

# Зв'язок, радіотехніка, радіолокація, акустика та навігація

УДК 621.396.96

О.В. Белавін<sup>1</sup>, В.Й. Климченко<sup>2</sup>, Г.Г. Камалтинов<sup>2</sup>, О.С. Маляренко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Командування Повітряних Сил Збройних Сил України, Вінниця

<sup>2</sup>Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків

## НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ ЗАСОБІВ РОЗВІДКИ ТА КОНТРОЛЮ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ

*Розглядаються світові досягнення в області розвитку, як традиційних засобів радіолокації, якими є однопозиційні первинні і вторинні РЛС, так і багатопозиційних систем пасивної радіолокації та радіолокації із зовнішнім підсвічуванням. Аналізуються основні тенденції в процесі світового розвитку радіолокаційних засобів та їхній вплив на побудову систем контролю повітряного простору. Доводиться, що раціональне поєднання переваг однопозиційних і багатопозиційних систем радіолокаційної розвідки є загальною світовою тенденцією розвитку засобів контролю повітряного простору.*

**Ключові слова:** радіолокаційні засоби, світові тенденції, розвиток, системи контролю повітряного простору.

### Вступ

Знання світових тенденцій розвитку тих чи інших систем озброєнь є необхідною умовою для правильного вибору шляхів та напрямків розвитку аналогічних систем для Збройних Сил своєї країни. Означений підхід є особливо важливим при визначенні напрямків розвитку таких складних систем озброєння, якими є радіолокаційні засоби контролю повітряного простору. Розвиток засобів радіолокаційної розвідки, що входять до систем протиповітряної оборони і управління повітряним рухом, здійснюється на сьогодні в трьох основних напрямках: удосконалення засобів активної (традиційної) радіолокації – первинних і вторинних РЛС; розвиток засобів пасивної радіолокації: триангуляційних, різницево-дальномірних, комбінованих; розробка і втілення в практику засобів із зовнішнім підсвічуванням: побіжним і цілеспрямованим. Кожний з напрямків тривалий час розвивався самостійно і має свою історію. Розвиток активної радіолокації триває понад 70 років, не дарма вона має назву "традиційної". Зародження пасивної радіолокації припадає на 60-і роки, а дослідження радіолокаційних засобів із зовнішнім підсвічуванням розпочались лише у 80-х роках.

**Метою статті є** висвітлення загальних тенденцією розвитку усіх засобів радіолокаційної розвідки та їхній вплив на побудову систем контролю повітряного простору.

### Основний розділ

#### 1. Світові тенденції розвитку оглядових первинних РЛС

Серед радіолокаційних засобів контролю повітряного простору найбільш поширеними [1] є пер-

винні засоби активної радіолокації. Для них характерними є наступні тенденції розвитку:

1. Широке використання фазованих та цифрових антенних решіток;
2. Перехід на повністю твердотільні РЛС з широкосмуговими сигналами і зниженим рівнем випромінювання.
3. Широке використання спеціальних швидкодіючих процесорів при обробці сигналів (сигнальних процесорів) та інформаційних технологій при обробці і передачі інформації.
4. Розширення функціональних можливостей: вимірювання повних просторових координат, розпізнавання цілей, видача метеоінформації, вторинна (супроводження трас) і третинна (мультирадарна) обробки радіолокаційної інформації (РЛІ).
5. Можливість використання в системах подвійного призначення.
6. Використання "готових до застосування модулів комерційного призначення" (Commercial • oft • The • Shelf – COTS-технологія).
7. Підвищення експлуатаційних характеристик.
8. "Малообсудовуваність", економічність

Широке використання фазованих антенних решіток без перебільшення здійснило революцію в радіолокації [2]. Змінився не тільки зовнішній вигляд РЛС, а й принципи їх бойового застосування, технічного обслуговування, ремонту і т. ін.

Стримуючим фактором для широкого використання ФАР в оглядових РЛС в діапазонах L та S тривалий час була їх висока вартість. Використання в останні часи Ш-хвилеводів, як випромінюючих елементів, значно спростило технологію виготовлення ФАР і знизило їхню вартість. На сьогодні в оглядових РЛС L та S діапазонів, в яких немає необ-

хідності гнучкого управління променем у горизонтальній площині, використовуються саме такі ФАР (80K6, 64Л6, RAT-31SL)

Перехід на повністю твердотільні РЛС зі складними (із внутрішньоімпульсною модуляцією) і складеними зондувальними сигналами в поєднанні з використанням ФАР створив передумови для створення принципово нових за структурою та складом апаратури РЛС.

