

ІННОВАЦІЙНІ ПРОЦЕСИ У ГАЛУЗЯХ АВІАЦІЇ, АВТОМОБІЛЕБУДУВАННЯ, РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ, РАДІОТЕХНІКИ, ЗАСОБІВ ЗВ'ЯЗКУ ТА АСУ, А ТАКОЖ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

УДК 623.746

Бондар Валерій Вікторович

<https://orcid.org/0000-0001-8843-680X>

Семон Богдан Йосипович (доктор технічних наук, професор)

<https://orcid.org/0000-0002-7449-8214>

Мартинюк Олексій Ростиславович (кандидат технічних наук, доцент)

<https://orcid.org/0000-0003-2578-0018>

Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, м. Київ, Україна

АНАЛІЗ ХАРАКТЕРИСТИК ПОВІТРЯНОГО ОБ'ЄКТА ДЛЯ СТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ПОВІТРЯНОГО ОБ'ЄКТА

При обробці даних та інформації про повітряні об'єкти, серед багатьох характеристик необхідно вибрати достатній мінімум найбільш важливих характеристик, що дозволить відповідальним посадовим особам оперативно прийняти обґрунтоване рішення на подальші дії чергових сил та застосування засобів ППО, і виконати завдання на визначеному рівні.

У статті зазначено основні фактори впливу на прийняття рішення щодо застосування зброї. Визначено типи найважливіших повітряних цілей у воєнний час та важливі повітряні об'єкти у мирний час.

Проведено аналіз характеристик повітряних об'єктів, виділено три окремі групи характеристик повітряного об'єкта. Визначено важливість отримання груп характеристик. Створено інформаційну модель повітряного об'єкта.

Ключові слова: *засоби повітряного нападу, повітряні судна, повітряні об'єкти, повітряна обстановка, характеристики повітряних об'єктів, інформаційна модель, обробка даних, обробка інформації.*

Вступ

Розвиток засобів збройної боротьби проходить у постійному технічному протистоянні засобів нападу та засобів захисту. З появою удосконалених (нових) засобів нападу, у відповідь з'являються більш удосконалені або нові засоби захисту [1]. Використання створених нових технологій, удосконалених способів застосування зброї (озброєння) у сучасній війні підвищує успішність ведення бойових дій, виконання бойових завдань.

У ході виконання завдань з охорони повітряного простору України та протиповітряного прикриття важливих державних та військових об'єктів (далі – ОПР України та ППП ВДВО), ведення протиповітряної оборони (далі – ППО), гострою залишається необхідність своєчасного виявлення, розпізнавання (віднесення до певного типу, класу), супроводження повітряних об'єктів, розпізнавання (аналіз) ситуації, що складається, з метою оперативного прийняття обґрунтованого рішення на подальші дії чергових сил з ОПР України та ППП ВДВО та застосування засобів ППО.

У ході обробки даних та інформації про

повітряні об'єкти, серед десятків-сотень характеристик необхідно вибрати достатній мінімум найбільш важливих характеристик, що дозволить відповідальним посадовим особам оперативно прийняти обґрунтоване рішення на подальші дії чергових сил та застосування засобів ППО, і виконати завдання на визначеному рівні. Крім того, необхідно визначити групи цих характеристик, провести їх розподіл за важливістю та визначити черговість для ефективної обробки даних та інформації про повітряну обстановку.

Метою дослідження є створення інформаційної моделі повітряного об'єкта.

Завдання: визначити основні фактори впливу на прийняття рішення щодо застосування зброї, типи найважливіших повітряних цілей у воєнний час та важливі повітряні об'єкти у мирний час; провести аналіз характеристик повітряних об'єктів, визначити групи цих характеристик, розподілити їх за важливістю.

Матеріали та методи

Використані матеріали щодо умов і чинників, які формують сучасне та майбутнє операційне

середовище, імовірних сценаріїв застосування Повітряних Сил Збройних Сил України, особливості застосування Повітряних Сил в локальних конфліктах, протидії повітряному тероризму.

