

Розвиток, бойове застосування та озброєння радіотехнічних військ

УДК 621.396

С.М. Ковалевський, Г.В. Певцов, Г.В. Худов

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО СТВОРЕННЯ СКРИТОГО МАЛОВИСОТНОГО РАДІОЛОКАЦІЙНОГО ПОЛЯ В УМОВАХ ВЕДЕННЯ СУЧАСНИХ МЕРЕЖЕЦЕНТРИЧНИХ ТА ГІБРИДНИХ ВІЙН

В сучасних мережецентричних та гібридних війнах основною тенденцією застосування перспективних засобів повітряного нападу є їх використання на малих та гранично малих висотах. З метою нарощування можливостей існуючого радіолокаційного угруповання в роботі розроблені пропозиції щодо створення скритого радіолокаційного поля на малих висотах за рахунок рознесених радіолокаційних систем, які використовують випромінювання зовнішніх передатчиків.

Ключові слова: мережецентрична війна, гібридна війна, мала висота польоту, радіолокаційне поле, радіолокаційна система, зовнішній передатчик.

Вступ

Постановка проблеми у загальному вигляді. Надійна повітряна оборона держави неможлива без створення ефективної системи розвідки і контролю повітряного простору.

З аналізу [1 – 8] встановлено, що в перспективі усі засоби повітряного нападу (ЗПН) поділяються на дві групи: перша, яка складається в основному з пілотованої авіації, - відносно крупних розмірів літальних апаратів, які виконують задачі на значному віддаленні від переднього краю (100 – 400 км) на великих висотах та лише в рідких випадках при повній перевазі над противником у повітрі здійснює польоти над його територією; друга - малорозмірні, малопомітні, як правило, безпілотні літальні апарати, які будуть здійснювати польоти в зоні досяжності засобів протиповітряної оборони та виконувати завдання розвідки, радіоелектронної боротьби (РЕБ), доставки засобів ураження, наведення та ураження наземних об'єктів з малих та середніх висот. При цьому основна сучасна концепція розвитку ЗПН – концепція ведення адаптивних розвідувально-ударних бойових дій, яка відповідає вимогам безконтактних війн, форми, способи та структура яких можуть створюватися та уточнюватися у реальному масштабі часу в залежності від обстановки.

Отже, з урахуванням аналізу перспектив розвитку ЗПН, характеру сучасних мережецентричних та гібридних війн [1-10] необхідно докорінно змінити підходи до організації радіолокаційної розві-

дки повітряного простору та використанню її результатів.

Мета статті – розробка пропозицій щодо створення скритого маловисотного радіолокаційного поля з метою нарощування можливостей існуючого радіолокаційного угруповання в умовах ведення сучасних мережецентричних та гібридних війн.

Аналіз останніх досягнень і публікацій. В сучасних мережецентричних та гібридних війнах основною проблемою в організації вискоефективної системи контролю повітряного простору є створення та підтримка суцільного автоматизованого радіолокаційного поля над територією держави та прилеглими територіями на малих та гранично малих висотах [2, 5, 9, 11, 12-14].

Відомо [15], що засобом збільшення дальності виявлення маловисотних цілей є збільшення висоти підйому фазового центру антени радіолокаційної станції (РЛС), для чого при розробці мобільних РЛС виявлення маловисотних цілей передбачається використання легких вишок, що входять до складу РЛС. Але, зі збільшенням висоти підйому фазового центру антени розширюється і зона, в межах якої на РЛС впливають відбиття від місцевих предметів. Отже, основними вимогами до РЛС кругового огляду, що призначені для виявлення маловисотних цілей, є забезпечення можливості установки на вишках та наявність ефективної апаратури придушення відбиття від місцевих предметів. Не менш важливим є також вимога до мобільності РЛС, що обмежує вагогабаритні характеристики апаратури РЛС та антени [15].

