

ПИТАННЯ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ ВІЙСЬКОВИХ ЧАСТИН ТА ПІДРОЗДІЛІВ ДЕРЖАВНОЇ АВІАЦІЇ УКРАЇНИ, ЗЕНІТНИХ РАКЕТНИХ, РАДІОТЕХНІЧНИХ ТА СПЕЦІАЛЬНИХ ВІЙСЬК, РАДІОТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ЗВ'ЯЗКУ

Пуховий Олександр Володимирович (кандидат військових наук, доцент)

<https://orcid.org/0000-0002-2683-3374>

Бондар Валерій Вікторович

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

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

АНАЛІЗ НАПРЯМІВ ПІДВИЩЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ЩОДО ВИЯВЛЕННЯ ТА СУПРОВОДЖЕННЯ МАЛОРОЗМІРНИХ, МАЛОВИСОТНИХ ПОВІТРЯНИХ ОБ'ЄКТІВ

У статті наведено фактори, що впливають на радіолокаційне виявлення повітряних об'єктів, розглянуто заходи щодо підвищення ефективності виявлення малорозмірних, маловисотних повітряних об'єктів (тактичних безпілотних літальних апаратів), загальні тенденції розвитку радіолокаційних станцій. Розглянуто шляхи розширення можливостей засобів радіолокації щодо виявлення, розпізнавання повітряних об'єктів за рахунок комбонування їх з радіотехнічними засобами розвідки, оптичними, акустичними та інфрачервоними засобами виявлення. Перспективним методом підвищення ефективності радіолокаційного виявлення малорозмірних, маловисотних повітряних об'єктів є використання єдиних активно-пасивних багатопозиційних радіолокаційних систем, з використанням енергії сторонніх джерел випромінювання, а також комбонування інформації, що надходить по каналам різної фізичної природи для її подальшої видачі споживачам для прийняття рішення.

***Ключові слова:** тенденції, засоби радіолокації, безпілотний літальний апарат, радіолокаційне виявлення, методи та способи виявлення повітряних об'єктів, обробка інформації.*

Вступ

Повітряні об'єкти, які необхідно виявити, характеризуються сукупністю факторів, які визначають спроможність до їх радіолокаційного виявлення:

радіолокаційна помітність повітряного об'єкта в певному частотному діапазоні;

параметри траєкторії польоту, що забезпечують ефективне застосування повітряного об'єкта, його швидкісні характеристики;

умови радіоелектронної обстановки, в яких повинно забезпечуватися радіолокаційне виявлення засобів повітряного нападу (далі – ЗПН) [1].

Для удосконалення ЗПН проводяться спеціальні заходи:

зниження радіолокаційної помітності – спрямоване на зменшення величини щільності потоку потужності, що розсіюється в напрямку приймаючої антени;

розрахунок параметрів траєкторії польоту, що забезпечує найбільш ефективне використання ЗПН.

Відомо, що сучасною тенденцією є широке застосування безпілотних літальних апаратів (далі – БпЛА) [2]. 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 концепція 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 [3].

Основними засобами контролю повітряного простору залишаються активні радіолокаційні станції (далі – РЛС). Основними перевагами застосування РЛС для виявлення БпЛА залишається їх спроможність виявляти повітряні об'єкти в будь-яку пору доби, за будь-якої метеорологічної обстановки та незалежно від наявності випромінювання від БпЛА.

Існуючі РЛС спроможні виявляти БпЛА оперативного-тактичного та стратегічного класу.

Існує необхідність у проведенні подальших досліджень щодо удосконалення засобів радіолокації, режимів їх роботи, способів сумісного застосування різних джерел інформації про повітряну обстановку з метою підвищення ефективності виявлення та супроводження тактичних БпЛА.

Метою статті є аналіз напрямів підвищення можливостей щодо виявлення та супроводження

повітряних об'єктів, особливо малорозмірних, маловисотних повітряних об'єктів (тактичних БпЛА) різними джерелами виявлення повітряних об'єктів для подальшої обробки даних та видачі інформацію про повітряну обстановку споживачам.

Виклад основного матеріалу дослідження

Для підвищення ефективності радіолокаційного виявлення малорозмірних, маловисотних повітряних об'єктів (до яких відносяться тактичні БпЛА) проводяться заходи з використанням наступних методів та способів:

використання РЛС з більшим енергетичним потенціалом;

використання РЛС усіх діапазонів частот;

ущільнення розташування РЛС на небезпечних напрямках;

поєднано-паралельний електронний огляд зони по куту місця та двомірне електронне сканування діаграми спрямованості антен;

використання фазованих антенних решіток (далі – ФАР) на передачу;

цифровий синтез зондуючих сигналів з різними параметрами (несучою частотою, видом модуляції, шириною смуги, тривалістю, частотою посилок імпульсів);

цифрове діаграмоутворення ФАР на прийом;

автоматичний аналіз завадової обстановки та адаптивний вибір засобів та режимів захисту від завад;

використання багатопозиційних систем (наращування РЛС до активно-пасивного комплексу, використання енергій сторонніх джерел випромінювання) [4, 5].

