізується через автоматизовані системи управління (С2), що дозволяє інтегрувати наземні засоби ППО з винищувальною авіацією для ураження цілей на великих відстанях.

3. Оперативне застосування на рівні армії

• Наземні бойові дії супроводжуються створенням суцільного покриття ІСППО шляхом перепідпорядкування дивізіям підрозділів зі складу бригад протиракетної оборони (ПРО) армійського рівня.

4. Класифікація зон ураження за висотою Російська доктрина виділяє чотири ключові висотні діапазони ППО:

• Надзвичайно низькі: до 200 м (рівень землі);

• Низькі: від 200 до 1000 м;

• Середні: від 1000 до 4000 м;

• Великі: від 4000 до 12000 м.

5. Автономність та автоматизація засобів

• Сучасні комплекси ППО володіють високим ступенем живучості завдяки здатності працювати автономно. Вони самостійно виконують цикл «виявлення — відстеження — націлювання — ураження».

• В окремих сценаріях передбачена можливість функціонування систем у повністю автоматичному режимі, що мінімізує вплив людського фактора на швидкість реакції.

6. Мобільність та ешелонування тактичного рівня

• ІСППО на оперативному та тактичному рівнях забезпечує як об'єктову («точкову»), так і зональну оборону підрозділів Сухопутних військ (СВ).

• Висока живучість системи досягається використанням переносних, колісних та гусеничних платформ, що дозволяє засобам ППО супроводжувати маневрені групи (танкові та моторизовані підрозділи) безпосередньо під час бою.

• Створюється щільна мережа ураження: від ПЗРК на рівні землі до висотних комплексів дальньої дії.

7. Організаційно-штатна структура підрозділів

• Бригадний рівень: Кожна моторизована або танкова бригада має у складі два батальйони: зенітний ракетно-артилерійський та зенітно-ракетний.

• Дивізійний рівень: Маневрові дивізії посилюються полками ППО, озброєними ЗРК «Тор», що забезпечують прикриття в наступальних та оборонних операціях.

• Армійський рівень: Для захисту від стратегічних загроз залучаються комплекси типу С-300, здатні перехоплювати крилаті ракети та високоточні боєприпаси.

8. Типове озброєння тактичних підрозділів

• Зенітний ракетно-артилерійський батальйон: включає батареї ЗРК «Стріла-10» (6 од.), ЗРГК «Тунгуска» (6 од.) та масове застосування ПЗРК «Ігла» (27 од.).

• Зенітно-ракетний батальйон: базується на використанні ЗРК «Тор» (12 одиниць на батальйон) та власних радіолокаційних взводів.

9. Еволюція засобів середньої дальності

• Для розширення радіуса захисту (до 30–70 км) та висоти ураження (до 14–35 км) використовуються комплекси сімейства «Бук» (9К37, 9К37М1-2). Ці засоби забезпечують перехідний етап між тактичною та оперативно-стратегічною обороною.

Козак Р. А., ліцеїст, Манич Є. О., ліцеїст
Науковий керівник – Черкас О. О.
Київський військовий ліцей імені Івана Богуна

ТРАНСФОРМАЦІЯ МЕДИЧНИХ СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ ЯК ЧИННИК ЕФЕКТИВНОСТІ ВЕДЕННЯ СУЧАСНОГО БОЮ

Сучасні збройні конфлікти характеризуються високою інтенсивністю бойових дій, значною кількістю санітарних втрат, застосуванням високоточної зброї, а також поширенням складних комбінованих уражень, зокрема мінно-вибухових травм. У таких умовах ефективність ведення бою визначається не лише рівнем озброєння чи тактичною підготовкою підрозділів, а й якістю організації медичного забезпечення, яке безпосередньо впливає на збереження життя особового складу, швидкість відновлення боєздатності та морально-психологічний стан військовослужбовців.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю комплексного аналізу трансформаційних процесів у Медичних силах Збройних Сил України (ЗСУ) у період російсько-української війни та визначення їхнього впливу на ефективність ведення сучасного бою. Особливого значення набуває вивчення досвіду функціонування військово-медичної системи в умовах бойових дій високої інтенсивності, що дозволяє оцінити рівень її адаптивності до сучасних викликів.

У ході дослідження встановлено, що після 2014 року система медичного забезпечення ЗСУ зазнала якісної трансформації, спричиненої необхідністю оперативного реагування на нові типи загроз. Одним із ключових напрямів реформування стало впровадження стандартів тактичної медицини (Tactical Combat Casualty Care – TCCC), які забезпечили уніфікацію алгоритмів надання допомоги на полі бою. Застосування цих стандартів дозволило суттєво знизити рівень летальності від крововтрати та інших критичних станів за рахунок своєчасного надання допомоги безпосередньо у зоні ураження.

Важливим компонентом трансформації стало формування багаторівневої системи медичного забезпечення, яка включає кілька послідовних етапів: надання домедичної допомоги на полі бою, стабілізацію стану пораненого, евакуацію до мобільних госпіталів та подальше лікування у спеціалізованих медичних закладах. Така система дозволяє забезпечити безперервність медичної допомоги та мінімізувати часові втрати, що є критичним чинником виживання в умовах бойових дій.

Суттєвим досягненням стало вдосконалення системи медичної евакуації, яка набула чіткої структурованості та гнучкості. Розгортання стабілізаційних пунктів, мобільних хірургічних груп, польових госпіталів та розвиток аеромедичної евакуації забезпечили значне скорочення часу транспортування поранених. Це дозволило підвищити ефективність надання допомоги та зменшити рівень ускладнень після травм.

Ключовим етапом інституційної трансформації стало створення у 2020 році Командування Медичних сил ЗСУ, що забезпечило централізацію управління всією системою військової медицини. Впровадження єдиного керівного органу дозволило підвищити ефективність координації між підрозділами, оптимізувати використання ресурсів, стандартизувати підготовку медичного персоналу та забезпечити стратегічне планування розвитку медичної служби.

Окрему роль у модернізації відіграє цифровізація медичного забезпечення. Впровадження електронних медичних карток, автоматизованих систем обліку та управління ресурсами дозволяє підвищити оперативність прийняття управлінських рішень, забезпечити ефективний моніторинг стану здоров’я особового складу та оптимізувати логістичні процеси. Цифрові технології стають важливим інструментом інтеграції медичних підрозділів у єдину інформаційну систему.

Важливим чинником підвищення ефективності Медичних сил є підготовка кадрів відповідно до сучасних стандартів. Підвищення кваліфікації медичного персоналу, розвиток системи тренувань у симуляційних центрах, а також використання міжнародного досвіду сприяють формуванню професійного кадрового потенціалу, здатного діяти в умовах високого навантаження та складної бойової обстановки.

Водночас дослідження виявило низку системних проблем, які стримують подальший розвиток Медичних сил. Серед них ключовими є дефіцит висококваліфікованого медичного персоналу, особливо у сфері військової хірургії, анестезіології та реабілітації; необхідність подальшого оновлення матеріально-технічної бази; складність організації медичної евакуації в умовах активних бойових дій; а також недостатній рівень розвитку системи психологічної підтримки військовослужбовців.

Окремої уваги потребує питання забезпечення безперервності медичної допомоги в умовах динамічного бою, коли логістичні ланцюги можуть бути

порушені. У таких умовах критично важливою є здатність медичних підрозділів до автономного функціонування, швидкого розгортання та адаптації до змін бойової обстановки.

Попри наявні проблеми, трансформація Медичних сил ЗСУ у 2014–2025 роках свідчить про формування сучасної, гнучкої та адаптивної системи медичного забезпечення. Поєднання організаційних реформ, впровадження міжнародних стандартів, розвитку медичної логістики, підготовки персоналу та цифровізації процесів створило основу для ефективного функціонування медичної служби в умовах сучасної війни.

Таким чином, Медичні сили ЗСУ є критичним елементом системи ведення сучасного бою, оскільки забезпечують не лише збереження життя військовослужбовців, а й підтримання бойового потенціалу підрозділів. Їхня діяльність безпосередньо впливає на стійкість війська, швидкість відновлення боєздатності та загальну ефективність виконання бойових завдань.

Подальший розвиток Медичних сил має бути спрямований на розширення кадрового потенціалу, впровадження інноваційних технологій, розвиток телемедицини, удосконалення системи медичної евакуації та поглиблення міжнародної співпраці. Реалізація цих напрямів дозволить підвищити ефективність медичного забезпечення та забезпечити відповідність системи вимогам сучасних і майбутніх воєнних конфліктів.

Костенко В. Я., ліцеїст, Чуняк М. О., ліцеїст
Науковий керівник – Черкас О. О.
Київський військовий ліцей імені Івана Богуна

ВІЙСЬКОВИЙ СЛЕНГ ЯК ІНСТРУМЕНТ ОПЕРАТИВНОЇ КОМУНІКАЦІЇ ТА ПСИХОЛОГІЧНОЇ АДАПТАЦІЇ В УМОВАХ СУЧАСНОГО БОЮ

Сучасні бойові дії характеризуються високою динамікою, невизначеністю та необхідністю прийняття рішень в умовах обмеженого часу. У таких умовах ефективність управління підрозділом безпосередньо залежить від швидкості, точності та зрозумілості комунікації між військовослужбовцями. Втрата навіть кількох секунд під час передачі команди або її неправильне трактування може

мати критичні наслідки. Одним із неформальних, але функціонально значущих інструментів такої комунікації є військовий сленг.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю осмислення військового сленгу як засобу когнітивної оптимізації передачі інформації та психологічної адаптації особового складу до умов бойових дій. Попри неофіційний характер, він широко використовується у повсякденній взаємодії військових і фактично виконує роль допоміжної комунікаційної системи, що функціонує паралельно з нормативною військовою термінологією.

У ході дослідження встановлено, що військовий сленг формується як результат бойового досвіду та практичної необхідності спрощення складної професійної лексики. Його використання дозволяє скоротити час передачі інформації, зменшити когнітивне навантаження та пришвидшити процес її сприйняття. Наприклад, замість повних назв застосовуються короткі, легко впізнавані форми: «Дашка» (ДШК), «Бетр» (БТР), «Беха» (БМП), «радєйка» (рація), «птичка» (БПЛА). У бойових умовах такі скорочення забезпечують миттєву ідентифікацію об’єкта та мінімізують ризик помилки.

Військовий сленг виконує низку взаємопов’язаних функцій. По-перше, комунікаційну – він підвищує швидкість і ефективність передачі команд, що особливо важливо в умовах динамічного бою. По-друге, ідентифікаційну – сприяє формуванню внутрішньої культури підрозділу та групової згуртованості (наприклад, «бобри» – інженерні підрозділи, «єноти» – десантники, «мішки» – танкісти). По-третє, психологічну – використання неформальної лексики дозволяє частково знижувати рівень стресу та емоційного напруження.

Жартівливі або умовно нейтральні назви озброєння і техніки («шайтан-труба», «муха», «мотолига», «таблетка») виконують функцію психологічного дистанціювання від небезпеки, що сприяє стабілізації психоемоційного стану військовослужбовців. У цьому контексті сленг виступає елементом неформального психологічного захисту в умовах постійної загрози.