У зв'язку з удосконаленням та розширенням номенклатури ЗПН, що діють на малих та гранично малих висотах, з однієї сторони, та розвитком радіолокаційної техніки та елементної бази, з другої, у подальшому при удосконаленні маловисотних РЛС знаходять широке використання нові інформаційні технології [15]:

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

- активні, попуактивні та пасивні на передачу фазовані антенні решітки (ФАР);

- 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;

- автоматична топографічна прив'язка та орієнтування РЛС по інформації космічних навігаційних систем;

- комплексування РЛС з засобами вторинної радіолокації;

- можливість нарощування РЛС до активно-пасивного комплексу;

- використання нетрадиційних методів радіолокації.

В статті основну увагу приділимо використанню нетрадиційних методів радіолокації.

Постановка задачі та викладення матеріалів дослідження

Для забезпечення безперервного радіолокаційного контролю польотів повітряних об'єктів на малих висотах можливо використання рознесених радіолокаційних систем, які використовують випромінювання зовнішніх передатчиків [16, 17]. Пасивні радарні системи, що аналізують сигнали телевізійного віщання (ефірного та супутникового), FM-радіо, осередкової телефонії, короткохвильового радіозв'язку, що відбиваються від цілей, здійснюють виявлення цілей у полі стороннього підсвіту. Таке поле підсвіту відрізняється рентабельністю моніторингу повітряного простору у мирний час та стійкістю до радіоелектронної протидії під час війни. Наявність великої кількості джерел випромінювання як в космосі, так і на землі, що створюють суцільні електромагнітні поля підсвіту, дає можливість використовувати їх у якості джерела сигналу в пасивних чи напівактивних системах для виявлення різного типу цілей. При цьому немає необхідності витрачатися на випромінювання радіосигналів. Для приймання сигналів, що відбиваються від цілей, використовують багатоканальні

рознесені на місцевості приймальні модулі, які сумісно з джерелами випромінювання створюють комплекс напівактивної локації. Пасивний режим роботи таких систем дозволяє забезпечити їх скритність.

Розрахунки показують, що скритність системи напівактивної локації по коефіцієнту маскуванню як мінімум в 1,5-2 рази вище, ніж у РЛС з традиційним суміщеним принципом [17].

Можливість виявлення повітряних об'єктів методом локації «на просвіт» розглянута в [16-19]. Основними ознаками локації «на просвіт» є [17]:

- незалежність ефективної площини розсіювання (ЕПР) при розсіюванні вперед від наявності радіопоглинаючого покриття та форми повітряного об'єкту;

- значне збільшення (на декілька порядків) ЕПР повітряного об'єкту, які знаходяться в області прямої видимості між передавачем та приймачем.

Комплекс просвітної радіолокації будується у вигляді бар'єрів. Кожен бар'єр представляє бістатичну РЛС, яка будується на базі наступних принципів [16, 19]:

- на передавальній позиції використовується ненаправлена антена, що випромінює сигнал одночасно у всьому секторі існування просвітнього ефекту;

- на приймальній позиції використовується антена з багатопроменевою діаграмою спрямованості, яка перекриває весь сектор існування просвітнього ефекту;

- антени на обох позиціях підняті на висоту 25-30 м для забезпечення радіовидимості при відстанях між позиціями 40-50 км;

- просторово-часова обробка сигналів на приймальній позиції включає паралельний огляд простору по кутовій координаті та спектральний аналіз в області доплерівських частот;

- супроводження повітряних об'єктів здійснюється по вектору первинних координат: доплерівське зміщення частоти, кутова координата в горизонтальній площині;

- проводиться функціональне перетворення вимірювальних координат в просторові координати та супроводження повітряних об'єктів по просторовим координатам.

Прикладом створення та функціонування рознесених радіолокаційних систем, які використовують випромінювання зовнішніх передатчиків, є білоруська система «Поле», американська система «Silent Sentry», французька система «Dark».

