

УДК 621.396

В.Й. Климченко, С.І. Смик, Д.О. Камак

*Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків*

## **АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ТРИКООРДИНАТНИХ РЛС РТВ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ ЇХ ДЛЯ НАВЕДЕННЯ ВИНИЩУВАЧІВ НА ПОВІТРЯНІ ЦІЛІ**

*Розглядаються можливості використання трикоординатних оглядових РЛС сантиметрового діапазону хвиль, які перебувають на озброєнні радіотехнічних військ, для наведення винищувачів на повітряні цілі. Аналізуються потенційні та реальні можливості означеного класу радіолокаційних засобів щодо ведення радіолокаційної розвідки і їхня відповідність вимогам, що висуваються до РЛС наведення.*

**Ключові слова:** трикоординатні радіолокаційні станції, радіолокаційна розвідка, наведення винищувачів, повітряні цілі.

### **Вступ**

**Постановка проблеми.** Майже весь повоєнний період, починаючи з середини 50-их років і до кінця сторіччя, основним засобом наведення винищувальної авіації на повітряні цілі були радіолокаційні станції так званого "бойового режиму", які працювали в сантиметровому діапазоні хвиль. Спочатку основу цього класу РЛС становили пересувні середньопотенціальні радіолокаційні дальноміри П-30 (1956 р.), П-35 (1958 р.), П-37 (1971 р.) та мобільний на гусеничному шасі дальномір П-40 (1963р.) з максимальною дальністю виявлення цілей до 250...270 км і верхньою межею до 25...27 км. Означені РЛС мали підвищені точнісні характеристики, і розрізнявальні здатності. Для вимірювання висоти цілей вони спрягалися з висотомірами ПРВ-11(1961 р.) та ПРВ-9 (1962 р.). Пізніше на озброєння радіотехнічних військ були прийняті високопотенціальні пересувні радіолокаційні комплекси П-80 (1962 р.), 5Н87 (1972 р.) та 64Ж6 (1985 р.) з максимальною дальністю виявлення цілей до 350...400 км і верхньою межею до 40...50 км. До складу кожного комплексу входили два дальноміри і два – чотири висотоміри типу ПРВ-11, ПРВ-13 та ПРВ-17 відповідно. Крім великої дальності виявлення цілей та високих точнісних характеристик і розрізнявальних здатностей означені радіолокаційні комплекси (особливо 5Н87 та 64Ж6) мали ще й високу захищеність від пасивних та активних завад.

Усі означені радіолокаційні станції та комплекси за своїми тактико-технічними характеристиками та оснащенням робочих місць повністю відповідали тогочасним вимогам щодо наведення винищувальної авіації і зарекомендували себе як цілком надійні засоби радіолокаційного наведення.

Починаючи з середини 80-х років на озброєння РТВ почали надходити трикоординатні РЛС, а розробка і випуск радіолокаційних висотомірів були припинені зовсім. Процес переходу від радіолокаційних комплексів "дальномір – висотомір" до три-

координатних РЛС зумовлений низкою об'єктивних чинників і є загальною тенденцією в світовому розвитку засобів радіолокації. Але в Україні, як і в інших країнах СНД, процес постачання нової техніки після розпаду СРСР різко скоротився і на сьогодні ситуація склалася так, що стара техніка вже на грані зникнення, а та нова техніка, яка встигла надійти на озброєння, залишилась фактично не опанованою. Це повною мірою стосується й трикоординатних РЛС, які надійшли на озброєння РТВ. Вони невдовзі стануть єдиним засобом наведення, а їхні можливості, як засобів наведення, й досі належним чином не з'ясовані.

Отже метою цієї статті є аналіз потенційних та реальних можливостей сучасних трикоординатних РЛС щодо ведення радіолокаційної розвідки і їхньої відповідності вимогам, що висуваються до РЛС наведення. Розглядаються також можливі напрямки модернізації трикоординатних РЛС сантиметрового діапазону хвиль як засобів наведення винищувачів на повітряні цілі.