Для визначення факторів, що впливають на прийняття рішення щодо застосування зброї Повітряних Сил, типів найважливіших повітряних об'єктів застосовано метод системного аналізу; для визначення груп характеристик повітряних об'єктів застосовано метод узагальнення і класифікації (катерогізації); для створення інформаційної моделі повітряного об'єкта застосовано метод моделювання та синтезу.

Результати

Аналіз досвіду локальних війн та збройних конфліктів щодо розвитку засобів збройної боротьби і способів їх застосування свідчить що завоювання панування в повітряно-космічній сфері розглядається як одна з основних умов досягнення успіху операцій і війни загалом [2, 3].

Результати бойових дій у війнах і воєнних конфліктах останніх десятиліть демонструють підтвердження основних принципів та особливостей, притаманні всім локальним конфліктам [2]:

у початковий період стрімко зростає роль ППО щодо відбиття раптових масованих (зосереджених) авіаційних ударів;

застосування авіації на малих висотах;

використання авіаційних комплексів дальнього радіолокаційного виявлення та управління для контролю повітряної обстановки й наведення винищувальної авіації;

використання бойових авіаційних комплексів, виготовлених за технологією щодо зниження помітності;

масоване застосування крилатих ракет для ударів по важливих об'єктах.

Досвід застосування засобів повітряного нападу (далі – ЗПН) у збройних конфліктах і локальних війнах, кількість бойових вильотів, запусків ракет, використаних бомб, ураження наземних об'єктів [4] дозволяє стверджувати, що завчасне виявлення та розпізнавання повітряних об'єктів є головним чинником у ефективному відбитті ворожого удару з повітря, прикриття угруповань власних наземних військ та важливих об'єктів.

Основну ударну силу серед ЗПН, що призначені для безпосереднього ураження військ (сил) і можуть нанести значне ураження, становлять крилаті ракети, авіаційні бомби, бомбардувальники, штурмовики, а також оперативно-тактичні балістичних ракети.

Відомо, що сучасною тенденцією є широке застосування безпілотних літальних апаратів (далі – БпЛА) [5]. За останні роки розроблено багато БпЛА різних класів і типів, які активно використовувалися практично в усіх останніх збройних конфліктах. Важливою рисою сучасних збройних конфліктів є ведення адаптивних розвідувально-ударних бойових дій за допомогою малорозмірних, малопомітних ЗПН. Виявлення

подібних об'єктів ускладнюється фактом їх застосування на малих або гранично малих висотах із використанням особливостей рельєфу місцевості [6], вживаються заходи щодо підвищення можливостей по виявленню та супроводженню малорозмірних, маловисотних повітряних об'єктів [7].

Найбільш перспективними носіями високоточної зброї є ударні БпЛА. На початковому етапі будь-якого конфлікту, коли система ППО ще є боєздатною, найбільш ефективно подавити її (особливо РЛС і радіоелектронні засоби пунктів управління) можуть ударні БпЛА. Такі апарати можуть входити до складу першого ешелону оперативно-тактичної побудови ЗПН у масованому ракетно-авіаційному ударі та застосовуватися перед крилатими ракетами і пілотованими літаками.

Отже, найважливішими повітряними цілями будуть: бомбардувальники (стратегічний, тактичний), штурмовики, винищувачі, крилаті ракети, авіаційні бомби, балістичні ракети (оперативно-тактичні), БпЛА. А для ефективного протистояння противнику у повітряному просторі, забезпеченні авіаційної підтримки військ, збереження своїх військ (сил), необхідно мати повну інформацію про кожен повітряний об'єкт, що перебуває в повітряному просторі, як противника так і своєї авіації.

Все вище описане стосується застосування повітряних об'єктів у воєнний час (з введенням у країні воєнного стану). Поза цим періодом також можливо застосування повітряних об'єктів, що також несуть загрозу безпеці.

З кожним роком у світі зростає кількість терористичних організацій, поширюється терористична загроза для цивільного населення в багатьох країнах.