Окремо варто виділити тактичну функцію військового сленгу. Використання умовних або скорочених назв у радіообміні дозволяє ускладнити інтерпретацію повідомлень сторонніми особами, що підвищує рівень безпеки комунікації. Крім того, такі мовні конструкції забезпечують швидкість передачі інформації в умовах обмеженого часу, що є критично важливим для прийняття оперативних рішень.

Важливим аспектом є також адаптивність військового сленгу: він постійно змінюється, доповнюється новими словами та виразами відповідно до

умов ведення бойових дій, появи нових видів озброєння та змін у тактиці. Це свідчить про його живий, динамічний характер і безпосередній зв'язок із практикою війни.

Водночас слід зазначити, що військовий сленг має обмеження у застосуванні. Його використання є доречним переважно у неформальному середовищі або під час бойової взаємодії, тоді як у офіційних документах, наказах і доповідях використовується стандартизована військова термінологія, що забезпечує однозначність і точність.

Таким чином, військовий сленг є не лише елементом професійної культури військовослужбовців, а й ефективним інструментом оперативної комунікації, психологічної адаптації та частково – тактичної взаємодії. Його використання сприяє скороченню часу передачі інформації, підвищенню згуртованості підрозділів та підтриманню психологічної стійкості особового складу.

Отже, в умовах сучасної війни військовий сленг доцільно розглядати як функціональний компонент системи управління підрозділом, який безпосередньо впливає на ефективність виконання бойових завдань, рівень виживаності особового складу та загальну бойову спроможність військ.

Кравченко Б. О., курсант
Науковий керівник – Площик А. С.
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

ТАКТИКА ТА ЛІДЕРСТВО ЯК ОСНОВА УСПІШНОГО ВИКОНАННЯ БОЙОВИХ ЗАВДАНЬ

В умовах сьогодення характер бойових дій суттєво змінився. Зростання ролі високоточної зброї, безпілотних систем, засобів радіоелектронної боротьби, інформаційного впливу та швидкої зміни оперативної обстановки вимагає від підрозділів нових підходів до організації та ведення бою. У таких умовах особливої актуальності набуває поєднання тактики та лідерства як двох взаємодоповнюючих складових успішного виконання бойових завдань.

Тактика визначає способи і прийоми застосування сил і засобів для досягнення поставленої мети. Вона забезпечує раціональне використання ресурсів,

правильне розташування підрозділів, організацію взаємодії та ефективне управління вогнем і маневром. Без чітко продуманої тактики підрозділ втрачає цілісність дій, знижується узгодженість між військовослужбовцями, що неминуче призводить до втрати боєздатності та підвищення ризиків невиконання завдання.

Водночас сама по собі тактика не гарантує успіху. Вона потребує практичної реалізації, яка залежить від особистості командира та його здатності вести за собою підлеглих. Саме тут ключову роль відіграє лідерство. Лідерство – це не лише формальне управління, а й уміння приймати відповідальні рішення, брати на себе ініціативу, підтримувати моральний дух особового складу та забезпечувати згуртованість колективу.

Об’єднання тактики з лідерством є сучасним підходом до організації бойової діяльності. Командир повинен не тільки володіти глибокими теоретичними знаннями щодо ведення бою, а й уміти донести задум до підлеглих, пояснити порядок дій, переконати у правильності прийнятого рішення. У реальних бойових умовах, коли час на обдумування обмежений, а ситуація змінюється щохвилини, саме поєднання професійної компетентності та лідерських якостей забезпечує ефективність управління.

За відсутності тактики дії підрозділу стають хаотичними, неузгодженими та малоефективними. Навіть високий рівень мотивації не компенсує відсутність чіткого плану, розподілу завдань і визначених напрямків маневру. З іншого боку, за відсутності лідерства навіть найбільш продуманий план може залишитися нереалізованим. У колективі виникає невпевненість, військовослужбовці не розуміють, як правильно діяти, до кого звернутися за порадою або підтримкою, що може призвести до дезорганізації та втрати контролю над ситуацією.

Сучасний бойовий досвід свідчить, що ініціативність молодших командирів, здатність діяти самостійно в межах загального задуму, швидко адаптуватися до змін обстановки є вирішальними факторами успіху. Такий підхід можливий лише за умови довіри між командиром і підлеглими, високого рівня підготовки та чітко сформованої системи управління. Лідер створює атмосферу, у якій кожен військовослужбовець розуміє свою роль і відповідальність.

Таким чином, тактика та лідерство не існують окремо одне від одного. Вони становлять єдину систему, в якій кожен елемент підсилює інший. Ефективна

тактика забезпечує структурованість і логіку дій, а лідерство – їх практичну реалізацію та внутрішню згуртованість підрозділу. У сучасних умовах виконання бойових завдань саме гармонійне поєднання цих складових визначає стійкість, організованість і результативність дій військового колективу.

Андрусевич Д. О., курсант
Науковий керівник – Шкатула О. П., канд. пед. наук, доц.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ТРАНСФОРМАЦІЯ СУЧАСНИХ УКРАЇНСЬКИХ ВІЙСЬКОВИХ ПІДРОЗДІЛІВ У ВІЙНІ ПРОТИ росії

З початком повномасштабного нашестя росії у лютому 2022 року українська армія почала швидко змінюватися. Війна стала каталізатором трансформації Збройних Сил України. Вона не тільки виявила застарілість наявних підходів до планування та ведення бойових дій, а й примусила Сили оборони швидко адаптуватися до нових реалій війни.

Трансформація мілітарних структур держави перш за все полягали у переході від громіздкої пострадянської моделі армії до технологічно оснащених, мобільних підрозділів. У 2025 році, майже 70% операцій на фронті реалізуються саме невеликими групами чисельністю до 10 осіб, координованими системою зв’язку Starlink. Використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА): Bayraktar TB2 та українських "Фурій" й "Лелек", є визначальним у розвідці, веденні артилерійського вогню та високоточних ударів бойовими дронами.

Розвиток автоматизації управління боєм, безпілотних систем і кібербезпеки створює майбутнє української армії. розпочатий Україною у 2024 році проєкт "Армія дронів", спрямований на масове виробництво БПЛА, вже дає свої результати – загальна кількість уражених ними окупантів лише за три зимові місяці 2025/26 років сягнула 89 000 осіб. У співпраці з НАТО Україна здійснює підготовку спеціалістів із кіберзахисту. Злам російських систем управління, отримання доступу до документації ВПК рф, викриття агентурної мережі через доступ до акаунтів окупантів, за 2025 рік нанесли ворогу збитків у сумі більш ніж 220 мільйонів доларів. Це переконливо свідчить: цифрова війна може бути такою ж руйнівною, як і війна фізична.

Система управління ЗСУ за роки війни стала децентралізованою: молодші командири отримали більше можливостей та самостійності для швидкого реагування на перебіг бойової обстановки. Саме стрімкість прийняття рішення мали для цього вирішальне значення. Яскравим прикладом оперативного управління є звільнення Харківської області та деокупація Херсону восени 2022 року, зрив наступальних дій окупантів на Донецькому напрямку та повернення втрачених позицій у березні 2026-го.

Українські воїни постійно вдосконалюють свої навички, освоюючи новітню техніку, свою, і ту, що надається союзниками. Більш ніж 100 тисяч армійців пройшли навчання за кордоном, та суттєво підвищили кваліфікацію. Водночас і західні партнери прагнуть переймати досвід українських бійців, оскільки характер сучасної війни змінився. Чого тільки вартий приклад на навчаннях НАТО Hedgehog 2025 в Естоні, де упродовж лише одного дня українська команда використовуючи систему ситуаційної обізнаності Delta та дрони «знищила» два батальйони НАТО.

Українці військові воюють за свою землю, за близьких і рідних, це зумовлює їхню високу мотивацію. Захист родини та України 87% бійців називають головною причиною боротьби. Та затяжна війна тягне за собою емоційне й психологічне виснаження. У 2023 році Міноборони України збільшило штат військових психологів та створило систему психологічної підтримки воїнів. Більш зрозумілим став принцип ротації – бійці мають проводити на передовій не більше 60 діб поспіль.

Війна поширилася й у медіапростір. Соцмережі активно використовуються ЗСУ для поширення бойового відео та історій героїв, з метою деморалізації ворога та підтримки духу українців. Одночасно наявний російський дезінформаційний вплив є викликом, з яким Україна продовжує боротися, зокрема, за сприяння Центру протидії дезінформації при РНБО та підтриманням кібергігієни кожним військовослужбовцем.

З початку війни українці активно підтримували армію: за перші місяці понад 20 млрд. грн. зібрано через волонтерські фонди. І хоч дослідники відзначають тенденцію зменшення дрібних зборів, найбільші благодійні фонди: «United24», «Повернись живим», «Фонд Сергія Притули» зібрали у 2025 році 105,87 млрд. грн – рекордну суму, яка на 37% перевищила їхні збори за попередні три роки разом узяті.

Технології, гнучкість у бою та інформаційні операції за чотири роки війни перетворили ЗСУ на одну з передових та боєздатних армій світу та дозволяють

ефективно протистояти ворогу. Однак, слід пам'ятати про його злість, підступність і мстивість та бути готовими до нових викликів.

Chernyshov Ye. V., cadet
Scientific supervisor – Pchelnikov S. I., Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

DESIGN FEATURES OF THE THRUST CONTROL SYSTEM OF MAIN ROTOR SYSTEMS OF THE ARMED FORCES OF UKRAINE HELICOPTERS AND THE UH-60 BLACK HAWK: DEVELOPMENT PROSPECTS

The confrontation of engineering approaches in aircraft design has revealed several key differences. The structural features of the Mi-8 and UH-60 helicopters represent two fundamentally opposite design philosophies. The Mi-8, still in service with the Armed Forces of Ukraine despite its somewhat outdated systems, emphasizes simplicity, robustness, and field maintainability. In contrast, the Western approach, exemplified by the UH-60, focuses on lightweight materials, reduced mass, and condition-based maintenance.

The Mi-8 rotor hub is based on a five-blade configuration with a three-hinge system. Its operation requires regular lubrication, which increases pre-flight preparation time and makes the hub vulnerable to abrasive environments such as sand. The UH-60 introduces significant innovations: a four-blade rotor with a titanium hub that is both lightweight and corrosion-resistant. Its main technical advantage lies in the use of elastomeric bearings instead of metallic hinges. This technology relies on elastic deformation of rubber layers, requires minimal maintenance, and is resistant to sand and dust.

The number of blades directly influences flight comfort. The Mi-8's five blades distribute loads more evenly, resulting in smoother flight with reduced vibrations. By contrast, the UH-60's four blades generate a harsher vibration spectrum, which is mitigated by a bifilar vibration absorber installed above the rotor hub.

The UH-60's modular design allows rapid replacement of entire components (such as linkages and dampers), simplifying maintenance when supported by strong logistics. However, the Mi-8 retains an advantage in environments with limited

technical infrastructure—remote regions or underdeveloped countries – since it can be repaired under the simplest conditions.

Conclusion. Further research is required to explore modernization pathways or the development of new structural solutions. No universal system can be defined, as each design element has both advantages and drawbacks. The technological sophistication of the UH-60 manifests in superior aerodynamic performance and minimal maintenance requirements. Nevertheless, for demanding missions in austere conditions with restricted technical support, the Mi-8's rotor system remains more practical.