Особливостями багатопозиційних радіолокаційних систем є використання просторово-часових методів обробки сигналів, які приймаються одночасно в просторово-рознесених точках прийому. При цьому використовуються як активні, так і пасивні методи прийому.

Подальший розвиток радіолокаційних систем здійснюється в напрямку поєднання властивостей окремих видів радіолокаційних систем в єдині активно-пасивні багатопозиційні радіолокаційні системи. В таких комплексах проводиться комплексна обробка радіолокаційної інформації.

Загальні тенденції розвитку РЛС, окрім спеціалізованих:

здатність вимірювати повні просторові координати цілей, а в деяких – і радіальну швидкість цілі;

здатність здійснювати автоматично й автоматизовано первинну, вторинну (трасову) і третинну (мультирадарну) обробку радіолокаційної інформації і виступати у разі необхідності, в ролі автоматизованого командного пункту ротного рівня;

кількість транспортних одиниць становить від 1 до 3;

використання переважно ФАР, у тому числі активних (випромінюючих) і цифрових (приймальних);

використання твердотільних (у метровому і дециметровому діапазонах хвиль) передавальних пристроїв (у перспективі – і у сантиметровому діапазоні);

використання складних великобазових зондувальних сигналів із низькою імпульсною потужністю;

відмова від індикаторів із післясвітінням і використання безінерційних моніторів як засобів відображення інформації;

інтерфейсні способи взаємодії систем і оператора;

майже повна відсутність органів регулювання і налаштування;

спрощене обслуговування РЛС (щоденне та сезонне);

висока надійність (середнє напрацювання на відмову – тисячі годин);

високі ресурсні показники (50 – 100 тисяч годин) [6].

Також, реалізуючи основні тенденції розвитку РЛС, систем РЛС – якісне підвищення інформативності та достовірності, інтерпретації радіолокаційного відображення, скорочення часу огляду і впровадження нових технологій сприяють підвищенню ефективності радіолокаційного виявлення БпЛА.

Збільшення інформативності при обробці первинної інформації можна досягати оптимальним вибором довжин хвиль, поляризації, попереднім збором й накопиченням інформації та її комплексуванням.

Дедалі більшого поширення в сучасних РЛС набуває така функція, як розпізнавання цілей за класами й типами з використанням поляризаційних, просторових, спектральних і траскторних ознак.

Маючи у своєму складі потужні обчислювальні засоби, сучасні РЛС здатні здійснювати обробку не лише своєї інформації, а й даних, отриманих від інших РЛС, тобто здійснювати так звану мультирадарну (третинну) обробку інформації.

Для сучасних і перспективних РЛС характерне значне підвищення експлуатаційних характеристик. Для більшості новітніх розробок запас ресурсу становить не менше 50 тисяч годин, а в перспективних РЛС він буде доведений до 100 тисяч годин, тобто до 10...15 років цілодобової роботи. При цьому зникає поняття капітального ремонту [7].

Використання новітніх розробок, включаючи ФАР із твердотільними приймально-передавальними модулями і засоби обчислювальної техніки з високою продуктивністю, надало реальної можливості створення станцій з мінімальним рівнем обслуговування. Основу технічного обслуговування становитиме фірмове супроводження протягом усього життєвого циклу.

Як при розробці нових, так і при модернізації існуючих РЛС однією з найважливіших задач є зниження вартості життєвого циклу, що

досягається за рахунок зниження експлуатаційних витрат.

Не менш важливою тенденцією розвитку активної радіолокації є створення та застосування РЛС-роботів, тобто цілковито автоматизованих дистанційно керованих РЛС, особливо для виявлення повітряних об'єктів на малих і гранично малих висотах.

Слід зауважити, що використовуючи характерні демаскуючі ознаки БпЛА, які виділяють його в навколишньому середовищі, активно продовжують розробляти різноманітні засоби виявлення БпЛА – це і традиційні засоби радіолокації та радіотехнічної розвідки, і акустичні засоби, і оптико-електронні засоби та засоби розвідки в інфрачервоному діапазоні, але кожен з означених засобів не може бути універсальним засобом, через слабкість супроводжуючих їх демаскуючих ознак.