Завдяки складним зондувальним сигналам можна досягти необхідного енергетичного потенціалу за низьких значень імпульсної потужності, що докорінно змінює принципи побудови передавальних пристроїв. Крім цього, підвищується захищеність РЛС від імпульсних завад.

За низьких значень імпульсної потужності стає можливим використання твердотільних передавальних модулів, що в свою чергу дозволяє відмовитись від високовольтної апаратури, чим значно підвищується надійність передавачів і в разі зменшуються їхні ваго-габаритні характеристики.

Використання складених (таких, що складаються з кількох імпульсів) зондувальних сигналів з різними законами внутрішньоімпульсної модуляції дозволяє перекрити характерні для тривалих зондувальних сигналів "сліпі дальності" в зонах виявлення цілей.

В цілому, мініатюризація передавальних твердотільних модулів відкриває можливості для створення так званих "цифрових" РЛС, в яких використовуються активні фазовані антенні решітки з цифровим управлінням променем і на випромінювання, і на прийом. В таких РЛС передавальний та приймальний пристрої в традиційному розумінні відсутні, а мініатюрні передавально-приймальні модулі розташовані безпосередньо на антенному полотні за кожним із випромінювачів.

Яскравим прикладом таких РЛС є російські розробки 1Л119 (Небо-СВУ) [3] та РЛС 55Ж6УМ ("Ниобий") [4].

Широке використання спеціальних швидкодіючих процесорів при обробці сигналів (сигнальних процесорів) та інформаційних технологій при обробці і передачі інформації надзвичайно розширюють функціональні можливості РЛС як засобів розвідки:

- реалізація оптимальних алгоритмів обробки сигналів на фоні завад;
- адаптація до швидкозмінних умов радіоелектронної обстановки;
- мультирадарна обробка інформації;
- відображення інформації в різних формах;
- розвинена система автоматичного контролю та діагностики;
- висока швидкість обміну інформації із зовнішніми споживачами.

В цілому, широке використання спеціальних швидкодіючих процесорів та нових інформаційних технологій забезпечує швидку інтеграцію сучасних РЛС в інформаційні мережі різного призначення.

Для сучасних і перспективних РЛС характерним є значне розширення їхніх функціональних можливостей.

Усі сучасні РЛС, за винятком деяких РЛС подвійного призначення, є трикоординатними. Такий клас РЛС, як радіолокаційні висотоміри, поступово відходить у минуле.

Все більшого поширення в сучасних РЛС набуває така функція, як розпізнавання цілей за класами та типами з використанням поляризаційних, просторових, спектральних та траєкторних ознак.

Початок ХХІ століття ознаменувався появою нового класу мобільних оглядових РЛС, на які, крім традиційної задачі виявлення аеродинамічних цілей, покладена задача інформаційного забезпечення ПРО ТВД [5]. До таких РЛС відносяться американські РЛС подвійного призначення AN/TPS-117 і модернізована РЛС AN/TPS-59, а також російські РЛС 64Л6Е ("Гамма-С1") та 67Н6 ("Гамма-Д"). Такі РЛС мають максимальний кут сканування в кутомірному секторі 55 – 60 градусів.

Сучасні оглядові РЛС сантиметрового діапазону за принципами своєї побудови мають високі потенційні можливості щодо ведення метеорологічної розвідки та видачі метеоінформації, які до сьогодні майже не використовувались. Між тим, піддаючи прийняті ехо-сигнали спеціальним методам доплерівської та поляризаційної селекції, можна додатково отримати інформацію про метеорологічні об'єкти таку, як фазовий стан та інтенсивність метеоутворення, переважна орієнтація частинок гідрометеорів, тощо. Тенденція побіжного використання оглядових РЛС сантиметрового діапазону, як засобів метеорологічної розвідки, набуває все більшого поширення.

Маючи у своєму складі потужні обчислювальні засоби, сучасні РЛС здатні здійснювати обробку не тільки своєї інформації а й даних, отриманих від інших РЛС, тобто здійснювати так звану мультирадарну (третинну) обробку інформації. Ця обставина корінним чином змінює роль таких РЛС в системі контролю повітряного простору. В перспективі кожна оглядова РЛС буде не тільки джерелом інформації про повітряну обстановку в певній області простору, а й зможе виконувати функції автоматизованого командного пункту радіотехнічного підрозділу.