Чижма Н. О., курсант
Науковий керівник – Іванченко М. О.
Національна академія сухопутних військ
імені гетьмана Петра Сагайдачного

ТАКТИКА ТА ЛІДЕРСТВО: ВИКЛИКИ СУЧАСНОГО БОЮ

У сучасних збройних конфліктах бойові дії стають дедалі складнішими: зростає інтенсивність вогневого ураження, активно застосовуються інформаційні технології та безпілотні системи. Ці зміни докорінно змінюють способи організації й ведення бою, а також встановлюють нові вимоги до тактичної підготовки військових і лідерських якостей командирів. У нинішніх умовах результативність виконання бойових завдань значною мірою визначається тим, наскільки швидко командир здатен оцінити ситуацію, ухвалити обґрунтоване рішення та забезпечити ефективну взаємодію всіх частин підрозділу.

Сучасна бойова тактика базується на ефективному застосуванні сил та ресурсів, активному маневруванні, зосередженні вогню на ключових напрямках і постійному контролі над ініціативою. Важливо організувати систему ведення вогню так, щоб забезпечити результативне ураження ворога і створити сприятливі умови для руху підрозділу. У малих тактичних групах особливої уваги потребує використання штатного озброєння: це дозволяє досягти необхідної щільності стрільби та отримати перевагу над противником у конкретних бойових ситуаціях.

Ручний кулемет M249 light machine gun є основним засобом вогневої підтримки у складі піхотного відділення. Він забезпечує інтенсивний

автоматичний вогонь, дозволяє ефективно придушувати сили противника та прикривати маневр підрозділу. Використання цього кулемета сприяє створенню стійкої системи вогню та гарантує постійну підтримку особового складу під час наступальних і оборонних операцій. Висока скорострільність, мобільність і далекобійність визначають вагоме значення даного озброєння для бойових можливостей відділення.

Ефективне застосування кулемета залежить від його інтеграції в систему вогню підрозділу. Командир повинен вибирати позиції з урахуванням місцевості, напрямків ворога та потреби у взаємному прикритті. Взаємодія та підтримка підвищують стійкість і ефективність підрозділу.

Лідерство командира є ключовим фактором успішної роботи підрозділу. В наукових та військових працях лідерство визначають як сукупність професійних, психологічних і моральних рис, що дозволяють керівнику впливати на підлеглих для досягнення цілей. У бойових ситуаціях роль лідерства ще більше посилюється, адже командир змушений приймати рішення швидко, в умовах невизначеності та високого ризику.

Командир підрозділу повинен ефективно керувати боєм і підтримувати моральний стан особового складу. У складній обстановці важливо зберігати впевненість, дисципліну та згуртованість, а також демонструвати особистий приклад для мотивації підлеглих.

Командир має бути адаптивним і швидко приймати рішення, адже бойові умови змінюються раптово. Це підкреслює важливість професійної підготовки, тактичного мислення та ефективної організації взаємодії підрозділів.

Підвищення ефективності підрозділів залежить від системної підготовки особового складу. Тактичні заняття та тренування розвивають практичні навички, ініціативу та здатність діяти у невизначених умовах. Важливим є координація дій між військовослужбовцями для успішного застосування озброєння та виконання бойових завдань.

Сучасний бій вимагає від підрозділів високої тактичної майстерності, грамотного застосування зброї (наприклад, M249 light machine gun) та лідерських навичок командирів для успішного виконання завдань. Подальші дослідження мають вдосконалити підготовку військових, лідерські компетенції та управління в бойових умовах.

Удоденко А. О., курсант
Науковий керівник – Староконь Є. Г., канд. психол. наук, доц.
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

ЛІДЕРСТВО У ПРОЦЕСІ КОМАНДУВАННЯ

Особа командира – це людина, що вирішує що робити, як робити, кому робити і несе за це повну відповідальність. Для цього командир виконує командно-організаторську функцію, функцію управління боєм або бойовою роботою, навчання та виховання підлеглих, експлуатаційну функцію.

Лідерство у цих процесах відіграє важливу роль через завдання організувати підлеглих та спрямувати їх на досягнення спільної мети. Командир виступає тут не просто посадовою особою, яка віддає накази, а людиною, що формує атмосферу відповідальності, взаємоповаги та організованості.

Найбільш складним є процес командування через те, що він передбачає невмотивованість вимог, статусне домінування, деяку емоційну відгородженість. Командування - це процес впливу на підлеглих через вищість у посаді чи військовому званні. Демонструвати свою владу так, щоб не викликати у підлеглих негативних емоцій – справжнє мистецтво для командира і серйозний виклик для військового лідера.

У процесі управління підрозділом між командиром і підлеглими формуються певні управлінські відносини, які часто характеризуються як суб'єкт-об'єктні. У такій системі командир виступає суб'єктом управління, який визначає напрям діяльності, формулює завдання та контролює їх виконання. Підлеглі, у свою чергу, виступають об'єктом управлінського впливу, виконуючи поставлені перед ними завдання.

Однак сучасне розуміння лідерства передбачає, що навіть у межах таких відносин важливо зберігати елементи взаємодії та співпраці. Ефективний командир повинен не лише віддавати накази, але й розуміти потреби колективу, враховувати професійні можливості підлеглих і створювати умови для їхнього розвитку. Такий підхід дозволяє підвищити відповідальність членів команди та формує їх більш свідоме ставлення до виконання поставлених завдань.

У ситуаціях, пов’язаних із підвищеним рівнем небезпеки або необхідністю діяти швидко і без зволікань, особливої ваги набуває авторитарний стиль лідерства. Такий підхід передбачає чітку систему підпорядкування, де рішення приймаються командиром і підлягають негайному виконанню. Подібний стиль управління є характерним для умов, коли обмежений час не дозволяє проводити тривалі обговорення або узгодження дій.

На полі бою або в інших критичних ситуаціях від швидкості прийняття рішення залежить не лише успіх операції, але й безпека людей. Саме тому командир повинен діяти рішуче, брати на себе повну відповідальність та забезпечувати чітку координацію дій підлеглих. Водночас ефективність авторитарного стилю значною мірою визначається особистим авторитетом лідера. Якщо підлеглі довіряють командиру та впевнені в його професіоналізмі, виконання наказів відбувається швидко і без зайвих сумнівів.

Його авторитет ґрунтується на професійних знаннях, досвіді, особистій дисциплінованості та здатності діяти впевнено навіть у складних умовах. Завдяки таким якостям лідер здатний спрямовувати діяльність підлеглих і створювати умови для ефективної взаємодії в колективі.

Прояви лідерства у процесі командування можна спостерігати у щоденній діяльності керівника підрозділу. Насамперед це здатність брати на себе відповідальність за прийняті рішення та результати їх виконання. Командир повинен демонструвати впевненість у власних діях, адже саме його поведінка часто визначає настрій і впевненість підлеглих. Якщо керівник діє рішуче та послідовно, це сприяє формуванню довіри і дисципліни в колективі.

Важливим проявом лідерства є також уміння організувати роботу команди. Це включає чітке формулювання завдань, розподіл обов'язків між членами колективу та контроль за виконанням поставлених цілей. Командир повинен володіти розвиненими комунікативними навичками, адже ефективна взаємодія з підлеглими допомагає уникати непорозумінь та сприяє більш продуктивній роботі. Не менш важливою є здатність підтримувати моральний стан колективу, заохочувати ініціативу та формувати атмосферу взаємної підтримки.

Лідерство у процесі командування є складним багатогранним явищем, що поєднує організаційні, психологічні та управлінські аспекти. Успішний лідер повинен поєднувати різні стилі керівництва залежно від ситуації, демонструючи впевненість, професіоналізм і відповідальність.

Krychka A. M., cadet
Scientific supervisor – Makovskyi I. Yu.
Korolov Zhytomyr Military Institute

IMPROVEMENT OF METHODS FOR DETECTING RECONNAISSANCE UNMANNED AERIAL VEHICLES

The increasing intensity of the use of reconnaissance unmanned aerial vehicles (UAVs) with a small radar cross-section (RCS) and low energy signature necessitates improving the sensitivity and interference immunity of their detection systems. The signal registered by the receiving system can be represented as

$$x(t) = s(t) + n(t) + i(t),$$

where s(t) – is the useful signal (reflected or emitted by the UAV), n(t) – is additive noise, i(t) represents interference. The main objective in this context is to maximize the signal-to-noise ratio and ensure the required probability of detection P_d under a limited probability of false alarm P_{fa}.

The principles of radar detection are based on the analysis of the reflected signal and the use of a matched filter or a complex-conjugated and time-inverted replica of the signal to be detected, which maximizes the signal-to-noise ratio at the output. For small UAVs, the use of coherent integration and moving target indication (MTI) processing is advisable, as well as spectral analysis of micro-Doppler signatures caused by propeller rotation.

In radio-frequency monitoring, cyclostationary analysis methods are effective because control channel signals possess cyclic correlation functions, which makes it possible to separate them from stationary noise. To reduce the influence of interference, adaptive algorithms such as LMS/RLS and space–time adaptive processing (STAP) are used.

A promising direction for improving the efficiency of reconnaissance UAV detection is multisensor integration using data fusion algorithms (Kalman/Extended Kalman Filter, Bayesian fusion). UAV coordinates can be estimated using TDOA (determining the source location based on the difference in signal arrival times at several receivers) and AoA (determining the direction of the signal source relative to the receiving antenna) with subsequent solving of hyperbolic localization equations.

To improve classification reliability, machine learning methods can be applied: convolutional neural networks for spectrogram analysis (STFT), recurrent models for time sequences of IQ data, and RF fingerprinting based on transmitter nonlinearity features. Evaluation metrics include ROC curves, AUC, and the root mean square localization error.

Thus, improving methods for detecting reconnaissance UAVs requires the integrated application of matched filtering, adaptive digital signal processing, space–time selection, and intelligent data analysis. The implementation of these approaches ensures an increase in P_d, a decrease in P_{fa} and improved coordinate estimation accuracy under complex radio-electronic conditions.