Для ефективного виявлення БпЛА РЛС повинні реалізувати в режимах роботи, програмному забезпеченні, системах обробки сигналів від малорозмірних цілях нові сучасні досягнення. При цьому можуть застосовуватися: малопотужні моноімпульсні локатори; спеціальні методи обробки сигналів ФАР; пасивний і напівпасивний методи пеленгації; оптичні засоби виявлення, нові методи ширококугової радіолокації, що дозволяє отримати збільшення значень ефективної площі розсіювання малорозмірних БпЛА і т.д.

Для підвищення дальності виявлення малорозмірних маловисотних цілей та їх стійкого супроводження доцільно використовувати різного роду вишки, аеростати для розміщення на них активних випромінюючих РЛС, а також акустичні векторні датчики, застосування яких дозволяє отримати тривимірну акустичну обізнаність про рухомі повітряні цілі. Такі датчики здатні виявити і визначити місце розташування літальних апаратів з працюючими двигунами з будь-яких напрямків. Із застосуванням відповідних методів обробки отриманих акустичних сигналів може бути досить точно визначено місце розташування малорозмірних БпЛА.

Істотним доповненням щодо виявлення малорозмірних БпЛА є застосування спеціалізованих засобів розвідки, що володіють кращими розвідувальними можливостями для виявлення цілей з малою ефективною площею розсіювання, створення спеціальних каналів першочергової видачі і обміну розвідувальною інформацією про дії БпЛА. Вкрай важливо отриману інформацію доповнити інформацією від мережі постів візуального спостереження, яка є досить ефективною при виявленні маловисотних малорозмірних цілей. Ретельно спланована і побудована мережа постів візуального спостереження, розгорнута на панівних висотах, обладнана сучасними оптико-електронними системами цілодобового спостереження, засобами зв'язку і передачі даних, дозволить підвищити ефективність виявлення малорозмірних, малоконтрастних цілей.

Слід зазначити, що актуальним залишається питання обробки інформації про повітряну обстановку від всіх наявних джерел інформації для подальшої її видачі зацікавленим споживачам.

Висновки

Загальною тенденцією розвитку засобів радіолокації є якісне підвищення інформативності та достовірності інформації шляхом оптимального вибору довжин хвиль, поляризації, попереднім збором та накопиченням інформації; інтерпретації радіолокаційного відображення, скорочення часу огляду, впровадження нових інформаційних технологій, поєднання переваг різних типів РЛС і комбіноване їх використання у системі розвідки.

Розширити можливості РЛС по виявленню, розпізнаванню і визначенню типу БпЛА можна шляхом компонування їх з радіотехнічними засобами розвідки, оптичними, акустичними та інфрачервоними засобами виявлення.

Перспективним шляхом підвищення ефективності радіолокаційного виявлення малорозмірних, маловисотних повітряних об'єктів (тактичних БпЛА) є використання єдиних активно-пасивних багатопозиційних радіолокаційних систем, які застосовують автоматизовані дистанційні керовані РЛС, з використанням енергії сторонніх джерел випромінювання, а також компонування інформації, що надходить по каналам різної фізичної природи для її подальшої видачі споживачам для прийняття рішення.

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*. 2014. № 4(40). С. 31–35.
2. В. Г. Радецький. Безпілотна авіація в сучасній збройній боротьбі: монографія / В. Г. Радецький, І. С. Руснак, Ю. Г. Даник. Київ: НАОУ, 2008. 224 с.
3. В. М. Ліщенко. Малорозмірні безпілотні літальні апарати як об'єкти радіолокаційної розвідки / В. М. Ліщенко, В. В. Чалий, А. Д. Карлов. *Системи управління, навігації та зв'язку*. 2016. Вип. 3. С. 27–32.
4. Н. Khudov, A. Zvonko, S. Kovalevskiy, V. Lishchenko, F. Zots. Method for the Detection of small-sized Air Objects by Observational Radars. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2018. Vol. 2, No. 9(92). P. 61–68.
5. A. V. Fedorov, O. V. Pukhovyi. Proposals for improving the quality of radar control of airspace by using the information of the automatic independent cooperative surveillance system ADS-B. Prospects and priorities of research in science and technology: Collective monograph. Riga: Baltija Publishing. 2020.
6. О. В. Белавін, В. Й. Клименко, Г. Г. Камалтинов, О. С. Маляренко. Напрямки розвитку радіолокаційних засобів розвідки та контролю повітряного простору. *Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил*. 2014. № 3(40). С. 47–52.
7. О. В. Белавін, В. Й. Клименко, Г. Г. Камалтинов, О. С. Маляренко. Світові тенденції розвитку радіолокаційних засобів контролю повітряного простору / О. В. Белавін. *Наука і оборона*. 2015. № 1. С. 48–53.