### **Основний розділ**

**Загальний стан парку трикоординатних РЛС РТВ.** На озброєнні радіотехнічних військ станом на середину 2011 року перебувають такі трикоординатні РЛС: 19Ж6, 35Д6, 35Д6М, 79К6, 5Н69, 22Ж6М та 55Ж6. Загальний стан означеного парку РЛС та перспективи його використання наведені в табл. 1.

Отже, з усього парку трикоординатних РЛС, що є на озброєнні РТВ, перспективу подальшого використання в найближчі 10...15 років мають лише новітня РЛС 79К6, яка прийнята на озброєння у 2007 році, та РЛС 19Ж6 і 35Д6, які планується піддати глибокій модернізації з переведенням їх на сучасну елементну базу і довести їх до рівня сучасної РЛС 35Д6М, що перебуває на сьогодні в процесі дослідної експлуатації.

Решта типів РЛС перспективи подальшого використання не мають і розглядати їх, як засоби наведення, не має сенсу.

Таблиця 1

Загальний стан парку трикоординатних РЛС РТВ

Тип РЛС	19Ж6	35Д6	35Д6М*	79К6	5Н69	22Ж6М**	55Ж6***
Рік прийняття на озброєння	1981	1987	2012 (прогн.)	2007	1978	1987	1983
Запас ресурсу, %	40	45	95	95	0	70	18
Прогнозована кількість по роках	2011	67	25	1	2	1	6
	2015	50	20	20	19	0	0
	2020	35	15	40	24	0	0
	2025	20	10	60	27	0	0

Примітки: \* – зразок перебуває на дослідній експлуатації; \*\* – зняті з експлуатації через відсутність клістронів; \*\*\* – зняті з експлуатації через відсутність ендотронів

Основними характеристиками РЛС, які суттєво впливають на можливості наведення винищувачів на повітряні цілі [1] і які необхідно піддати аналізу, є: форма та розміри зони виявлення цілей; точність вимірювання координат цілей; розрізнявальна здатність; інформаційні можливості і можливості з управління авіацією; маневреність РЛС; компоновка робочих місць; можливості об'єктивного контролю.

Саме з цих позицій і буде здійснюватися аналіз можливостей сучасних трикоординатних РЛС 19Ж6, 35Д6 і 79К6.

#### Коротка характеристика РЛС 19Ж6 та 35Д6.

Основним призначенням рухомої трикоординатної РЛС 19Ж6 (35Д6) є розвідка маловисотних малорозмірних повітряних об'єктів за умов сильного впливу віддзеркалень від підстеляючої поверхні і метеотворень, а також за умов дії навмисних активних та пасивних завад. Крім того, в РЛС передбачений режим розвідки повітряних об'єктів на середніх, великих і стратосферних висотах (до 20 км).

Отже, за призначенням радіолокаційна станція 19Ж6 (35Д6) використовується в радіотехнічних військах, як засіб для створення нижнього ярусу радіолокаційного поля в угрупованнях радіотехнічних військ і є елементом озброєння ротної ланки радіотехнічних військ.

**Форма та просторові розміри зони виявлення** цілей визначаються режимами огляду простору, основними параметрами РЛС, позицією, на якій розгорнута РЛС, ефективною відбиваючою поверхнею цілі, та імовірнісними показниками виявлення цілей (імовірністю правильного виявлення  $P$  та імовірністю хибних тривог  $F_{ХТ}$ ).

В РЛС 19Ж6 (35Д6) передбачено [2, 3] чотири режими огляду простору (рис. 1), що дозволяє ефективно використовувати її за умов складної повітряної і завадової обстановки.

В режимі 1 забезпечується при кожному оберті антени огляд нижньої кутомісцевої зони від  $-20'$  до  $+6'$  чотирма променями. Режим 1 використовується як черговий режим при виявленні маловисотних цілей.

Режим 2 забезпечує огляд також нижньої кутомісцевої зони, але тільки двома променями і за

два оберти антени. За перший оберт антени здійснюється огляд кутомісцевого сектору від  $-20'$  до  $3'$  двома нижніми променями, а на другому оберті забезпечується огляд сектору від  $3'$  до  $6'$  двома верхніми променями. Режим 2 використовується здебільшого для виявлення малозшвидкісних маловисотних цілей в умовах активних завад або для захисту від протирадіолокаційних ракет.