Боротьба з тероризмом стала глобальною міжнародною проблемою. У складній системі боротьби з міжнародним тероризмом особливе місце посідає комплексна проблема протидії повітряному тероризму. Події 11 вересня 2001 року викликали широкий резонанс у світі.

За мирного часу та в особливий період, у ході виконання завдань з контролю за дотриманням порядку використання повітряного простору, охорони повітряного простору України та ППП ВДО, потребують виявлення і розпізнавання повітряні об'єкти, що несуть в собі загрозу безпеці життя людей, заподіяння значної майнової шкоди чи настання інших тяжких наслідків у зв'язку з можливим використанням їх для вчинення терористичного акту.

Основними факторами впливу на прийняття рішення на застосування зброї є невизначеність намірів терористів, можливість швидкої зміни обстановки, кількість захоплених літаків, а головне – наявність цивільних громадян на судні [8]. За таких умов важливим є: оперативне розпізнавання повітряного об'єкта, ситуації, що склалась; визначення достовірності отриманої інформації про ймовірне використання повітряного

судна з метою вчинення терористичного акту; класифікація повітряного судна-загрози, тобто визначення підстав, що це є справді випадком терористичного захоплення.

Отже, важливішими повітряними об'єктами у мирний час будуть повітряні судна, що здійснюють порушення вимог порядку перетину державного кордону, виконання польоту (наближення) в зону обмеження польоту, з сигналом "Біда". Для якісного контролю використання повітряного простору України необхідно мати повну інформацію про кожен повітряний об'єкт, що перебуває в повітряному просторі та поблизу державного кордону України.

Всі ці повітряні об'єкти мають свої тактико-технічні та льотно-технічні характеристики, що кількісно та якісно описують їх спроможності. За цими характеристиками, які поділені на окремі групи, відбувається поділ повітряних об'єктів – їх класифікація, як приклад [9]:

балістичні ракети: за призначенням, за дальністю польоту, за типом двигуна, за конструкцією, за способом базування;

пілотовані засоби: за призначенням, за завданнями, за діапазоном висот бойового застосування, за швидкісними і дальністними характеристиками, за видами авіаційного озброєння та інше;

безпілотні засоби: за рівнем використання (призначенням), за характером і типом завдань, за вагою, за тривалістю польоту, за висотою польоту, за способами запуску, за способами наведення.

повітряні судна: за призначенням, за видами, за питомою вагою, за класами та інше.

Проведено узагальнення груп якісних характеристик всіх повітряних об'єктів:

принцип польоту: аеростатичний, аеродинамічний, інерційний, ракетодинамічний, нагнітаючий;

наявність силової установки: присутня (тип), відсутня;

керованість: керовані (пілотом, оператором), некеровані;

багаторазовість використання: багаторазового, одноразового;

державна належність: свій (Україна), чужий (країна), партнер (країна), ворожий (країна), нейтральний (країна);

тип належності: державний, цивільний;

відомча належність (для державних): Міністерство оборони України (Повітряні Сили, Сухопутні війська, Військово-Морські Сили Збройних Сил України), Міністерство внутрішніх справ (Національна поліція України, Державна прикордонна служба України, Державна служба України з надзвичайних ситуацій, Національна гвардія України);

реєстраційні відомості (для цивільних): держава реєстрації, позначення повітряного судна організацією розробника, державний і реєстраційний знак, заводський (серійний) номер, рік виготовлення, максимальна злітна маса та інше; наявність апаратури вторинної локації

(запитувачів державного впізнання) RBS, Mk XA, Mk XII, Пароль, автоматичного залежного спостереження ADS-B, інше;

наявність радіоапаратури: обладнаний (тип), необладнаний;

людиновмісність: максимальна кількість пасажирів, кількість пасажирів на борту, кількість екіпажу;

наявне озброєння (для державних): тип озброєння (засобів ураження), кількість;

вид (для державних): армійська, тактична (фронтowa), стратегічна (далека), протиповітряна, космічні, військово-транспортна, спеціальна, допоміжна;