Важливою світовою тенденцією розвитку оглядових РЛС контролю повітряного простору [6] є можливість їхнього використання в системах подвійного призначення. Нові підходи до розробки і застосування РЛС, які використовуються спільно системами ППО і цивільної авіації, дозволять, за оцінками закордонних фахівців, з одного боку істотно зменшити вартість означених систем, а з іншого – розширити число функцій, виконуваних такими засобами, що обумовлено потребами інтегрованих систем виявлення і управління. На такі РЛС покладаються задачі забезпечення безпеки польотів, управління повітряним рухом і контролю суверені-

тету повітряного простору. Передбачається можливість адаптації режимів роботи підсистем і елементів РЛС у залежності від умов навколишнього середовища. Крім того, станції будуть мати гнучкість багатфункціонального застосування в складі будь-яких інформаційних мереж при взаємодії з іншими елементами АСУ.

Найбільш сучасним радіолокатором подвійного призначення є РЛС ARSR-4 (W-2100), розроблена фірмою "Вестингауз", в Росії типовими прикладами радіолокаційних засобів подвійного призначення є РЛС 1Л117, 1Л118, "Сопка-2", а в Україні – ASR-22/AL.

Одним із наслідків припинення "холодної війни" і гонки озброєнь стало те, що перевага в темпах і якості технологічного розвитку перейшла від військових технологій до загальноцивільних. Найбільш характерно ця тенденція проявляється в області радіоелектроніки та інформатики. Час, коли військові електронні технології були на вістрі науково-технічного прогресу і визначали, як з фінансової, так і з технологічної точки зору основу усього електронного світу, минув. Сьогодні цивільний ринок засобів обчислювальної та радіоелектронної техніки диктує свої загальні технологічні, організаційні і бізнесові правила життя ринку військовому [7].

Це ключова тенденція в розвитку сучасних військових електронних технологій. Наприклад, армія США на сьогодні цілком перейшла на використання готових апаратних і програмних технологій відкритого типу, раніше широко апробованих і стандартизованих на ринку загальнопромислових цивільних додатків.

Ця технологія одержала назву "готові до застосування модулі комерційного призначення" (Commercial • oft • The • Shelf – COTS-технологія). COTS-технологія сьогодні широко використовується при створенні багатьох сучасних систем озброєнь.

Для COTS-технологій при використанні їх у розробках сучасних електронних систем керування озброєнням та військовою технікою є характерними такі основні принципи [7]:

- використання сучасних процесорів і відкритих промислових стандартів при створенні апаратних і програмних засобів;

- розробка й використання в системах радіолокації й зв'язку для обробки сигналів спеціалізованих сигнальних процесорів і пристроїв на основі програмувальних логічних матриць, що застосовуються в медицині, геології та інших галузях науки й техніки;

- можливість подальшої модифікації систем на основі новітніх технологій і розробок без зміни базового системного програмного забезпечення;

- впровадження високорівневих програмних графічних інтерфейсів;

- забезпечення створення систем у бортовому виконанні;

- застосування на робочих місцях бойової обслуги стандартних промислових ПЕОМ;

- зниження вартості нових систем в порівнянні з вартістю замінного спеціалізованого рішення;

- скорочення термінів розгортання прототипу системи для тестових іспитів до року й менше;

- 100-процентна програмна сумісність модулів комерційного, промислового й військового виконання, що дозволяє мінімізувати вартість процесу по створенню кінцевого бойового виробу в цілому;

- використання стандартних апаратно-програмних модулів в різноманітних проектах – від тренажера до РЛС, від РЛС до системи АСУ ППО або АСУ керування вогнем;

- переважне, з метою здешевлення, використання стандартних і сумісних серійно апаратних модульних компонентів відповідного виконання.

Для сучасних і перспективних РЛС характерним є значне підвищення експлуатаційних характеристик. Для більшості новітніх розробок запас ресурсу становить не менше 50 тисяч годин, а в перспективних РЛС буде доведений до 100 тисяч годин, тобто до 10...15 років цілодобової роботи. При цьому зникає поняття капітального ремонту. Основу технічного обслуговування буде становити фірмове супроводження протягом всього життєвого циклу.