ЗМІСТ

Вітальне слово начальника Житомирського військового інституту імені С. П. Корольова доктора історичних наук, професора **Слюсаренка Андрія Віталійовича** 3

ПАНЕЛЬ 1. Інформаційні технології на полі бою 4

Мартинюк О. С., Гарбузюк С. О., Бібік А. В. Інформаційні технології на полі бою: прискорення циклу «виявлення – рішення – дія» та боротьба за перевагу в даних 4

Стойко О. Ю., Калита О. І. Інформаційні технології на полі бою 6

Гарбузюк О. С., Бібік А. В. Інформаційні технології на полі бою: вплив на ситуаційну обізнаність та прийняття рішень 8

Гриців М. С., Калита О. І. Штучний інтелект на війні: чому український досвід виходить за межі оборони і змінює модель цифрової держави 9

Maksymets B. S., Shaparenko K. M., Ochkurenko O. V. Creation of a Network of Unmanned Radar Stations of Small and Extremely Small Heights 12

Horbachevskyi S. I., Serdiuk O. V. Application of Digital Learning Tools for Training Personnel of Radio Engineering Units in the Conditions of russia`s War Against Ukraine 14

Isau M. P., Serdiuk O. V. Proposals for the Use of Modern Training Tools in the Training of Personnel of Radio Engineering Units in the Conditions of russia's War Against Ukraine 15

Рага О. О., Андрущенко І. С. Інформаційні технології радіомоніторингу та перехоплення GSM-каналів комплексом радіоелектронної боротьби «Леєр-3» на базі безпілотного літального апарата «Орлан-10» рф 16

Zolotaryova V. O., Krasnoshapka I. V. Improving the Characteristics of the Automatic Frequency Control System in the Receiver Path of a Decimeter-Band Radar 18

Яровий Я. О., Калита О. І. Вплив малих безпілотних літальних апаратів на тактику ведення бою в умовах урбанізованої місцевості 19

Samarets O. O., Serdiuk O. V. Enhancing the Survivability of Radio Technical Troops Units Against Optical-Electronic and Radar Reconnaissance Based on the Experience of the russian-Ukrainian War 20

Tkalych A. S., Raikov R. Yu. Measures to Enhance the Survivability of Radio-Electronic Equipment in Combat Environments 21

Кривонос П. О., Андрущенко І. С. Інформаційні технології та технічні аспекти радіоелектронної розвідки з використанням мобільного комплексу «Пластун-РП3000» 22

Kolodka I. S., Raikov R. Yu. Development of Proposals to Increase the Reliability of the Control System for Units of Radio Engineering Troops (Separate Radar Platoon, Consolidated Unit) 24

Pukhliak M. V., Hurin O. O. Development of Proposals for Increasing the Accuracy of Altitude Determination of «Shahed-136/131» UAVs by Suppressing Passive Interference in Centimeter-Range Radar Stations 25

Baizan V. I., Matiukh B. Y., Hladyshev M. G. Proposals for Automating the Collection and Analysis of Network Equipment Performance Metrics Using SNMP and Netflow Protocols Under Conditions of Destructive Impacts 27

Vovnenko N. Ya., Malyshev O. A. Use of the «Virazh-RD» System for Creating a Simulated Air Situation in Analog Surveillance Radar 29

Шевлякова Є. С., Атаманський Д. В. Комбіновані системи виявлення цілей та пеленгації джерел завад у радіолокаційних станціях із фазованою антенною решіткою 30

Lyamtseva A. O., Tkachuk O. P., Kovalchuk A. O. Modeling the Dynamics of Modern Air Objects in the Problems of Synthesis of Algorithms for the Operation of Radio Tracking Systems 31

Pomazan A. Y., Zots F. F. Development of Proposals for Improving Broadband Signal Processing Algorithms for Detecting Small-Sized Air Targets 32

Стрілець А. О., Хоптинський Р. П. Перспективи впровадження 5G: від технологічного прориву до стратегічної безпеки 34

Дзюбак В. Ю., Хоптинський Р. П. Застосування методів штучного інтелекту для оптимізації відеопотоків у системах охорони державного кордону 36

Tereshchuk P. K., Prokopenko Ye. V. Cognitive Mesh Networks and Ai-Driven Routing: Securing Tactical Communications in the Era of Electronic Warfare 38

Dudko O. O., Obrezkov S. V. Proposals on the Application of Software for Anti-Air Combat Wargame and Evaluation of its Results in Anti-Air Missile Complex with Open Architecture Iris-T SLM 40

Slusarenko M. V., Kolesnik O. M. Methodology for Evaluating the Performance of Radio-Technical Units Using the Information and Communication System «Virazh-Tablet» 41

Струкевич Д. І., Городиський Р. О. Застосування супутникових систем типу Starlink у забезпеченні зв'язку під час кризових ситуацій 42

Derevianko O. V., Shapovalov O. V. Multisensor Integration of Battlefield Air Traffic Data Using the Asterix Protocol to Provide Interoperability of Ground-Based Air Defense Command and Control Centers 44

Бабенко А. А., Бондаренко А. П. Використання штучного інтелекту для 3D – моделювання ведення бойових дій 45

Mukha V. V., Maslov O. A. The Role of Cyberspace in Organizing Defense and Resistance 47

Константінова О. В., Гармаш Н. В. Застосування кібербезпеки в сучасних військових операціях 48

Vovnenko D. V., Yakimechko I. P., Kovalevskyi S. M. Development of Proposals for Improving the Command and Control System of a Radar Company, Taking into Account the Experience of the russian-Ukrainian War 50

Дорошенко М. О., Калита О. В. Підвищення ефективності радіолокаційного розпізнавання цілей шляхом аналізу інваріантних характеристик форми дальнісних портретів 51

Гусельникова О. В., О. В. Калита. Розрахунок ефективності тракту передачі радіолокаційної станції та оцінка втрат потужності зондувального сигналу під час використання фар з оптичним збудженням 52

Шевчук Р. В., Площик А. С. Застосування методів цифрового шифрування та завадостійкого кодування для захищеного радіозв'язку в умовах бойових дій 53

Білявець Ю. С., Шевчук В. М. Інформаційні технології як чинник підвищення бойової стійкості та ситуаційної обізнаності прикордонних підрозділів 55

Вишневський І. О., Плісов М. І. Перспективи розвитку інформаційних технологій у підрозділах тактичної ланки управління 56

Зелінська А. В., Хоптинський Р. П. Підвищення живучості польових систем зв'язку на основі Mesh-архітектури з динамічною маршрутизацією 58

Фільченко С. В., Дзяворук А. Д. Роль інформаційних технологій у сучасних бойових діях 61

Монах Н. С., Наздравецький С. В. Інформаційні технології на полі бою 62

Ширкунов О. Д., Каштелян С. О. Використання штучного інтелекту у військових технологіях 64

Шеремет О. С., Опря М. М., Ейдельштейн Г. Б. Інформаційні технології на полі бою 66

Подоляко Я. В., Кмін А. О. Роль та вплив інформаційних технологій на сучасному полі бою 68

Orlov I. O., Denysenko S. V. Study of the Effectiveness of Moving Target Tracking Systems to Identify Ways to Improve the Detection of Low-Altitude Air Targets 70

Khavrun D. I., Morhun Ye. V. Development of Proposals to Improve the Efficiency of Technical Maintenance Procedures for the IRIS-T SLM Launcher 71

Makota M. A., Morhun Ye. V. Analysis of the Technical Maintenance Process of the IRIS-T SLS Launch System, Taking into Account the Specifics of Combat Operations 71

Yavdoschuk D. Ye., Morhun Ye. V. Development of a Network Model for Technical Maintenance IRIS-T SLM Launch System 72

Dodurych O. B., Kulabukhov O. M. Application of Neural Network Technologies for Diagnosing the Technical Condition of Automation System Complexes 73

Черненко В. В., Висоцький О. В. Сучасні інформаційні системи в забезпеченні бойових дій 74

Ткачук Н. В., Радушинський О. П. Комплексний підхід до розвідки на полі бою через інтеграцію OSINT-аналітики з радіоелектронними та технічними засобами виявлення 76

Taran O. O., Hordiienko R. O. Analysis of Signal-to-Noise Ratio Influence on the Group Target Separation Effectiveness in Radar Systems Using the Minimum Description Length Principle 77

Homut S. V., Hordiienko R. O. Analysis of the Minimum Description Length Principle Application for Group Target Separation in the TRML–4D Radar 78

Synytskyi R. O., Bidun A. K. Development of a Communication Channel Model Between the Fire Distribution Center and the Launcher Nasams Surface-To-Air Missile System 79

Onipko Y. A., Bidun A. K. Development of a Control System Model of the Launcher for a Nasams Surface-to-Air Missile System 80

Sylenko S. Ye., Bidun A. K. Development of a Weapon Allocation Model for the Fire Distribution Center of the Nasams Surface-to-Air Missile System 81

Sych A. O., Stasev Y. V. Improving the Analytical Capabilities of Defence Management Systems Through the Implementation of Data Warehouses 82

Жиговець К. О., Бабарика А. О. Організація мобільних пунктів зв'язку на базі легкоброньованої техніки в умовах радіоелектронної боротьби 84

Лупина К. О., Катеринчук І. С. Аналіз можливостей використання мобільного забезпечення в системах управління та зв’язку 85

Дробницький Р. Р., Бабарика А. О. Шляхи підвищення енергоефективності малопотужних радіостанцій для довготривалих автономних місій 88
Адаменко М. О., Бабарика А. О. Оцінювання якості передачі сигналу в системах радіозв'язку за багатопроменевого поширення 90
Чуйков О. С., Рачок Р. В. Застосування SDR-технологій у розробці мобільних комплексів радіоелектронної розвідки 92
Заремба Т. Д., Рачок Р. В. Перспективи та виклики впровадження когнітивного радіо в архітектуру мереж 5G та 6G 93
Носик А. Ю., Софіян Д. В. Тактика дій кінологічних підрозділів в умовах загрози FPV-дронів та проблеми застосування мінно-розшукових собак у сучасному збройному конфлікті 95
Бабінов Я. Д., Ахтирцева В. С. Розробка спрямованої антени для підвищення ефективності FM-радіомовлення комплексу RIAB у підрозділах психологічних операцій 97
Борисенко Я. В., Канкін І. О. Спосіб припинення поширення деструктивного контенту в інформаційному просторі на основі теорії графів 99
Manzhura V. V., Doska O. M. Model of Target Allocation for Tactical Operations Center of the Iris-T SLM Ground-Based Air Defence System 101
Зінчук М. С., Єгоров В. О. Застосування методів штучного інтелекту в задачах аналізу сигналів у радіорозвідці 102
Волковський Є. П., Котенко В. М. Аналіз технічних рішень для розроблення внутрішньовузлової мережі зв'язку на основі топології VPN 104
Мазур А. І., Стрельбіцький М. А. Перспективи використання технологій Internet of Things в умовах бойових дій 106
Петриченко С. О., Прокопович В. Д. Методика автоматизації процесу розроблення програми радіозв'язку з кореспондентом 107
Глоба І. А., Самчишин О. В. Програмний модуль ідентифікації радіотехнічних засобів на основі аналізу багатоспектральних знімків 109
Ісаков А. П., Мацієвський О. В., Коваль Д. В. Застосування методів штучного інтелекту для автоматизованого дубляжу відеоконтенту 110
Рябухін М. М., Коваль М. В. Використання мережі Wi-Fi для організації командної радіолінії макета безпілотних наземних комплексів із BEV-навігацією 112
Яковлев А. Р., Радушинський О. П. Системи ситуаційної обізнаності як фундамент ефективного управління підрозділами 114
Майданюк В. О., Бовсуновський В. Ю. Аналіз методів розрахунку зони охоплення радіосигналом системи радіозв'язку ультракороткохвильового діапазону в складнодоступних районах 116

Новарчук М. В., Кудряшов Ю. О. Методика визначення ефективного режиму роботи для багатофункціональних радіостанцій з урахуванням особливостей використання та вимог, що висуваються 117

Bihuniak V. M., Hordiienko R. O. Analysis of the Minimum Description Length Principle Application for Group Target Separation in the AN/MPQ-64F1 Radar 119

Кондратюк В. О., Самонюк О. В. Методика формування діаграми спрямованості цифровою антенною решіткою декаметрового діапазону 120