рід (для державних): штурмова, бомбардувальна, винищувальна, розвідувальна, транспортна, санітарна (рятувальна);

призначення (для державних): бойові, транспортні, пошуково-рятувальні, науково-дослідні, аварійно-рятувальні, навчальні, проведення санітарних заходів, допомога при стихійних лихах, медична допомога і евакуація, інше;

призначення (для цивільних): пасажирські, вантажні, сільськогосподарські, науково-дослідні, пошуково-рятувальні, спортивні, будівельних робіт, охорона лісів, експериментальних робіт, аварійно-рятувальні, навчальні, проведення санітарних заходів, допомога при стихійних лихах, культурно-просвітницькі, медична допомога і евакуація, інше;

базування: наземного, водного, повітряного, космічного;

тип повітряного об'єкта: повітряна куля, радіозонд, дирижабль, планер, дельтаплан, параплан, літак, гідроплан, орбітальний літак, мотодельтоплан, мотопланер, дельталіт, параліт, м'язоліт, орнітоптер, конвертоплан, гвинтокрил, автожир, вертоліт, циклопіт, артилерійський(і) снаряд(и), парашутист, десант, десант в техніці, балістична ракета, спускний апарат, крилата ракета, ракета-носій, ракетоплан, метеоутворення, птахи.

Технічні характеристики доповнюють дані про повітряний об'єкт, а також характеризують і деталізують якісні характеристики повітряного об'єкта.

Виявлення повітряного об'єкта можливо за рахунок його демаскуючих ознак і фізичних явищ, які виділяють повітряний об'єкт на фоні середовища (повітряного простору). Для виявлення цих ознак створені (розробляють) різноманітні засоби, які дозволяють отримувати дані та інформацію про характеристики повітряного об'єкта, і знаходиться в технічній площині. Тому, в основному, здійснюється виявлення технічних характеристик повітряного об'єкта.

Виявлення повітряних об'єктів, обробка даних про них для супроводження, розпізнання відбувається за схемою: повітряні об'єкти → повітряний простір → засоби виявлення та супроводження (джерела даних) – датчики → пункти обробки даних та інформації (ПОД, ПОІ) (рис. 1).

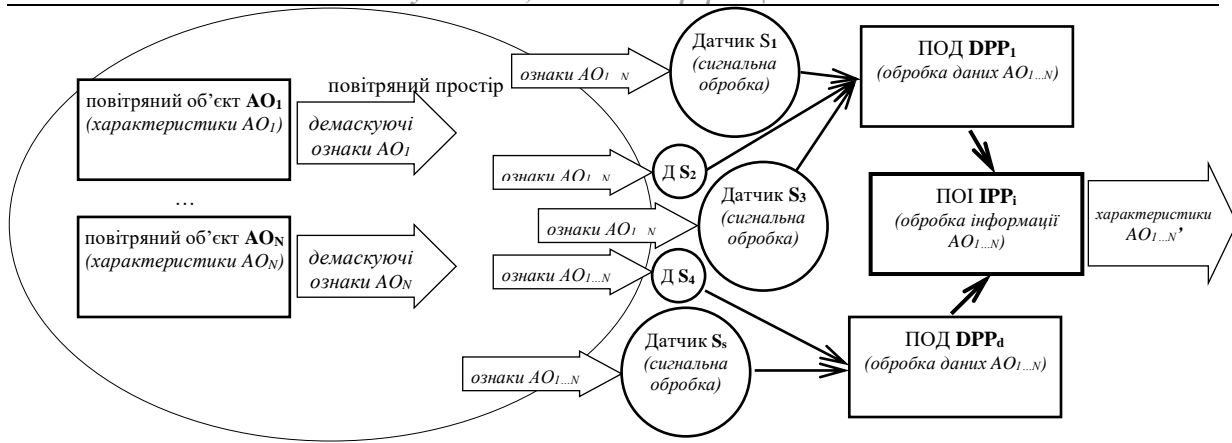


Рисунок 1. Схема обробки даних про повітряні об'єкти

Характеристики повітряного об'єкта, що можливо виявити, віднесемо до зовнішніх характеристик повітряного об'єкта, ті що неможливо – до внутрішніх.