Середній час напрацювання на відмову сучасних і перспективних оглядових РЛС західного виробництва становить від 450 до 2000 годин. Для нових російських РЛС "Гамма-С1Е", "Небо-СВУ", "Ниобий" середній час напрацювання на відмову становить 500...600 годин. Для Української РЛС "Малахіт" – 2000 годин. Середній час відновлення – 20...30 хв.

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, які можуть ефективно використовуватися в інформаційних системах військового і цивільного призначення.

Як при розробці нових, так і при модернізації існуючих станцій однією з найважливіших задач є зниження вартості життєвого циклу, що досягається за рахунок зниження експлуатаційних витрат. Проведення заходів щодо зниження експлуатаційних витрат у даний час є невід'ємним елементом процесу розробки РЛС західного виробництва.

Відношення енергетичного потенціалу РЛС до споживаної нею потужності, тобто своєрідний коефіцієнт корисної дії РЛС, збільшився в кілька разів.

Не менш важливою тенденцією розвитку сучасної оглядової радіолокації є створення РЛС-роботів, тобто повністю автоматизованих дистанційно керованих РЛС. Перші спроби створення таких РЛС були ще в 70-роках в США (лінія DEW по 70-ій паралелі Північно-американського континенту) і в СРСР – аналогічна лінія в Заполяр'ї. Але че-

рез обмежені можливості тогочасних елементної бази та технологій вони були надзвичайно складними, мали низьку надійність і, будучи умовно автоматичними, найшли обмежене використання лише у важкодоступних районах.

На сьогодні ситуація кардинально змінилась і РЛС-роботи стали широко використовуватись в системах контролю повітряного простору, особливо на малих і гранично малих висотах. Прикладом такого використання може слугувати [8] лінія таких постів з аеростатним базуванням вздовж південного кордону США.

До основних тактичних завдань необслуговуваних дистанційно керованих маловисотних РЛС відносяться:

- створення смуг виявлення малорозмірних та маловисотних цілей на ракетонебезпечних напрямках;
- виявлення малорозмірних та маловисотних цілей в прикордонних, зонах;
- спостереження за повітряним простором навколо особливо важливих об'єктів;
- створення суцільного радіолокаційного поля на малих висотах в операційних зонах.

В перспективі на основі таких необслуговуваних дистанційно керованих маловисотних РЛС, встановлених на вежах висотою до 30 м, можуть бути створені нові перспективні інформаційні мережі, здатні забезпечити вогневі засоби інформацією необхідної якості.

## 2. Світові тенденції розвитку систем вторинної радіолокації

До сучасних систем вторинної радіолокації належать системи державного радіолокаційного впізнання (РЛВ) об'єктів і системи вторинної оглядової радіолокації для управління повітряним рухом (ВОРЛ УПР).

Розробниками систем вторинної радіолокації були фактично лише дві країни [9, 10] у світі: СРСР (системи радіолокаційного впізнання "Пароль" та "Кремній-2М" і вітчизняна система ВОРЛ УПР) і США (системи радіолокаційного впізнання Mk XA, Mk XII та Mk XIIA і система вторинної оглядової радіолокації (Secondary Surveillance Radar – SSR) для управління повітряним рухом). Решта країн виступали в ролі користувачів тією чи іншою системою.

Системою РЛВ "Пароль" користуються на сьогодні усі держави СНД.

Система радіолокаційного впізнання "Кремній-2М" досі використовується в окремих країнах Південно-східної Азії, Близького Сходу, Африки та південної Америки.

Так звану вітчизняну систему ВОРЛ УПР використовує сьогодні лише військова авіація країн СНД, а цивільні авіаційні структури СНД поступово відмовляються від її використання.

Система вторинної оглядової радіолокації для управління повітряним рухом SSR стала міжнарод-

ною і використовується цивільною і військовою авіацією усіх країн світу (крім військової авіації СНД і країн, що закупляли військові літаки виробництва СРСР).

Система радіолокаційного впізнання Mk XA (охоплює й режими SSR) використовується в усіх країнах НАТО і в багатьох позаблокових країнах.

Системи радіолокаційного впізнання Mk XII, Mk XIIA (включають і режими Mk XA) використовуються в США, Канаді і деяких європейських країнах НАТО.

Основним принципом розвитку означених систем є принцип спадкоємності, сутність якого полягає в поступовому удосконаленні систем з набуттям ними нових властивостей і збереженням старих [10]. Такий принцип є об'єктивною необхідністю, оскільки одномоментна заміна усіх елементів системи (запитувачів і відповідачів) є практично неможливою та економічно недоцільною.