Метод локації «на просвіт» покладений в основу роботи перспективної американської системи контролю повітряного простору «Silent Sentry» компанії Lockheed Martin [20]. В цій системі використовується принцип напівактивної локації, при

якій джерела випромінювання (підсвіту цілі) та приймачі відбитого сигналу рознесені між собою на деяку відстань, а вимірювання координат об'єктів здійснюється сумарно-далекомірним способом. Для підсвіту цілей використовується випромінювання радіостанцій, телевізійних та радіо центрів, а також літаків E-3 системи AWACS. Дальність виявлення малорозмірних цілей – 220 км, точність виміру координат – 100 м.

У 2012 році компанія Cassidian Європейського космічного концерну EADS представила новітню розробку пасивної РЛС, яка може бути встановлена на шасі та представляє двохвісний автобус, в салоні якого змонтована вся електроніка, а на даху – телескопічна штанга з блоком приймальних антен (рис. 1) [21]. Оновлення інформації на дисплеї оператора проводиться раз у пів секунди. Пасивна РЛС працює у трьох радіодіапазонах: ультракороткохвильовий, DAB (цифрове радіо), DVB-T (цифрове телебачення). Помилка при виявленні цілі не перевищує 10 м [21].



Рис. 1 Пасивна РЛС компанії Cassidian Європейського космічного концерну EADS

З конструкції антенного блоку (рис. 1) видно, що комплекс може визначати напрямок на ціль та кут місця. Відкритим є питання визначення дальності до об'єкта.

Наведені вище системи використовують випромінювання телевізійних центрів та ультракороткохвильових радіостанцій, сигнали яких по своїй структурі не є найкращими для використання в радіолокації: недоліком є недостатня роздільна здатність по дальності та періодичність автокореляційної функції сигналів [16].

Багатопозиційна рознесена радіолокаційна система напівактивної локації в полі випромінювання системи осередкового зв'язку, радіо та телевізійного віщання наземного та космічного базування наведена на рис. 2 [17, 22].

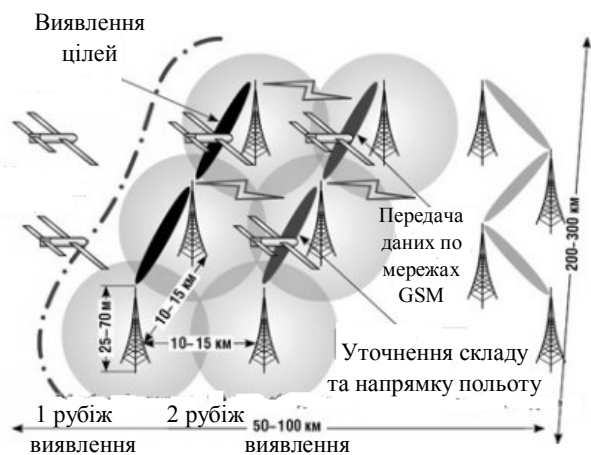


Рис. 2. Багатопозиційна рознесена радіолокаційна система в полі випромінювання системи осередкового зв'язку

Система побудована у декілька рубежів виявлення на глибину 50-100 км по фронту у смузі 200-300 км та по висоті до 1500 м. Вертикальний профіль зони виявлення в полі випромінювання системи осередкового зв'язку наведений на рис. 3 [17].