Крім того, кожен повітряний об'єкт також має сукупність координатних характеристик, що визначають його положення у повітряному просторі та параметру його руху в кожен момент часу.

Також, кожен повітряний об'єкт створює (може створити, взяти участь у створенні) ситуацію у повітряному просторі. Події, що описують поведінку (дії) повітряного об'єкта будемо називати – ситуативними характеристиками, які дозволять більш ефективно провести оцінювання повітряної обстановки, що склалась.

Ознакові характеристики повітряного об'єкта не будуть мати суттєвого значення якщо невідомо в якій точці повітряного простору знаходиться повітряний об'єкт. Тобто в першу чергу необхідно знати сукупність координатних характеристик в кожен момент часу, в другу чергу отримати всі можливі ознакові характеристики повітряного об'єкта, в третю чергу визначити та врахувати ситуативні характеристики.

Таким чином, для вирішення завдання виявлення, супроводження, розпізнавання повітряного об'єкта та ситуації, яку він створює, врахувавши зміст та порядок обробки даних та інформації про повітряну обстановку, можна виділити три окремі групи характеристик повітряного об'єкта: координатні, ознакові, ситуативні. Для якіснішого розпізнавання повітряного об'єкта ознакові характеристики розподілено за їх ваговою часткою збільшення інформації про повітряний об'єкт.

Характеристики повітряного об'єкта:

координатні, що визначають факт наявності повітряного об'єкта та його місцеположення в просторі: місцезнаходження (координати у визначеній системі координат, які приклад поверхнева прямокутна (X, Y, Z)) у кожен момент часу, похідні від місцезнаходження – швидкість, прискорення (величина (модуль $|V|$, $|a|$), напрямок (курс C_v , C_a));

ознакові, що дозволяють віднести повітряний об'єкт до певного класу, типу:

вторинний сигнал відповідача, діапазон (RBS , Mk , SR , ADS);

наявність, тип, потужність радіовипромінювання ($RAD=\{0,1\}$, $Type_r$, P_r);

видима сигнатура ($I(f)$) (зображення, профіль);

геометричні розміри (L , W , H);

кількість озброєння, тип (N_{arm} , $Type_{arm}$);

тип (модель) ($Type_{mod}$);

радіочастотна сигнатура ($R(f)$);

ефективна площа розсіювання (RCS);

інфрачервона сигнатура ($IR(f)$) (зображення, профіль);

наявність активної роботи двигуна ($ENG=\{0,1\}$), кількість двигунів (N_{eng});

акустична сигнатура ($A(f)$);

ситуативні, що створюють (можуть створити) повітряний об'єкт:

зміна висоти, курсу;

постановка завад;

застосування озброєння (пуск керованої, некерованої ракети, скидання бомби, стрільба з гармати тощо);

ураження іншого об'єкта (повітряного, наземного);

десантування техніки, особового складу, вантажів;

знаходження у забороненій зоні;

рух у напрямку кордону або забороненої зони;

відсутній зв'язок управління;

не виконання команд управління;

подання (спостереження) візуальних знаків та сигналів;

подання сигналу "Біда";

зліт, посадка, падіння та інше.

Обговорення

Отже, на першому місці розміщені координатні характеристики, що використовуються на етапі обробки даних і отриманні траєкторної інформації про повітряний об'єкт, на другому – ознакові характеристики, що дозволяють провести розпізнавання повітряного об'єкта і на третьому – ситуативні характеристики, які дозволять визначити ситуацію, що склалась та провести її аналіз.