Виходячи з цього принципу основними тенденціями розвитку систем вторинної радіолокації є:

1. Створення нових режимів за умови незмінності самої системи (Mk XA + режим 4 → Mk XII + режим S і режим 5 → Mk XIIA).

2. Створення режиму національного впізнання в існуючій системі Mk XA (Франція, В. Британія, Польща).

3. Уніфікація наземних, літакових, корабельних засобів.

4. Створення вторинних РЛС подвійного призначення з комплексуванням режимів цивільних і військових систем.

5. Інтенсивне впровадження режиму S у системі RBS, який суттєво розширює інформаційні можливості системи спостереження, надає можливості автоматичної передачі даних з борту на землю і з землі на борт, забезпечує даними засоби попередження зіткнень.

6. Поступовий перехід до моноімпульсної обробки сигналів відповіді (у режимі S моноімпульсна обробка є обов'язковою).

7. Підвищення експлуатаційної надійності за рахунок використання новітніх технологій, елементної бази, резервування.

8. Впровадження системи впізнання на полі бою, що дозволить здійснювати впізнання в лініях "Земля – земля" і "Повітря – земля" до окремого зразка ОБТ, солдата.

У світовій практиці побудови цивільної системи радіолокаційного спостереження існує тенденція надавати вторинним радіолокаторам функції основного джерела інформації. Застосування первинних каналів є обов'язковим лише в аеродромних РЛС. Суттєвим недоліком таких рішень є залежність якості спостереження від роботи бортової апаратури. Якщо відповідач стає непрацездатним або навмисно вимкнутий, втрачається контроль повітряного судна. Останнім прикладом тому є втрата малайзійського

пасажирського літака, стосовно якого відповідні служби навіть не могли визначити район пошуку.

Основними напрямками розвитку засобів вторинної радіолокації Повітряних Сил Збройних Сил України є:

1. Реалізація режиму національного впізнання за принципом "Свій України – чужий".
2. Невідкладна модернізація запитувачів системи "Пароль".
3. Негайне впровадження в практику військ рухомого автономного вторинного радіолокатора (РАВРЛ) "Траса", який здатний працювати і в режимах міжнародної системи SSR, і в режимах систем радіолокаційного впізнання "Пароль" та Mk XA.

### 3. Загальні тенденції розвитку багатопозиційних систем радіолокації

Основним недоліком однопозиційних систем активної радіолокації є неможливість скритної роботи. До пори, до часу означений недолік виступав лише як демаскуючий фактор. З появою ж самонавідної на випромінювання зброї РЛС стали настільки вразливими, що постає питання про кризу [11] активної радіолокації, як способу розвідки повітряного противника.

Альтернативою традиційній активній радіолокації може бути використання багатопозиційних [12] систем радіолокації.

Що стосується розвитку триангуляційних систем пасивної радіолокації, то вони функціонально поєднуються з активною радіолокацією і розвиваються разом з нею. На сьогодні кожна нова РЛС і перспективні розробки уже обов'язково мають у своєму складі пеленгаційні канали для визначення куткових координат постановників активних завад (ПАЗ). Розвиток різницево-дальномірних і комбінованих систем пасивної радіолокації також перейшов із фази теоретично-експериментальних досліджень в фазу практичного використання. На сьогодні прикладами таких багатопозиційних пасивних систем є сімейство систем "VERA" та система "Кольчуга-КЕ", які знаходяться на озброєнні і здатні виявляти літаки по сигналах, що випромінюються бортовою апаратурою RBS, Mk XA, Mk XII, "Пароль".

В рамках діяльності ICAO розвиваються багатопозиційні різницево-дальномірні системи вторинної локації MLAT, які працюють в системах RBS та Mk XA, Mk XII. Європейська система "CELLDAR" [13] та американська система "Silent Sentry" [14] є прикладами багатопозиційних пасивних систем, які працюють в полі підсвічування передавачів стільникового зв'язку.

На думку військових експертів, рознесенням багатопозиційним системам із зовнішнім підсвічуванням, подібним до американської системи "Silent Sentry" та європейської CELLDAR, притаманне достатньо широке коло переваг і вони можуть стати одним з найбільш ефективних засобів радіолокаційної розвідки повітряного простору.