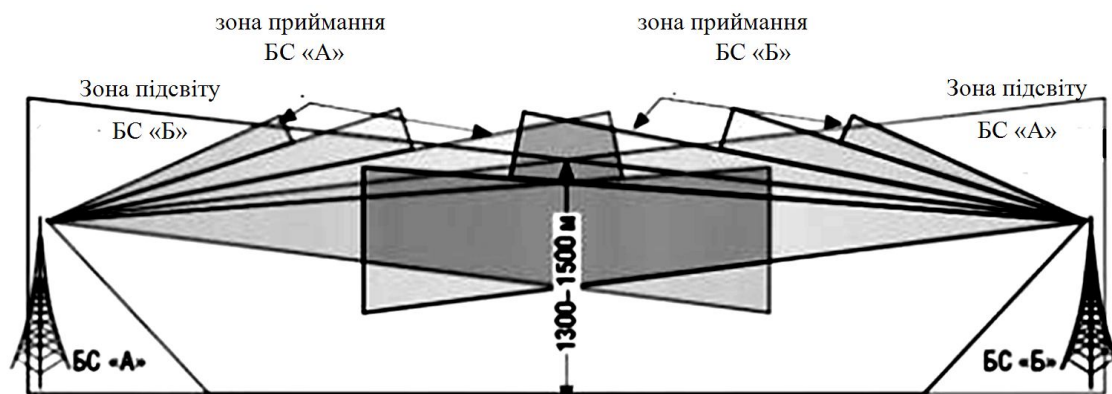


Рис. 3. Вертикальний профіль зони виявлення в полі випромінювання системи осередкового зв'язку

Кожен рубіж виявлення представляє послідовність зон виявлення, що розташовуються між базовими станціями (БС). Зона виявлення формується однобазовою рознесеною (бістатичною) доплеровською РЛС.

Інформація з кожної зони виявлення надходить по мережам GSM у Центр збору та обробки інформації, який може розташовуватися за багато кілометрів від системи виявлення.

Ототожнення цілей здійснюється по пеленгаційним, частотним та часовим ознакам, а також при встановленні відеореєстраторів – по зображенню цілей.

Проведемо приблизні розрахунки дальності прямої видимості радіолокаційної системи з використанням методів локації на просвіт.

Висота розміщення антени радіолокаційної системи, що працює на просвіт складає від 100 до 250 м. При цьому зона підсвіту нахилена у напрямку землі під кутом 30 градусів.

Висота польоту мало висотних цілей складає 10-25 м над поверхнею Землі.

Отже, розрахунки за виразом

$$D_{пв} = 4,12(\sqrt{h_a} + \sqrt{h_{ц}}), \quad (1)$$

де $D_{пв}$ – дальність прямої видимості;

h_a – висота підйому антени;

$h_{ц}$ – висота польоту цілі,

показують, що дальність прямої видимості радіолокаційної системи, що працює на просвіт, складає 54-85 км, що є недосяжною для типової РЛС виявлення мало висотних цілей.

Таким чином, багатопозиційна рознесена радіолокаційна система напівактивної локації в полі випромінювання системи осередкового зв'язку, радіо та телевізійного віщання наземного та космічного базування дозволяє:

- створити суцільне мало висотне радіолокаційне поле з багатократним багато частотним перекриттям зон випромінювання, що створені різними джерелами підсвіту;

– забезпечити засобами контролю повітряного та наземного простору ділянки, які не перекриваються традиційними засобами радіолокації;

– істотно знизити затрати на розміщення та ввід в експлуатацію у порівнянні злюбими аналогічними системами;

– вирішувати завдання практично всіх силових відомств:

- Міністерства оборони (нарошування чергового мало висотного радіолокаційного поля на загрозованих напрямках),
- Державної служби охорони (в частині забезпечення безпеки РЛС об'єктів державної охорони – комплекс можна розташувати у приміських та міських районах для моніторингу терористичних загроз з повітря та контролю використання приземного простору),
- управління повітряним рухом (контроль польотів легких літальних апаратів та безпілотних засобів на малих висотах),
- Служби безпеки України (задачі антитерористичного захисту стратегічно важливих об'єктів),
- Державної прикордонної служби (охорона державного кордону),
- Державної служби з надзвичайних ситуацій (моніторинг пожежної безпеки, пошук повітряних суден, що потерпають лихо і т.і.).

вати у приміських та міських районах для моніторингу терористичних загроз з повітря та контролю використання приземного простору),

- управління повітряним рухом (контроль польотів легких літальних апаратів та безпілотних засобів на малих висотах),
- Служби безпеки України (задачі антитерористичного захисту стратегічно важливих об'єктів),
- Державної прикордонної служби (охорона державного кордону),
- Державної служби з надзвичайних ситуацій (моніторинг пожежної безпеки, пошук повітряних суден, що потерпають лихо і т.і.).