Гашинський В. В., Самборський І. І. Управління функціональною стійкістю цифрових систем в умовах інтенсифікації кіберзагроз 122

Хомелко С. О., Музичак А. З. Перехід на модульну архітектуру електрообладнання зразків бронетехніки 123

Гайдей О. С., Кудряшов Ю. О. Актуальність поєднання різних підходів до побудови системи зв'язку на базі радіостанцій транкінгового зв'язку 125

Колодяжний О. С., Скиба І. П. ЗМІ як інструмент інформаційної війни рф 126

Каширін М. А., Райковський О. І. Перспективи та виклики впровадження сучасних інформаційних технологій на полі бою 128

Кондратюк Д. А., Сінько В. В. Забезпечення стійкості військових мереж зв'язку до кібератак та фізичних пошкоджень на основі технології SDN 130

Гавенко В. С., Сінько В. В. Виявлення DDOS-атак на мережу управління військами як елемент інформаційного протиборства в сучасному збройному конфлікті 131

Гаврилишин М. С. Майданюк В. А. Месенджери як зброя: інформаційні технології в сучасному бою 133

Dubovskyi Y. V., Vasylyshyn V. I. Analysis of Ways of Improvement of the Stability of Mimo Communication Systems under the Influence of Electronic Warfare Equipment 134

Дідикало П. С., Дідківський А. П., Райковський О. В. Використання штучного інтелекту в аналітиці як складова інформаційних технологій на полі бою 135

Рубан В. В., Трутнєв С. Г. Способи використання систем імітаційного моделювання в процесі вироблення рішення на застосування органу розвідки 136

Лабань А. А., Райковський О. В. Інформаційні технології на полі бою 138

Спіцин Я. А., Крислата Б. В., Гринюк Ю. В. Аналіз показників для оцінювання ефективності засобів інфразвукового моніторингу головного центру спеціального конролю 140

Міхайлов І. Л., Крамарева В. М., Гринюк Ю. В. Аналіз можливостей ідентифікації засобів ураження рф 141

Михайлова А. М., Швець М. Р., Гринюк Ю. В. Методика розпізнавання інфразвукових джерел штучного походження 142
Бособрод М. О., Стороженко О. Є., Андрощук Р. А. Застосування сейсмічних розвідувально-сигналізаційних систем для охорони периметра військових об'єктів 143
Варшавський П. В., Стахнюк А. О., Радушинський О. П. Супутникові технології передачі даних як фундамент управління в сучасній війні 144
Стецюк М. О., Райковський О. В. Використання штучного інтелекту для синтезу голосу в аудіопродукції 146
Гайдашук В. Д., Магдун М. В. Роль OSINT у проведенні психологічних операцій: виклики сьогодення 149
Мельниченко О. Ю., Миклуха В. А. Алгоритм автоматизованої кореєстрації оптичних та радіолокаційних космічних знімків 151
Білоус М. С., Соболенко С. О. Проблемні питання формування каналів зв'язку в підрозділах SHORAD 152
Жолобов Д. О., Райковський О. В. Зброя масового переконання: вплив інформаційних операцій на хід сучасного бою 154
Поліщук І. О., Заєць Ю. О. Структура типового підрозділу SHORAD 155
Vasin M. V., Ikonnikov S. M., Borisov V. V. Analysis of the Functioning of the Maintenance Control System of the Patriot Anti-Aircraft Missile System 156
Ковальський О. В., Райковський О. В. Застосування алгоритмів NLP для моніторингу та аналізу інформаційного середовища в районі бойових дій 158
Коваль К. О., Кузнєцов О. Л. Підвищення стійкості радіорелейного зв'язку за рахунок адаптивної просторової обробки сигналів 159
Бойко Р. С., Дацько Д. В., Авсієвич Р. О. Поняття електромагнітного спектра та його роль у війні 160
Власенко І. О., Полютова А. О., Брановицький В. В. Кібербезпека на полі бою: захист інформації у військових операціях 162
Вакуленко Р. А., Райковський О. В. Штучний інтелект в аналітиці та прийнятті рішень 163
Денщик В. В., Шведа О. Р., Райковський О. В. Використання штучного інтелекту для аналізу бойової обстановки 165
Токарчук В. Ю., Санкін Д. О., Тимчук С. В. Особливості використання технології віртуальних приватних мереж для віддаленого керування постами радіоелектронної розвідки 166

Антонюк М. В., Шмуйло О. П. Методика оброблення даних дистанційного зондування Землі із використанням бібліотек Direct Readout Laboratory 168

Константінов С. М., Мірошніченко С. І. Аналіз файлів зображення для захисту об'єктів 170

Кужель І. М., Райковський О. В. Організація та забезпечення кібербезпеки військових інформаційних систем у сучасних бойових діях 172

Ісаков О. О., Пуздрач М. С., Брановицький В. В. Інформаційний вплив як інструмент на полі бою 173

Слоневський М. Р., Каменчук А. В. Відображення даних радіоелектронної розвідки в програмному забезпеченні DELTA засобами сучасних ГІС-технологій 174

Ковалюк Б. П., Куз С. М. Ведення геопросторової розвідки (Geoint) за допомогою інформаційних систем для досягнення максимальної ефективності 176

Герасимчук О. П., Скиба І. П. Наративи як елемент впливу 177

Нікольчак О. О., Беспалко І. А. Інформаційно-довідкова система моніторингу інформації з відкритих джерел про світову космічну діяльність 178

Копач В. - І. І., Нагорний М. С. Матричні методи в системах підтримки прийняття рішень як інструмент інформаційних технологій на полі бою 180

Корчук М. А., Гродзь Н. М. Математика сучасних технологій у процесі ведення бойових дій 182

Тиндик Ю. В., Мовчан В. В. Аналіз застосування наземних роботизованих комплексів для вогневого ураження. Шляхи вирішення технічних проблем їх експлуатації 184

Петрович А. І., Поліщук В. В. Інформаційні технології в сучасній війні: швидкість, точність, безпека 185

Обушний В. В., Єгоров В. О. Штучний інтелект у приймачах радіоелектронної розвідки: боротьба з перешкодами 187

Омельченко В. В., Кучерявенко В. В., Опанюк Ю. В. Автоматизація акустичних засобів психологічного впливу 189

Lavrentieva S. A., Rybitskyi I. V. Methods and Means Analysis for Temperature Conditions Measurement in Artillery Ammunition Manufacturing Process 190

Савчук К. В., Ящук О. О., Тимчук С. В. Порівняльний аналіз геоінформаційних систем для забезпечення роботи маневреного підрозділу радіоелектроної розвідки 191

Швець П. М., Хлоп'ячий В. А. Удосконалення алгоритму автоматичного запуску турбореактивного двигуна Р-95Ш з урахуванням параметрів розгону ротора та теплового стану 193

Корчевський О. П., Стрельбіцький М. А. Застосування технології Lorawan для моніторингу місцезнаходження персоналу в умовах дії засобів радіоелектронної боротьби 196

Шапірко К. В., Осадча Т. Д., Сікан Ю. В. Програмне забезпечення системи управління базою даних для постів оброблення добувних підрозділів радіоелектронної розвідки 197

Шкурат С. О., Гузик Н. М. Моделювання конфліктних ситуацій із використанням апарату матричних ігор та сучасних інформаційних технологій 199

Гамузинський В. О., Литвиненко Н. І. Підходи до оновлення топографічніх карт на основі комбінованих джерел 201

Чуб О. В., Гармаш Н. В. Використання технологій «Інфраструктура як код» IAC для швидкого відновлення інформаційних систем після кіберінцидентів 203

Чуб О. В., Гармаш Н. В. Віртуалізація робочих місць (VDI) як стратегія забезпечення безперервності управління в умовах масованих кібератак та фізичного знищення інфраструктури 205

Мурга М. Є., Клименко Т. О., Романчев А. М. Роль цифрових систем у забезпеченні процесів управління військами 206

Федчук Л. В., Семенюк В. В., Шпак С. В. Актуальність штучного інтелекту в діагностиці озброєння та військової техніки, безпілотних систем 208

Гнатюк В. О., Котенко В. М. Аналіз частотно-часової структури радіосигналів перспективних завадозахищених та скритих систем зв'язку 209

Снопко В. О., Скиба І. П. Використання штучного інтелекту для аналізу розвідданих 211

Ткаченко Д. М., Литвиненко Н. І. Використання методів глибинного навчання для автоматизації аналізу даних дистанційного зондування Землі 212

Михальчук Д. С., Єгоров В. О. Інформаційні можливості комплексу радіомоніторингу та аналізу сигналів «Хортиця-М» у сучасних умовах бойових дій 214

ПАНЕЛЬ 2. Роль безпілотних технологій у сучасній війні 216

Мусіяк О. О., Сороківська – Обіход А. І. Роль українських безпілотників у війні в Сирії 216

Мартинюк О. С., Бібік А. В. Роль безпілотних технологій у трансформації сучасної війни: розвідка, ураження та стійкість бойових систем 218

Крисюк М. Ю., Бедрій Н. А. Рекомендації щодо транспортування вантажів за допомогою ударних безпілотних авіаційних комплексів у темну пору доби 220

Мартинюк О. С., Бібік А. В. Роль безпілотних технологій у сучасній війні 221

Сторчак Д. Є., Полоз О. А. Рекомендації щодо захисту артилерійських підрозділів від безпілотних літальних апаратів типу «Ланцет» 223

Зуєв Т. Є., Токар А. М. Розвідзахищеність систем ідентифікації безпілотних літальних апаратів 225

Демидюк М. О., Салій Д. В. Аналіз розвитку штучного інтелекту в ударних безпілотних літальних апаратах 226

Северенчук М. О., Бартошенко Б. О., Дмитрук В. В. Засоби симуляції дій безпілотних наземних комплексів 228

Мацегора Д. А., Кликова А. О., Мажара І. П. Визначення доцільних тактичних прийомів бойового застосування перехоплювачів для боротьби з безпілотними літальними апаратами противника 229

Тетева Д. Ю., Левінськова Н. В. Роль безпілотних технологій у сучасній війні 231

Зварич А. О., Калита О. І. Використання наземних роботизованих комплексів, оснащених стрілецькою зброєю та протитанковими керованими ракетами, для організації засідок та відволікання вогню противника 234

Морган В. Р., Кольцов Р. Ю. Інтеграція технології LIDAR у системи управління безпілотними літальними апаратами та наземними роботизованими комплексами для підвищення їхньої ефективності під час ведення бойових дій 236

Gorchakov I. R., Chernietsova K. A., Sheygas O. K. «Shahed» Unmanned Aircraft Detection and Identification Technologies 238

Liamtsev M. S., Seryozhenko I. S., Khudov H. V. Experimental Research on Determining the Coordinates of an Unmanned Aerial Vehicle Using a Network of Two Small Mobile Devices with Simulink Modelling Simulink Modelling 240

Якимів В. С., Ковальчук О. Р. Застосування службових собак у поєднанні з безпілотними авіаційними комплексами під час ведення розвідки в умовах сучасних бойових дій 241

Чоларія Р. Г., Тупиця І. М. Дослідження напрямків інтеграції технологій інтелектуального аналізу даних у безпілотні системи 243

Ільченко Д. С., Хохлов Н. Б., Єгоров В. О. Комплексування засобів радіоелектронної розвідки з безпілотними літальними апаратами 244