### 4. Інтеграція активно-пасивних радіолокаційних засобів систем контролю повітряного простору

Проте рознесені багатопозиційні системи також не можуть розглядатись як ідеальний засіб радіолокаційної розвідки, оскільки мають такий суттєвий недолік, як втрата працездатності за відсутності випромінювань об'єктами розвідки (режим радіомовчання) або за відсутності зовнішнього підсвічування.

Вихід, на наш погляд, може бути в інтеграції активно-пасивних радіолокаційних засобів систем контролю повітряного простору. Для цього є об'єктивні передумови, які пов'язані з використанням радіочастотного ресурсу. Історично склалося так, що радіочастотні діапазони роботи первинних і вторинних РЛС цивільного та військового призначення, а також можливих зовнішніх джерел підсвічування (сотовий зв'язок, ГЛОНАС, GPS та ін.) розташовані поруч. Особливо це характерним є для L-діапазону. L-діапазон характеризується наступними особливостями:

- виділені частоти для активної локації (23 см);
  - є джерела випромінювання (передавачі стільникового зв'язку), що створює умови для виявлення повітряних об'єктів у полі їх підсвічування в пасивному режимі;
  - працюють системи RBS, Mk XA, Mk XII, Mk XIIA, "Пароль", що створює умови для виявлення літаків в пасивному режимі по сигналах, що випромінюються бортовим обладнанням цих систем.
- Проведені в ХУПС дослідження [15] показують, що найбільший ефект від інтеграції активно-пасивних радіолокаційних засобів систем контролю повітряного простору може бути отриманий в класі РЛС виявлення маловисотних цілей, які працюють в L-діапазоні. В цьому діапазоні можливим є створення уніфікованої активно-пасивної маловисотної РЛС кругового огляду з електронним скануванням, яка може працювати в таких режимах:

- як однопозиційна активна РЛС з круговим оглядом простору;
- як елемент багатопозиційної системи пасивної локації, яка здатна виявляти ПО по сигналах бортової апаратури систем RBS, Mk XA, Mk XII, Mk XIIA, "Пароль";
- як елемент багатопозиційної системи радіолокації із зовнішнім побіжним підсвічуванням, яка здатна працювати в полі підсвічування передавачів стільникового зв'язку;
- як активний або пасивний елемент багатопозиційної системи радіолокації із зовнішнім цілеспрямованим підсвічуванням.

Розташування таких РЛС на вежах висотою до 30 м на відстані прямої видимості і створення на їх основі необслуговуваних маловисотних радіолокаційних постів дозволить створити перспективну інформаційну мережу, яка буде становити основу системи радіолокаційної розвідки Збройних Сил України.

## Висновки

1. Основу радіолокаційних засобів контролю повітряного простору в найближчій і середньостроковій перспективі, як і раніше, будуть становити однопозиційні первинні та вторинні РЛС, об'єднані в єдину інформаційну мережу.

2. Основною тенденцією розвитку первинних РЛС є розширення функціональних можливостей та підвищення ТТХ за рахунок використання сучасної елементної бази і зниження вартості життєвого циклу за рахунок використання COTS-технологій.

3. Основною тенденцією розвитку вторинних РЛС є введення режимів національного впізнавання в існуючі системи і перехід усіх країн світу на єдину систему ВОРЛ RBS.

4. Багатопозиційні системи пасивної і активної радіолокації набувають все більшого поширення і поступово втілюються в існуючі системи контролю повітряного простору.

5. Загальною тенденцією розвитку усіх радіолокаційних засобів контролю повітряного простору є поєднання переваг різних типів і комбіноване використання різних засобів в системі

## Список літератури

1. Состояние, направления развития обзорных РЛС ПВО большой дальности и РЛС двойного назначения: аналитический обзор / Г.Г. Камалтынов, А.Н. Колесник, М.В. Бейлин, А.Г. Варкута. – Х.: НЦ Войск ПВО, 2003. – 52 с.
2. Ремезов А. Фазированные антенные решетки в радиолокационных станциях радиотехнических войск. [Электрон. ресурс] / А. Ремезов // Воздушно-космическая оборона. – 2012. – № 6. Режим доступа: <http://www.vko.ru>.
3. Таныгин Н.А. Первая в мире мобильная РЛС метрового диапазона. [Электрон. ресурс] / Н.А. Таныгин, В.С. Гагауз // Воздушно-космическая оборона. – 2010. – № 4. Режим доступа: <http://www.vko.ru>.
4. Рябов К. Радиолокационная станция 55ЖБУМ ("Ниобий"). [Электрон. ресурс] / К. Рябов // Военное обозрение за 16.01.2014. – Режим доступа до ресурсу: <http://topwar.ru>.