Висновки і напрямки подальших досліджень

Таким чином, використання нетрадиційних методів радіолокації в умовах ведення сучасних мережецентричних та гібридних війн дозволяє наростити можливості радіолокаційного угруповання по створенню скритого маловисотного радіолокаційного поля (РЛП), що дозволить:

- мати на території країни систему маловисотного РЛП, що співпадає з полем покриття, що формується зонами підсвіту телевізійних, радіопередавальних центрів, системи осередкового зв'язку;

- характеристики по точності радіолокаційної інформації дозволяють виявити малорозмірну ціль, що рухається зі швидкістю 15-20 км/год, з розрізненням 150-200 м на дальності прямої видимості та видавати цілевказівки для включення у бойову роботу засобів ураження ближньої дії (переносні зенітно-ракетні комплекси або зенітна малокаліберна артилерія);

- знизити енергетичні витрати на випромінювання сигналу. Витрати на електроенергію обмежуються лише потужністю апаратури в режимі прийому;

- вирішити екологічну проблему (відсутність надвисокочастотного випромінювання), відсутність непередбачуваного впливу на радіоелектронні засоби місцевої інфраструктури;

- спостерігати повітряну ціль з флангу, при цьому ЕПР у декілька разів перевищує ЕПР у передній напівсфері;

- спостерігати повітряні цілі по сигналах бортових джерел випромінювання з використанням методів пасивної локації.

У подальших дослідженнях необхідно провести розрахунок енергетичних характеристик радіолокаційної системи скритого маловисотного РЛП, а також вирішити питання оптимізації геометричної побудови системи.

Список літератури

1. Щербинин Р. Основные тенденции развития тактических истребителей ВС ведущих зарубежных стран / Р. Щербинин // *Зарубежное военное обозрение*. – М.: МО РФ, 2013. – № 1. – С. 61-69.
2. Єрмошин М.О. Аеродинамічні цілі зенітних ракетних військ / М.О. Єрмошин, В.М. Федай. – Х.: ХВУ, 2003. – 284 с.
3. Информационный программный продукт «Справочник военной авиации» [Электронный ресурс] – Волгоград: Студия «Korax», 2001. – Режим доступа: <http://www.korax.narod.ru>.
4. Воробьев И.Н. От современной тактике к тактике сетецентрических действий / И.Н. Воробьев, В.А. Киселев // *Военная мысль*. – М.: МО РФ, 2011. – № 8. – С. 19-27.
5. Савин Л.В. Сетецентрическая и сетевая война. Введение в концепцию / Л.В. Савин. – М.: Евразийское движение, 2011. – 130 с.
6. Захаров М. Бойцы гибридного фронта / М. Захаров // *Мир и политика*. – 2014. – № 6. – С. 42-47.
7. *Win in a Complex World. The US Army Operating Concept*, 2014. – 56 p.
8. Hoffman F.G. *Conflict in the 21-st century: the rise of hybrid wars* / F.G. Hoffman. – Arlington, Virginia: Potomac Institute for Policy Studies, 2007. – 72 p.
9. Телелим В.М. Планування сил для виконання бойових завдань у «гібридній війні» / В.М. Телелим, Д.П. Музиченко, Ю.В. Пунда // *Наука і оборона*. – 2014. – № 3. – С. 30-35.
10. Радковець Ю.І. Ознаки технологій «гібридної війни» в агресивних діях Росії проти України / Ю.І. Радковець // *Наука і оборона*. – 2014. – № 3. – С. 36-42.
11. Теорія і практика боротьби з малорозмірними низьколітніми цілями (оцінка можливостей, тенденції розвитку засобів протиповітряної оборони): монографія / І.С. Романченко, О.М. Загорка, С.Г. Бутенко, О.В. Дейнега. – Житомир: Полісся, 2011. – 344 с.
12. Руснак І.С. Розвиток методологічних положень обґрунтування заходів організаційного будівництва (реформування) Повітряних Сил / І.С. Руснак, О.М. Загорка // *Наука і оборона*. – 2010. – № 1. – С. 6-12.
13. Жарик О.М. Показники і критерії оцінки ефективності прикриття важливих державних об'єктів і

угруповань військ (сил) / О.М. Жарик // *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. – Х.: ХУПС, 2012. – № 3 (9). – С. 18-26.