У режимі 3 забезпечується огляд повного кутомісцевого сектора від  $-20'$  до  $30'$  чотирма променями за два оберти антени. На першому оберті антени здійснюється огляд нижнього кутомісцевого сектора від  $-20'$  до  $6'$ , а на другому – від  $6'$  до  $30'$ . Режим 3 використовується як черговий режим при виявленні цілей на всіх висотах.

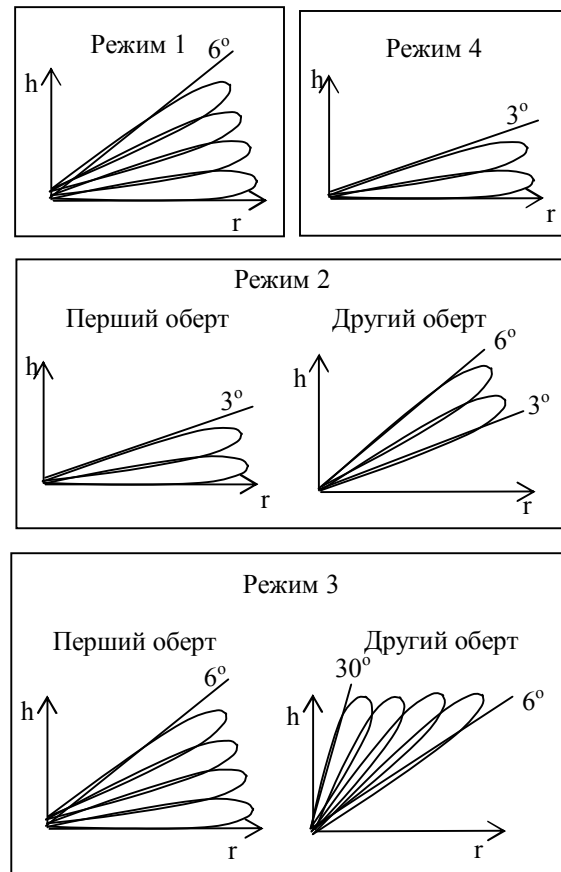


Рис. 1. Режими огляду простору в РЛС 19Ж6 (35Д6)

В режимі 4 забезпечується при кожному оберті антени огляд нижньої кутомісцевої зони тільки від  $-20'$  до  $+3^\circ$  двома нижніми променями. За формою зони і за енергетичними співвідношеннями цей режим співпадає з режимом 2 при першому оберті антени. Але темп оновлення інформації вдвічі вищий, ніж при режимі 2. Тому режим 4 використовується для виявлення швидкісних маловисотних цілей в умовах сильних активних завад або для виявлення швидкісних малорозмірних маловисотних цілей.

При наведенні винищувачів на повітряні цілі доцільніше за все використовувати режими № 3 та № 1.

Вертикальний перетин зони виявлення цілей в режимі №3 по цілі з ефективною відбиваючою поверхнею  $\sigma_{ц} = 2 \text{ м}^2$ , при ймовірності правильного виявлення  $P \geq 0,5$  та ймовірності хибної тривоги  $F_{хт} \leq 10^{-5}$  для швидкості обертання антени 12 об/хв та відсутності завад наведений на рис. 2. Параметри зони виявлення, наведеної на рис. 2, забезпечуються при розгортанні РЛС на рівній позиції.

Зони виявлення РЛС 19Ж6 за інших режимів огляду простору можна легко отримати із зони виявлення для режиму 3.