Дубина Д. В., Шеремета О. Р. Процес підготовки саперів для 246

знищення вибухонебезпечних предметів за допомогою безпілотних літальних апаратів
Zbartskei S. O., Kostianets O. Y. Nalysis the Possibility of Using a Solid-State Transmitter-Receiver Modules for Creating Small-Sized Radar Stations in the Centimeter Wave Range 247
Кліщ Б. М., Матвєєв Г. А. Деякі аспекти застосування наземних роботизованих комплексів у логістичних цілях у ході бойових дій 249
Лук'янчук І. О., Волков А. Ф. Трансформація протиповітряної оборони в умовах розвитку безпілотних систем: застосування безпілотних літальних апаратів-перехоплювачів, виклики та перспективи 251
Isaieva T. S., Parkhomenko M. V. Real-Time Object Detection in Aerial Reconnaissance Using Deep Learning 253
Klymenko V. S., Tokar O. A. Application of Robotic Ground Systems in the Logistics Support of Air Defense Units of the Ground Forces 255
Редько М. О., Шевчук В. В. Вплив безпілотних технологій на трансформацію сучасного поля бою 257
Гень Ю. В., Шевчук В. М. Роль автономних безпілотних технологій у трансформації охорони державного кордону: функціональні можливості та ефективність системи «Прикордонний щит» 258
Андрушко П. В., Гула В. В. Застосування безпілотних літальних апаратів у Державній прикордонній службі України в умовах збройного конфлікту 260
Козак А. П., Парфан І. Я., Москалик С. В. Роль безпілотних технологій у сучасній війні 262
Кісельов Д. В., Кмін А. О. Безпілотні технології як визначальний елемент сучасної війни 264
Метельський Д. І., Хомчук В. Я. Інтелектуальна протидія передаванню інформації та сигналів на бортові системи безпілотних літальних апаратів 265
Кужель А. О., Рачок Р. В. Організація каналів зв'язку для ударних FPV-комплексів із використанням повітряних ретрансляційних вузлів 267
Рябенький Д. Р., Рябенька К. Р., Каштелян С. О. Роль безпілотних технологій у сучасній війні 269
Вишневський М. І., Рачок Р. В. Застосування MIMO-систем у наземних роботизованих комплексах для забезпечення зв'язку в умовах відсутності прямої видимості 271
Datsinko I. S., Borovyi V. I. Analysis and Brief Characteristics of the Newest Domestic Unmanned Attack Means 272

Ладжун А. О., Боровський В. С. Роль безпілотних технологій у забезпеченні охорони державного кордону України в умовах сучасної війни 274

Шевчук І. В., Катеринчук І. С. Інтеграція алгоритмів штучного інтелекту в системи керування наземними дронами для моніторингу зон високого ризику та виявлення небезпечних матеріалів 276

Січевська К. В., Катеринчук І. С. Гібридна адаптивна система прихованого радіозв'язку безпілотних літальних апаратів в умовах активної радіоелектронної боротьби 278

Січевська К. В., Катеринчук І. С. Використання апаратних обмежень систем радіоелектронної розвідки противника в ході застосування безпілотних літальних апаратів 280

Shaparenko K. M., Ochkurenko O. V. Protection of Radar Stations from Unmanned Aerial Vehicles 281

Данило Н. Р., Катеринчук І. С. Методи автономної навігації безпілотних літальних апаратів в умовах відсутності GPS-сигналу на основі візуальної одометрії 282

Демидюк М. О., Коваль Д. В. Принципи та технології керування рушієм макета безпілотного наземного апарата у складі безпілотного наземного комплексу з Bird's-Eye View-навігацією 284

Данильчук Р. О., Площик А. С. Роль безпілотних технологій у сучасній війні та забезпеченні моніторингу державного кордону 286

Данильчук Р. О., Площик А. С. Забезпечення завадостійкості радіоканалів зв’язку безпілотних літальних апаратів під час моніторингу державного кордону 288

Данильчук Р. О., Площик А. С. Створення каналу зв'язку в умовах дії засобів радіоелектронної боротьби 290

Свистун Є. І., Коваль Д. В. Реалізація технологій комп’ютерного бачення в макеті безпілотного наземного комплексу з Bird’s-Eye View-навігацією 291

Поляруш О. І., Маліновський Н. О. Пропозиції щодо створення наземного роботизованого комплексу для обладнання переправ 293

Безсонов О. О., Музичак А. З. Автоматизація доставки боєприпасів на позиції танкових підрозділів 294

Четверик А. О., Бричинський О. В. Роль безпілотних технологій у сучасній війні на прикладі діяльності інженерних підрозділів 296

Попадюк А. І., Головатий Р. М. Використання безпілотних літальних апаратів як засобу підвищення оперативності та безпеки піхотних підрозділів 298

Томащук П. Б., Музичак А. З. Роль штучного інтелекту в системах керування озброєнням наземних роботизованих комплексів 300
Поліщук М. В., Каращук Н. М. Аналіз діаграми спрямованості нееквідистантної антенної решітки РСА, розташованої на борту безпілотного літального апарата 302
Гавриленко К. С., Гаврилюк В. В. Роль безпілотних технологій у сучасній війні 303
Раєвський О. В., Аврамчук О. Є. Застосування безпілотних літальних апаратів у військовій галузі 305
Григорчук Д. В., Магдун М. В. Використання безпілотних апаратів для проведення психологічних операцій 307
Небилиця Д. М., Залевський В. Й. Підготовка фахівців із застосування безпілотних літальних апаратів в умовах протидії радіолокаційним системам 309
Білуха М. Ю., Гончаров В. В. Роль безпілотних технологій у сучасній війні 310
Тимощук В. А, Оверчук С. П. Застосування модуля Mission Control у підрозділах безпілотних авіаційних комплексів 312
Семенюк В. В., Федчук Л. В., Нагачевський В. Й. Перспективи застосування наземних роботизованих комплексів для евакуації роботизованих платформ на полі бою 314
Сліпець Є. О., Сорокатий М. І. Моделювання зон контролю безпілотних систем із використанням рівняння площини 316
Чабан А. С., Куравська Н. М. Пропозиції вдосконалення системи навігації роботизованого наземного комплексу “Воля-Е” в умовах війни високої інтенсивності 317
Коваль Є. І., Єфімчук В. О., Сікан Ю. В. Аналіз методів та технічних засобів радіомоніторингу каналів відеотрансляції безпілотних літальних апаратів 322
Бувайлик І. В., Буримський Л. М. Тактика застосування безпілотних наземних комплексів у взаємодії з безпілотним літальним апаратом 324
Кібкало Д. О., Стратовіч Р. В. Зміна тактики застосування безпілотних літальних апаратів типу Shahed у російсько-українській війні (2022–2026 рр.) 325
Трач А. В., Ваврічен О. А. Методичний підхід до моделювання топологічної мережі зв’язку з використанням безпілотних ретрансляторів 327
Hnatenko K. L., Konovalova I. O., Grytsyshyn V. P. Helicopters as a Component of an Integrated System for Countering Unmanned Aerial Vehicles in the Context of russian Aggression Against Ukraine 329

Кащеєв Р. В., Свищ В. С. Використання розвідувально-ударних комплексів на основі безпілотних систем 331
Перегуда О. О., Піонтківський П. М. Інтегрований підхід до проєктування та 3D-друку корпусу безпілотного літального апарата-перехоплювача з використанням аеродинамічного моделювання 332
Деревицький П. М., Пулеко І. В. Розробка методик побудови 3D-моделей місцевості за відео з безпілотного літального апарата 334
Кривик В. А., Журавський С. В. Зміна розуміння поняття "високоточна зброя" в контексті застосування противником безпілотного літального апарата типу "Шахед" та FPV-дронів 336
Бородуліна М. В., Пулеко І. В. Оптимізація маршрутів руху безпілотних літальних апаратів під час виконання завдань 338
Chopenko Y. R., Stasev Y. V. Representation of the Air Reconnaissance Process as an Optimization Problem 339
Пасічник О. А., Пулеко І. В. Розробка методик оброблення аерокосмічних зображень на основі штучних нейронних мереж 340
Суботін М. М., Поліщук В. В. Роль безпілотних технологій у сучасних військових конфліктах 342
Добрянський Є. В., Білаш О. В. Роль безпілотних літальних апаратів у коригуванні артилерійського вогню 344
Поліщук А. О., Поліщук В. В. Роль безпілотних систем у сучасних збройних конфліктах: досвід російсько-української війни 346
Каріх Я. Д., Стрінада В. В. Інноваційні технології поля бою та їх зв'язок з освітніми компонентами 348
Панко Д. О., Каленик М. М. Обґрунтування технічних рішень пасивного захисту техніки 350
Шевчук Д. О., Гамарський І. О. Роль безпілотних систем у сучасній війні 352
Погорілий О. С., Мандзюк Д. Г. Роль безпілотних технологій у сучасній війні робот Phantom MK-1 353
Твердий М. О., Аврамчук О. Є. Безпілотні літальні апарати: розвиток та використання 355
Яремчук А. В., Купріненко О. М. Наземний безпілотний комплекс для виконання завдань інженерної підтримки 357
Патіюк С. О., Лазуріна Н. П. Застосування штучного інтелекту в машинному зорі FPV 358
Підлетюк Р. І., Вовк Р. В., Льова О. І. Роль безпілотних технологій у сучасній війні 360

Dumych Y. V., Shvetc A. D., Kovalenko O. M. The Evolution of the Functional Purpose of Unmanned Technologies from "Eyes" to the Main Caliber 363

Грищук М. Р., Поливаний С. В. Підходи до протидії зенітним безпілотним літальним апаратам 365

Korchma P. S., Voitenko S. S. Analysis of the Combined Use of Acoustic and Radar Methods for Unmanned Aerial Vehicle Detection 366

Герасим І. Д., Кучер М. В. Удосконалення обладнання наземних роботизованих комплексів засобами подолання наслідків використання оптоволокна 367

Греков В. О., Грубель М. Г. Лінійні математичні моделі в завданнях застосування безпілотних літальних апаратів 368

Подолюк В. М., Ковба М. В. Роботизація логістичного забезпечення 370

Сапига О. Д., Омельчук І. А. Розвідувальні літальні апарати та поєднання їх із розвідувально-ударним контуром 372

Лук'янчук В. В., Омельчук І. А. Наземні роботизовані комплекси та поєднання їх з ударно-маневрувальним контуром 374

Суховєєв Д. Т., Миколайчук В. В. Особливості використання FPV-дронів у сучасних бойових умовах та їх вплив на тактику дій підрозділів 375

Карпухін Р. Т., Омельчук І. А. Використання мультироторних безпілотних літальних апаратів повітряного базування для покращення ефективності перехоплення 377

Shkurman M. O., Kalmanov S. A. The Development of Interceptor UAV Technologies 379

Клименко К. С., Григорчук В. О., Брановицький В. В. Інновації України в застосуванні безпілотних систем у війні нового покоління 380

Пуха В. І., Скиба І. П. Застосування безпілотних літальних апаратів під час виконання завдань психологічного впливу 381

Мариняк Н. В., Площик А. С. Методи виявлення та нейтралізації ворожих безпілотних літальних апаратів за допомогою радіотехнічних засобів 382