14. Організаційне будівництво Повітряних Сил Збройних Сил України: методичні аспекти / Ю.А. Байдак, О.М. Загорка, В.В. Гамора, В.В. Коваль // *Наука і оборона*. – К.: МО України, 2014. – № 3. – С. 17-22.

15. Образцов Е.А. Маловысотные РЛС: шаг за шагом / Е.А. Образцов, О.В. Пушков // *Воздушно-космическая оборона*. – 2012. – № 4. – С. 17-22.

16. Кондратенко А.П. Роль и место нетрадиционной радиолокации в системе контроля воздушного пространства / А.П. Кондратенко // *Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил*. – Х.: ХУПС, 2002. – Вип. 1 (39). – С. 87-90.

17. Демидюк А. Скрытый «Рубеж» воздушного контроля. Новые решения старых проблем маловысотной локации [Электронный ресурс] / А. Демидюк, Е. Демидюк. – 2013. – № 45 (513). – Режим доступа: vprk-news.ru

18. Черняк В.С. Многопозиционная радиолокация / В.С. Черняк. – М.: Радио и связь, 1993. – 416 с.

19. Бляхман А.Б. Бистатическая эффективная площадь рассеяния и обнаружения объектов при радиолокации на просвет // А.Б. Бляхман, И.А. Рунова / *Радиотехника и электроника*, 2001. – Т. 46, № 4. – С. 424-432.

20. Демидюк Е. Альтернативный вариант / Е. Демидюк // *Воздушно-космическая оборона*, 2005. – № 1 (20) – С. 12-15.

21. Рябов К. Перспективная РЛС нового класса от EADS [Электронный ресурс] / К.Рябов: – М., 2012. – Режим доступа: <http://www.topwar.ru>.

22. Кондратенко А.П. Принципы и варианты построения радиолокационной системы с использованием излучения мобильной связи / А.П.Кондратенко, П.А. Коваленко, И.С. Добрынин // *Системы обработки информации*. – Х.: ХУПС, 2006. – Вип. 4 (53). – С. 71-78.

Надійшла до редколегії 28.01.2015

Рецензент: д-р техн. наук проф. К.С. Васюта, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СОЗДАНИЮ СКРЫТОГО МАЛОВЫСОТНОГО РАДИОЛОКАЦИОННОГО ПОЛЯ В УСЛОВИЯХ ВЕДЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ СЕТЕЦЕНТРИЧЕСКИХ И ГИБРИДНЫХ ВОЙН

С.Н. Ковалевский, Г.В. Певцов, Г.В. Худов

В современных сетецентрических и гибридных войнах основной тенденцией применения перспективных средств воздушного нападения является их использование на малых и предельно малых высотах. С целью наращивания возможностей существующей радиолокационной группировки в работе разрабатываются предложения по созданию скрытого радиолокационного поля на малых высотах за счет разнесенных радиолокационных систем, которые используют излучения внешних передатчиков.

Ключевые слова: сетецентрическая война, гибридная война, малая высота полета, радиолокационное поле, радиолокационная система, внешний передатчик.

OFFERS ON CREATION OF THE LATENT LOW-LEVEL RADAR-TRACKING FIELD IN THE CONDITIONS OF CONDUCTING MODERN NETWORK-CENTRIC AND HYBRID WARS

S.N. Kovalevsky, H.V. Pevtsov, H.V. Hudov

In modern network-centric and hybrid wars by the basic tendency of application of perspective means of an air attack their use at small and extremely small heights is. For the purpose of escalating of possibilities of existing radar-tracking grouping in work offers on creation of the latent radar-tracking field at small heights at the expense of the carried radar-tracking systems which use radiations of external transmitters are developed.

Keywords: network-centric war, hybrid war, small height of flight, a radar-tracking field, the radar-tracking system, the external transmitter.