<http://topwar.ru>.

5. Петров В. Наземные радиолокационные станции ПВО–ПРО на ТВД стран НАТО / В. Петров, С. Гришулин // Зарубежное военное обозрение. – 2010. – № 8. – С. 63-68.

6. Кореньков В.М. Новые локации осваивают Арктику [Электрон. ресурс] / В.М. Кореньков // Воздушно-космическая оборона. – 2014. – №2. Режим доступа: <http://www.vko.ru>.

7. Рыбаков А.Н. Открытые компьютерные COTS-технологии в военных приложениях / А.Н. Рыбаков: ЗАО "РТСофт". – М.: Открытые Системы, 2000. – № 4.

8. Силкин А.Т. ПВО Северо-Американского континента: сегодня и завтра. [Электрон. ресурс] / А.Т. Силкин, Б.А. Бренер // Воздушно-космическая оборона. – 2002. – № 3, № 4. Режим доступа: <http://www.vko.ru>.

9. Литвинов В.В. Пути развития системы и средств радиолокационного контроля воздушного пространства / В.В. Литвинов, В.Ф. Зюкин, А.С. Маляренко // Наука и оборона. – 1994. – № 3. – С. 10-16.

10. Маляренко А.С. Системы вторичной радиолокации для управления воздушным движением и радиолокационного опознавания: справочник / А.С. Маляренко – Х.: Изд-во ХУВС, 2007. – 78 с.

11. Рябов Б. Время тихой локации. [Электрон. ресурс] / Б. Рябов // Воздушно-космическая оборона. – 2002. – № 4. Режим доступа: <http://www.vko.ru>.

12. Дробот Н. Многопозиционные РЛС: Новый этап в развитии локации. [Электрон. ресурс] / Н. Дробот, М. Фролов // Воздушно-космическая оборона. – 2006. – № 4. Режим доступа: <http://www.vko.ru>.

13. Advances in Bistatic Radar / edited by Nicholas J. Willis. – SciTech Publishing Inc., 2007. – 515 p.

14. Innovative Technology for Passive, Persistent Surveillance. [Электрон. ресурс] – Режим доступа: <http://www.lockheedmartin.com/data/assets/isgs/documents/SilentSentry.pdf>.

15. Гриб Д.А. Про можливості створення комбінованого активно-пасивного маловисотного радіолокаційного поля при використанні кільцевих активних фазованих антенних решіток / Д.А. Гриб, В.О. Тюнтюник // Системи озброєння і військава техніка. – 2013. – № 3 (35). – С. 17-24.

Надійшла до редколегії 19.06.2014

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. А.В. Кобзев, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

## НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СРЕДСТВ РАЗВЕДКИ И КОНТРОЛЯ ВОЗДУШНОГО ПРОСТРАНСТВА

А.В. Белавин, В.И. Клименко, Г.Г. Камалтынов, А.С. Маляренко

Рассматриваются мировые достижения в области развития, как традиционных средств радиолокации, какими есть однопозиционные первичные и вторичные РЛС, так и многопозиционных систем пассивной радиолокации и радиолокации с внешней подсветкой. Анализируются основные тенденции в процессе мирового развития радиолокационных средств и их влияние на построение систем контроля воздушного пространства. Доказывается, что рациональное сочетание преимуществ однопозиционных и многопозиционных систем радиолокационной разведки является общей мировой тенденцией развития средств контроля воздушного пространства.

**Ключевые слова:** радиолокационные средства, мировые тенденции, развитие, системы контроля воздушного пространства.

## DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF RADIO-LOCATION FACILITIES OF SECRET SERVICE AND CONTROL AIR SPACES

A.V. Belavin, V.I. Klimchenko, G.G. Kamaltynov, A.S. Malyarenko

World achievements are examined in area of development, both traditional facilities of radio-location, what the single-contact primary are and second RLS and multiposition systems of passive radio-location and radio-location with the external illuminating from beneath. Basic tendencies in the process of world development of radio-location facilities and their influence are analysed on the construction of the checking of air space systems. Proved, that rational combination of advantages of the single-contact and multiposition systems of radio-location secret service is a general world progress of controls air space trend.

**Keywords:** radio-location facilities, world tendencies, development, checking of air space systems.