Мацола А. С., Чіпуріна Г. М. Застосування штучного інтелекту для аналізу зображень із безпілотних літальних апаратів у розвідувальних операціях на фронті 384

Конечний М. Д., Площик А. С. Економічна ефективність та етична відповідальність застосування безпілотних систем у сучасних війнах 386

Krasnozhon A. V., Romanenko I. O. Using UAVs with the Purpose of Protecting the Position of the Radio Location Station Against Reconnaissance and Strike UAVs of the Enemy 388

Стечишин С. В., Площик А. С. Роль безпілотних технологій у сучасній війні 389
Sapyha O. D., Zykov V. G. The Role of Unmanned Technologies in Modern War 390
Бурчак М. А., Дем'янчук А. О., Райковський О. В. Інформаційні технології як чинник підвищення ефективності дій підрозділів на сучасному полі бою 392
Алєксєєва О. О., Ваврічен О. А. Комплексний підхід до захисту радіоканалів зв'язку від перехоплення та подавлення 393
Волощук Т. Ю., Площик А. С. Інформаційні технології на полі бою 395
Герус О. І., Прокопович В. Д. Розробка спрямованої антени для багатодіапазонної портативної радіостанції RF-7850M-HH 397
Гусляков А. М., Сінько В. В. Аналіз методів забезпечення завадостійкості комунікаційних систем військового зв'язку 398
Степанець К. В., Чіпуріна Г. М. Дезінформація як загроза інформаційній безпеці держави: механізми поширення та протидії серед особового складу в зоні бойових дій 400
Штефан С. М., Чіпуріна Г. М. Кіберпростір як новий домен бойових дій: роль інформаційних технологій у сучасних конфліктах 402
Калінін Є. В., Болобан С. І. Методика побудови цифрової моделі місцевості за даними радіолокаційного космічного знімання 404
Гриців К. С., Болобан С. І. Методика побудови цифрової моделі місцевості за даними оптико-електронного космічного знімання 405
Новацька М. І., Площик А. С. Інформаційні системи на полі бою 406
Червоненко Д. В., Площик А. С. Використання штучного інтелекту для аналізу бойових дій підрозділів тактичного рівня 407
Кучер А. І., Стрельбіцький М. А. Розробка захищеного шлюзу (API) для автоматичної валідації та інтеграції розвідувальних даних із відкритих джерел у військові системи ситуаційної обізнаності 409
Ріпінський К. С., Клімчук О. А., Площик А. І. Концепція побудови ешелонованої системи автономного тактичного зв'язку на базі довірених терміналів та повітряних обчислювальних вузлів 411
Щадило П. Р., Хоптинський Р. П. Застосування технології SDN для створення самоорганізованих мобільних мереж (Manet) 413
Муленко А. В., Репа Р. А. Вплив інформаційних технологій на дії підрозділів 415
Bovt V. V., Voitenko S. S. Digital Role-Based Management and Communication Program in Metrological Support System 416

Тимура Д. Р., Чубенко А. М. Штучний інтелект у плануванні на стратегічному рівні 417

Rudnik O. L., Pchelnikov S. I. The Use of Artificial Intelligence in Tactical Aviation and Army Aviation Brigades of the Armed Forces of Ukraine: Development Prospects 419

Милашенко Д. О., Токар А. М. Визначення місця розташування позицій підрозділів безпілотних авіаційних комплексів за досвідом російсько-української війни 421

Arijus Viršutis, Kasparas Biekša, Mindaugas Čekavičius. How NATO Should Structure Its Battlefield Systems Considering the Importance of Unmanned Aerial Vehicles 423

ПАНЕЛЬ 3. Протистояння в електромагнітному спектрі 425

Гарбузюк С. О., Бібік А. В. Протистояння в електромагнітному спектрі як чинник переваги та стійкості систем управління в сучасній війні 425

Лепень В. В., Тимчук С. В. Аналіз методів виявлення та ідентифікації безпілотних літальних апаратів із використанням портативних систем у сучасних бойових умовах 427

Tkachuk V. V., Kob D. A., Hryzo A. A. Use of Switching Median Filter for Protecting Radars with Complex Probing Signals from Pulse Interference 428

Miroshnikov I. I., Panimatka V. O. Adaptive Reconfiguration of the Time-Frequency Structure of Complex Signal Ensembles in Cognitive Radio Communication Systems Under Electronic Suppression 430

Hryhil V. V., Sadovyi K. V. Development of Proposals for Building a Receiver Device of a Surveillance Radar Station with High Velocity Resolution 431

Budzyn V. V., Stovba R. L. Adaptive Signal Processing Method for Detecting and Mitigating the Impact of Target-Like Meteorological Clutter in Pulsed Doppler Radars 432

Voitiuk V. V., Stovba R. L. Development of a Radar Signal Processing Structure with an Auxiliary Meteorological Channel for Improving UAV Detection 434

Vashchilina K. S., Kucher K. O., Trofymov I. M. Comprehensive Protection System for Radar Stations Against Air Attack Weapons: Differentiated Requirements by Combat Zones 436

Bezvuliak A. S., Lishchenko V. M. Methods of Radar Stations Synchronization in Multiposition Radar Systems 438

Чен Д. І., Рихальський О. Р. Аналіз особливостей застосування засобів радіоелектронної боротьби в російсько-українській війні 439

Король І. С., Рихальський О. Р. Аналіз особливостей радіоелектронного подавлення безпілотних літальних апаратів тактичного рівня в російсько-українській війні 441

Каленчук І. О., Василенко Р. В. Розробка пропозицій щодо впровадження сучасних інерціальних вимірювальних модулів до складу Інформаційного Комплексу Вертикалі і Курсу ІК-ВК-80-4 багато-цільового літака 443

Romanova K. S., Sarik Ye. V. Development of Proposals for Improving the Procedure for Assessing the Electronic Warfare Environment in an S-300 Surface-to-Air Missile Battalion During Preparation for Combat Operations, Taking into Account the Experience of Combat Employment of Air Defense Missile Units 445

Лобур В. Р., Городиський Р. О. Перспективи застосування завадозахищених каналів зв'язку для управління безпілотними літальними апаратами 446

Поліщук – Данило Є. Ю, Городиський Р. О. Методи захисту цифрових радіомереж військових формувань в умовах сучасних бойових дій 447

Опанасенко В. С., Василенко С. В. Концепція гібридного предиктивно-когнітивного засобу радіоелектронної боротьби ближньої дії 449

Савчук В. Р., Радушинський О. П. Радіоелектронна розвідка як основа формування цілевказання 450

Рой І. М., Гладич Р. І. Автоматизований моніторинг радіовипромінювання особового складу як метод контролю цифрової дисципліни та виявлення несанкціоновано увімкнених гаджетів 452

Андрощук М. С., Будзінська О. О. Пропозиції щодо вдосконалення протидії радіолокаційній розвідці озброєння та військової техніки 453

Krasinskyi M. M., Petrenko O. S. Adaptive Algorithm for Mitigating the Effects of Ionospheric Delay in Single-Frequency GNSS User Equipment 455

Лукіянчук К. С., Костерев Д. С. Обґрунтування необхідності спільного застосування засобів радіоелектронної боротьби, протидії технічним розвідкам та вогневих засобів протиповітряної оборони в умовах високотехнологічної війни 456

Golub Y. I., Klievtsov S. S. Enhancing of the Air Target Detection Channel Efficiency by Using an Exciter of Incoherent LFM Signals 458

Степанович М. М., Ящук О. О., Запорожченко Ю. І. Аналіз можливості застосування штучного інтелекту для поекземплярного розпізнавання джерел радіовипромінювання 459

Карпухін Р. Т., Сидорчук О. Л. Дослідження впливу радіочастотних гармонік на якість зв'язку з безпілотних літальних апаратів 460

Прохор О. Ю., Котенко В. М. Цифровий синтезатор частот системи радіозв'язку з розширенням спектра методом псевдовипадкової перебудови робочої частоти на основі кодів Фібоначчі 462

Kucher M. A., Kucher K. O., Pylypovych O. M. Development of an Educational Interactive Application for Checking Parameters and Adjusting the Main Systems of the 19G6 Radar Station Based on the Experienceof the russian-Ukrainian War 464

Kazakova O. O., Domashevskyi V. M., Nevmerzhitsky I. M. Visual-Simulation Modeling of Passive Interference Protection Algorithms Implemented in Modernized Radar Stations of Radio Engineering Troops 465

Kisenko O. S., Kriuchkov D. M. Analysis of Existing Methodologies for Evaluating the Firing Effectiveness of Medium-Range Surface-to-Air Missile Systems During Aerial Attacks of a Specified Duration 466

Riznychenko Y. V., Kriuchkov D. M. Analysis of Existing Procedures for Monitoring the Technical Condition of the Radio-Electronic Equipment of a Medium-Range Surface-to-Air Missile System 467

Крижановський Д. А., Ваврічен О. А. Протидія та протистояння в електромагнітному спектрі в сучасних умовах 468

Кригін О. О., Сметанін К. В. Ідентифікація радіоелектронних засобів для ефективної протидії 470

Бородій О. О., Кудрявцев А. В. Протистояння в електромагнітному спектрі 471

Hota O. S., Vasylyshyn V. I. Analysis of Efficiency of Using of the Adaptive Antenna Array in the Communication Means 473

Laptieva A. M., Vasylishyn V. I. Analysis of Methods of the Noise Immunity Improvement of Communication Means Under the Jamming Influence 474

Shapovalova A. S., Zalevsky G. S. Substantiation of Parameters of Antenna System for Advanced L-Band Radar Designed for Ballistic Missile Detection and Tracking 475

Дідух Л. І., Бовсуновський В. Ю. Аналіз завадостійкості алгоритмів корегуючого кодування даних у системах радіозв'язку декаметрового діапазону 476

Жигір А. А., Бовсуновський В. Ю. Аналіз існуючих методів розроблення переговорних таблиць для забезпечення прихованості спеціального радіозв'язку 478

Marchenko M. M., Borysov V. V. Analysis of the Design and Functioning of a Semi-Active Phase-Doppler Radio Proximity Fuze of a Surface-to-Air Missile with Command Guidance in Different Air Situation Conditions 480

Ткач О. С., Кудряшов Ю. О. Методика підвищення завадостійкості спеціального радіозв'язку декаметрового діапазону за рахунок просторової селекції сигналів 481

Сокіл О. О., Єгоров В. О. Методи виявлення та ідентифікації радіосигналів у складній електромагнітній обстановці 482

Дацько Д. В., Бойко Р. С., Авсієвич Р. О. Система радіоелектронної боротьби нового покоління EW MANAGE 484

Shulha A. V., Koval O. V. Modern Natural Gas Meters as an Element of Protection and Conservation of Energy Resources 485

Романюк А. Я., Борисенко Я. В, Запорожченко Ю. І. Меш-мережі проти квазідоплера 487

Кашпур І. Р., Самонюк О. В. Методика аналізу частотних характеристик антенно-фідерних систем радіозв'язку декаметрового діапазону 488

Лепень В. В., Бугайов М. В. Аналіз засобів радіомоніторингу для безпілотних літальних апаратів І класу 490