Інформаційна модель повітряного об'єкта складається з (рис. 2):



Рисунок 2. Інформаційна модель повітряного об'єкта

даних, що надходять від пункту управління цим повітряним об'єктом ($R_{cp}(f)$);

даних про місцезнаходження від системи GNSS (супутникової системи навігації) (ADS), при умові обладнання і використання апаратури автоматичного залежного спостереження $ADS-B$;

координатних характеристик ($X, Y, Z; |V|, |a|, C_v, C_a$);

даних, що випромінює відповідач (RBS, Mk, SR, ADS), при умові обладнання і використання апаратури вторинної локації;

даних про наявність, тип, потужність радіовипромінювання ($RAD=\{0,1\}, Type_r, P_r$), радіочастотна сигнатура ($R(f)$) та ефективна площа розсіювання (RCS);

зображення, профіль, видима сигнатура ($I(f)$), геометричні розміри (L, W, H), кількість озброєння, тип ($N_{arm}, Type_{arm}$), тип (модель) ($Type_{mod}$);

зображення, профіль у інфрачервоному діапазоні, інфрачервона сигнатура ($IR(f)$), наявність активної роботи двигуна ($ENG=\{0,1\}$), кількість двигунів (N_{eng});

звук (шум) польоту, що акустична сигнатура ($A(f)$);

ситуативних характеристик (S_i).

В подальшому планується проведення аналізу характеристик, які спроможні виявити датчики даних про повітряні об'єкти, провести оцінювання їх відповідності характеристикам повітряного об'єкта для створення моделі обробки інформації про повітряну обстановку.

Висновки

Для вирішення завдання виявлення, супроводження, розпізнавання повітряного об'єкта та ситуації, яку він створює, виділено три окремі групи характеристик повітряного об'єкта: координатні, ознакові, ситуативні.

За важливістю, на першому місці розміщені координатні характеристики, на другому – ознакові характеристики і на третьому – ситуативні характеристики. Ознакові характеристики розподілено їх за ваговою часткою збільшення

інформації про повітряний об'єкт.

Створено інформаційну модель повітряного об'єкта.

Напрямом подальшого дослідження є створення моделі обробки інформації про повітряну обстановку.

Список використаних джерел

1. С. М. Ковалевський, Г. В. Худов, В. І. Боровий. Перспективи розвитку засобів повітряного нападу як об'єктів радіолокаційного виявлення. *Системи озброєння і військова техніка*. Харків, 2014, № 4(40). С. 31–35.
2. С. С. Дроздов, В. В. Тюрін, О. А. Коршець, В. М. Горбенко. Аналіз операційного середовища та ймовірні сценарії застосування Повітряних Сил Збройних Сил України. *Наука і оборона*. Київ, 2019, № 3. С. 25–30.
3. В. Є. Шамко, О. М. Жарик, В. В. Коваль. Основні особливості застосування Повітряних Сил в сучасних умовах ведення збройної боротьби. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. Харків, 2017, № 2(27). С. 15–18.
4. С. І. Корсунов, Г. А. Левагін, В. О. Коротій. Застосування засобів повітряного нападу провідних країн світу у збройних конфліктах і локальних війнах. *Системи обробки інформації*. Харків, 2016, Випуск 3 (140). С. 131–135.
5. В. Г. Радецький, І. С. Руснак, Ю. Г. Даник. Безпілотна авіація в сучасній збройній боротьбі: монографія. Київ, 2008. 224 с.
6. В. М. Ліщенко, В. В. Чалий, А. Д. Карлов. Малорозмірні безпілотні літальні апарати як об'єкти радіолокаційної розвідки. *Системи управління, навігації та зв'язку*. Харків, 2016, Випуск 3(39). С. 27–32.
7. О. В. Пуховий, В. В. Бондар. Аналіз напрямів підвищення можливостей щодо виявлення та супроводження малорозмірних, маловисотних повітряних об'єктів. *Повітряна міць України*. Київ, 2021, № 1(1). С. 12–14.
8. В. В. Камінський, В. В. Тюрін, О. А. Коршець, Н. О. Королюк. Система протидії повітряному тероризму в Україні. *Наука і оборона*. Київ, 2017, № 3/4. С. 8–17.
9. А. Я. Торопчин, І. О. Романенко, Ю. Г. Даник, Р. Е. Пащенко. Довідник з протиповітряної оборони. Київ, 2003. 368 с.