Юрко Н. П., Сокульська Н. Б. Застосування комплекснозначних математичних моделей у системах цифрової обробки сигналів для задач радіоелектронної боротьби 492

Лепень В. В., Корнійчук Ю. Г. Аналіз джерел ефірної активності: засоби виявлення та їх роль у бойовому управлінні 494

Береза Н. С., Поліщук В. В. Радіоелектронна боротьба в сучасних військових конфліктах 495

Орлянська В. Ю., Ліщинська Х. І. Застосування області визначення функції та аналізу періодичності в обробленні радіолокаційних сигналів за умов радіоелектронної протидії 497

Стельмах С. С., Ткачук В. І., Гребенюк О. П. Застосування технології MIMO з поляризаційним розділенням у системах зв'язку та передачі даних комплексів радіомоніторингу 499

Ostafiichuk T. S., Krykhtin Yu. O. Effective Efficiency of Waveguide Power Calibrators in the 25.86–37.5 Ghz Range 500

Zabyivorota A. O., Kriuchkov D. M. Analysis of the Design and Employment of Semi-Active Homing Surface-to-Air Missiles for Medium-Range Air Defense Systems 501

Metelsky B. Yu., Barkhudaryan M. V. Some Issues Regarding the Creation of a Measuring-Computing Complex of Testing Range 502
Воронін В. О., Площик А. С. OSINT–технології та електромагнітні випромінювання в сучасній війні 504
Свередюк В. Р., Площик А. С. Особливості радіолокаційного виявлення малорозмірних дронів на тлі пасивних завад 506
Бойко Є. М., Площик А. С. Використання мобільних програмних комплексів для керування фазованими антенними решітками в системах радіоелектронної боротьби 508
Нікітін А. І., Площик А. С. Протистояння в електромагнітному спектрі як ключовий елемент сучасних бойових дій 510
Yermenchuk Y. D., Ratych O. Yu. Electromagnetic Compatibility as a Component of Electronic (Electromagnetic) Support for Electromagnetic Countermeasures 511
Марусик А. І., Чіпуріна Г. М. Протидія радіоелектронній боротьбі в системах тактичного зв'язку: адаптивне частотне стрибкоутворення на основі машинного навчання 513
Milnychuk E. I., Karpenko O. V. Identification “Friend or Foe” Mode 4 Implementing of Air Combat Equipment 515

ПАНЕЛЬ 4. Тактика, лідерство: виклики сучасного бою 517
Мазурець В. В., Калита О. І. Тактика, лідерство: виклики сучасного бою 517
Sinokosov O. V., Melenti D. O. Improvement of Approaches to the Formation of Air Defense Unit Battle Formations Under Modern Armed Conflict Conditions 518
Журавель Т. В., Юрчак Ю. М. Професійно-педагогічна підготовка майбутніх офіцерів-прикордонників як основа тактичного лідерства в умовах сучасного бою 519
Марусов П. В., Васюк Б. А., Гапеєва О. Л. Залучити найкращих: сучасні підходи до відбору вступників до військових навчальних закладів 521
Perfilov A. Y., Dziubchuk R. V. Foreign Deployments of Cadets as a Component of Officer-Leader Formation 523
Mostovyi V. V., Obrezkov S. V. Proposals on the Selection of Combat Methods for Units Armed with Open-Architecture Anti-Aircraft Missile Systems for Destroying Cruise Missiles 525
Klymovets O. V., Povoroznyk K. V., Ursakii Y. F. Development of Proposals on Ways to Improve the Methodology for Evaluating the Effectiveness of Anti-Aircraft Combat Tactics-Fire Unit of AAMF Using Specialized Software 526

Povoroznyk K. V., Klymovets O. V., Ursakii Y. F. Proposals for Increasing the Probability of the Timely Execution of Maneuver by a Tactical Fire Unit of the Anti-Aircraft Missile Forces, Equipped with a Short-Range Surface-to-Air Missile System, Taking into Account Combat Experience 527

Koshevych V. S., Ursakii Y. F. Development of Proposals to Improve the Effectiveness of Countering the Enemy's High-Precision Weapons by the Tactical-Fire Unit of the Anti-Aircraft Missile Forces, Armed with Medium-Range Anti-Aircraft Missile System when Covering Objects and Troop Groupings 528

Дудко Д. О., Клепацький С. В. Психологічний вплив штурмових собак на противника як тактичний інструмент сучасного бою 529

Tanuliak M. M., Sovhar O. M. Integrating Mission Command into Military Training: Fostering Trust, Initiative, and Delegation 530

Кашпур І. Р., Барановська Л. В. Від стратегії до виконання: як тактична майстерність та лідерство формують результат бою 533

Гриців М. С., Гула В. В. Лідерство командира як ключовий фактор ефективності підрозділу в сучасному бою 535

Захарчук О. В., Дедерко К. Е. Вплив лідерства на формування морально-психологічного клімату в підрозділі 537

Budnikov D. D., Ryapolov E. I. Development of Proposals for the Implementation of the S-300P ZRDN Maneuver in the Conditions of the Enemy's Use of High-Precision Attack Means, Taking into Account the Experience of the Combat Use of Units of the Anti-Aircraft Missile Forces 539

Нікітін Н. М., Бурдонос А. М., Лазуріна Н. П. Роль тактики і лідерства у прийнятті рішень в умовах сучасного бою 540

Левченко М. В., Горбатюк С. В., Лазуріна Н. П. Тактичне мислення та лідерство командирів як ключові чинники успіху в сучасних бойових діях 542

Зінченко А. Ю., Яндола К. О. Вплив розподіленого лідерства на формування інфомаційної компетентності 544

Силюк М. В., Ганаба С. В. Стилі лідерства в сучасному бою: авторитарний, демократичний та ситуаційний 546

Томишинець В. В., Серховець С. В. Формування лідерських якостей у майбутніх офіцерів кінологічних підрозділів Державної прикордонної служби України 548

Нікольчак О. О., Магалецький О. О. Лідерство, що рятує життя: перспективи розвитку наземних роботизованих комплексів для зменшення бойових втрат 550

Чучуліна О. О., Філіонович Т. Ю. Радіоелектронна боротьба як основна складова захисту критичної інфраструктури 552

Vasiutynskyi A. V., Gusakivskyi A. V. Ways to Optimize the Training of Mobilization Resources Under Martial Law 554

Пупишев В. А., Магась В. О. Мережецентричність як виклик для сучасного військового лідера 556

Лазарук С. В., Власенко С. О. Управління діями підрозділів військової розвідки та Сил спеціальних операцій 558

Ревко О. Ю., Островська – Бугайчук. І. М. Формування авторитету командира в новостворених підрозділах 560

Філатов Я. В., Островська – Бугайчук І. М. Трансформація військового лідерства в умовах сучасного бойового середовища 562

Патіюк С. О., Островська – Бугайчук І. М. Застосування штучного інтелекту лідером як вирішальний фактор у бою 564

Лечук А. О., Островська – Бугайчук І. М. Лідерство і тактика в умовах застосування ударних безпілотних літальних апаратів дальньої дії 566

Грузд В. В., Островська – Бугайчук І. М. Лідерство командира малого підрозділу в умовах сучасного бою 569

Mukha V. V., Vyhivska O. V. Use of Artificial Intelligence for Conducting Military Operations 571

Семеняко Я. В., Райковський О. В. Вплив дефіциту часу на прийняття рішень командиром під час бойових дій 573

Козак О. О., Брановицький В. В. Особливості сучасного бою та роль лідерства командира 574

Гецева Н. С., Староконь Є. Г. Психологічні засади етичного лідерства 576

Мазур М. С., Сливенко П. М. Децентралізація управління: ініціатива низової ланки як ключовий фактор виживання в сучасному бою 578

Товкач Л. С., Войтович М. І. Роль військових мостів у подоланні логістичних викликів сучасного бою 580

Perfilov A. Y., Vyhivska O. V. A Foreigner in the Defence Forces of Ukraine: Linguistic, Professional, and Identity Dimensions of Combat Integration 582

Вінник К. М., Флис І. М. Аналіз бойового досвіду застосування самохідної артилерійської установки Caesar у російсько-українській війні 584

Новак В. О., Свищ В. С. Аналіз методів прогнозування ймовірних варіантів дій противника в різних видах бою. Пропозиції щодо їх удосконалення 586

Філатов Я. В., Шкатула О. П. Політичне лідерство гетьмана Павла Скоропадського в контексті створення Української Держави 587
Кирилюк Н. П., Староконь Є. Г. Розвиток емоційного інтелекту курсантів у ході навчання в інституті 589
Потьомкін І. О., Оніщенко О. І. Підвищення ефективності оперативно-інформаційної роботи у військових частинах радіоелектронної розвідки Збройних Сил України 591
Скалецький Б. О., Поліщук В. В. Особливості тактики та військового лідерства в умовах сучасних збройних конфліктів 593
Жирна К. М., Подстєвой О. В. Лідерство: виклики сучасного бою в контексті загальної тактики 595
Марченко М. В., Кекух І. О., Лазуріна Н. П. Лідерство: виклики сучасного бою 597
Приходько М. В., Площик А. С. Роль лідерства командира малого підрозділу в умовах сучасного бою 598
Решетник Д. О., Гайка Ю. А. Інтегрована система протиповітряної оборони рф 600
Козак Р. А., Манич Є. О., Черкас О. О. Трансформація Медичних сил Збройних Сил України як чинник ефективності ведення сучасного бою 602
Костенко В. Я., Чуняк М. О., Черкас О. О. Військовий сленг як інструмент оперативної комунікації та психологічної адаптації в умовах сучасного бою 604
Кравченко Б. О., Площик А. С. Тактика та лідерство як основа успішного виконання бойових завдань 606
Андрусевич Д. О., Шкатула О. П. Трансформація сучасних українських військових підрозділів у війні проти росії 608
Chernyshov Ye. V., Pchelnikov S. I. Design Features of the Thrust Control System of Main Rotor Systems of the Armed Forces of Ukraine Helicopters and the UH-60 Black Hawk: Development Prospects 610
Чижма Н. О., Іванченко М. О. Тактика та лідерство: виклики сучасного бою 611
Удоденко А. О., Староконь Є. Г. Лідерство у процесі командування 613
Krychka A. M., Makovskyi I. Yu. Improvement of Methods for Detecting Reconnaissance Unmanned Aerial Vehicles 614

Н А У К О В Е В И Д А Н Н Я

МІЖНАРОДНА НАУКОВА КУРСАНТСЬКА КОНФЕРЕНЦІЯ

“СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ

В БЕЗПЕКОВИХ ВИКЛИКАХ СЬОГОДЕННЯ”

Тези доповідей

Видавничий оригінал виготовлений
у науково-організаційному відділі ЖВІ

Відповідальний за випуск
Федорчук Дмитро Леонідович

Комп’ютерна верстка та макетування – **І. В. Голуб**
Дизайн і макет обкладинки – **О. Ю. Тофанчук**

Свідоцтво про реєстрацію серія ДК № 7355 від 9 червня 2021 року
Підписано до друку 08.04.2026. Формат 60×84 / 16
Ум. друк. арк. 37,2. Зам. 275 ц.

Друкарня ЖВІ

Просп. Миру, 22, м. Житомир, 10004