ANALYSIS OF THE CHARACTERISTICS OF THE AIR OBJECT TO CREATE AN INFORMATION MODEL OF AIR OBJECT

Valerii Bondar

<https://orcid.org/0000-0001-8843-680X>

Bogdan Semon

<https://orcid.org/0000-0002-7449-8214>

Oleksii Martyniuk (Candidate of Technical Sciences, Associate Professor)

<https://orcid.org/0000-0003-2578-0018>

The National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskiy, Kyiv, Ukraine

When processing data and information about air objects, among many characteristics it is necessary to choose a sufficient minimum of the most important characteristics, which will allow responsible officials to promptly make a reasonable decision for actions of duty forces and use air defense forces, complete the task at a certain level.

The article indicates the main factors influencing the decision-making on the use of weapons. Defined types of most important air targets in wartime and important air objects in peacetime.

An analysis of the characteristics of air objects was carried out, and three separate groups of air object characteristics were identified. The importance of obtaining groups of characteristics was determined, as well as the sign characteristics were distributed according to the weighted share of increasing information about the air object. The information model of the air object was created.

Keywords: *means of air assault, aircraft, air objects, air situation, air object characteristics, information model, data processing, information processing.*

References

1. S. M. Kovalevskiy, H. V. Khudov, V. I. Borovyi. Perspektivy rozvytku zasobiv povitrianoho napadu yak ob'ektiv radiolokatsiinoho vyavleniia. Systemy ozbroieniia i viiskova tekhnika. Kharkiv, 2014, № 4(40). S. 31–35.
2. S. S. Drozdov, V. V. Tiurin, O. A. Korshets, V. M. Horbenko. Analiz operatsiinoho seredovyscha ta ymovirni stsensarii zastosuvanniia Povitrianykh Syl Zbroinykh Syl Ukrainy. Nauka i oborona. Kyiv, 2019. № 3. S. 25–30.
3. V. Ye. Shamko, O. M. Zharyk, V. V. Koval. Osnovni osoblyvosti zastosuvanniia Povitrianykh Syl v suchasnykh umovakh vedenniia zbroinoi borotby. Nauka i tekhnika Povitrianykh Syl Zbroinykh Syl Ukrainy. Kharkiv, 2017. № 2(27). S. 15–18.
4. S. I. Korsunov, H. A. Levahin, V. O. Korotii. Zastosuvanniia zasobiv povitrianoho napadu providnykh krain svitu u zbroinykh konfliktakh i lokalnykh viinakh. Systemy obrobky informatsii. Kharkiv, 2016. Vypusk 3 (140). S. 131–135.
5. V. H. Radetskiy, I. S. Rusnak, Yu. H. Danyk. Bezpilotna aviatsiia v suchasni zbroinii borotbi: monohrafiia. Kyiv, 2008. 224 s.
6. V. M. Lishchenko, V. V. Chalyi, A. D. Karlov. Malorozmirni bezpilotni litalni aparaty yak ob'ekty radiolokatsiinoi rozvidky. Systemy upravlinnia, navihatsii ta zviazku. Kharkiv, 2016, Vypusk 3(39). S. 27–32.
7. O. V. Pukhovyi, V. V. Bondar. Analiz napriamiv pidvyshchenniia mozhlyvosti shchodo vyavleniia ta suprovodzhenniia malorozmirnykh, malovysotnykh povitrianykh ob'ektiv. Povitriana mits Ukrainy. Kyiv, 2021. № 1(1). S. 12–14.
8. V. V. Kaminskyi, V. V. Tiurin, O. A. Korshets, N. O. Koroliuk. Systema protydii povitriano mu teroryzmu v Ukraini. Nauka i oborona. Kyiv, 2017. № 3/4. S. 8–17.
9. A. Ya. Toropchyn, I. O. Romanenko, Yu. H. Danyk, R. E. Pashchenko. Dovidnyk z protypovitrianoi oborony. Kyiv, 2003. 368 s.