**Точнісні характеристики.** За показники точності вимірювання координат в РЛС 19Ж6(35Д6) прийнято значення середньоквадратичних похибок вимірювання  $\sigma$ . Середньоквадратичні значення похибок вимірювання азимуту і дальності однакові для усієї зони і становлять  $\sigma_{\beta} = 20'$ ,  $\sigma_{r} = 250 \text{ м}$ . Середньоквадратичні похибки вимірювання кута місця та висоти цілей для нижньої та верхньої кутомісцевих зон мають різне значення, оскільки ширина променів є різною. Середньоквадратична похибка вимірювання кута місця цілей  $\sigma_{\epsilon} = 17'$  при  $\epsilon_{ц} \leq 6^\circ$  і  $\sigma_{\epsilon} = 80'$ , при  $\epsilon_{ц} > 6^\circ$ . Середньоквадратичні похибки вимірювання висоти цілей  $\sigma_h$  залежать ще й від дальності до цілі і можуть змінюватися (рис. 2) від 400 м, при  $r_{ц} \leq 70 \text{ км}$  і  $\epsilon_{ц} \leq 6^\circ$  або при  $r_{ц} \leq 20 \text{ км}$  і  $\epsilon_{ц} > 6^\circ$  до 1600 м, при  $r_{ц} \leq 160 \text{ км}$  і  $\epsilon_{ц} \leq 6^\circ$  або при  $r_{ц} \leq 60 \text{ км}$  і  $\epsilon_{ц} > 6^\circ$ .

Означені дані наведені за умов автоматичного зчитування інформації, тобто коли оператор користується даними системи автоматичного визначення координат. При візуальному зчитуванні інформації оператором з екрана індикатора точність вимірювання азимута і дальності погіршується приблизно в 2...3 рази, а вимірювання висоти візуально практично неможливе.

**Розрізнявальна здатність.** Розрізнявальна здатність по азимуту однакова для усієї зони і становить  $\Delta_{\beta} = 3^\circ$ . Розрізнявальні здатності по дальності і по куту місця для нижньої і верхньої кутомісцевих зон відрізняються, що пояснюється різними значеннями ширини променів та різною тривалістю зондувальних сигналів.

Розрізнявальна здатність по куту місця  $\Delta_{\epsilon} = 1,7^\circ$  при  $\epsilon_{ц} \leq 6^\circ$  і  $\Delta_{\epsilon} = 8^\circ$  при  $\epsilon_{ц} > 6^\circ$ , а розрізнявальна здатність по дальності  $\Delta_r$  становить 300 м в нижній зоні і 600 м у верхній зоні. Розрізнявальна здатність по висоті, як і похибки вимірювання, залежить, крім того, ще й від дальності до цілі і може змінюватися (рис. 2) від 2000 м, при  $r_{ц} \leq 70 \text{ км}$  і  $\epsilon_{ц} \leq 6^\circ$  або при  $r_{ц} \leq 20 \text{ км}$  і  $\epsilon_{ц} > 6^\circ$  до 6000 м, при  $r_{ц} \leq 160 \text{ км}$  і  $\epsilon_{ц} \leq 6^\circ$  або при  $r_{ц} \leq 60 \text{ км}$  і  $\epsilon_{ц} > 6^\circ$ .

Характерною особливістю РЛС 19Ж6 та 35Д6 є стрибкоподібна зміна точності вимірювання висоти та розрізнявальної здатності по висоті при переході цілі із нижньої кутомісцевої зони у верхню і навпаки. Такий перехід відбувається (рис. 2) на дальностях 90...110 км при польоті цілі на стратосферних висотах і 50...70 км при польоті цілі на великих висотах.

**Інформаційні можливості і можливості з управління авіацією** РЛС характеризуються кількістю одночасно супроводжуваних цілей при заданій дискретності видачі інформації та можливостями отримання бортової інформації.

При візуальному зчитуванні інформації і видачі її споживачам голосом оператор може видавати координати 8...10 цілей за 1 хвилину. Оскільки до складу апаратури РЛС входять один індикатор кругового огляду (ІКО) і два виносних індикатора кругового огляду (ВІКО), то загальна кількість супроводжуваних цілей при автономному використанні станції може досягати 24...30 з дискретністю оновлення інформації в одну хвилину.

Визначення державної належності повітряних об'єктів здійснюється за допомогою вмонтованого радіолокаційного запитувача 1Л24. Основними режимами роботи запитувача є:

– режим "I" – загальне неімітостійке впізнавання, при якому використовується один код запиту і обмежене (шість) число кодів відповіді, які встановлюються за розкладом;

– режим "II" – загальне імітостійке впізнавання, при якому коди запиту формуються випадковим чином, а коди відповіді формуються із кодів запиту за певним криптоалгоритмом такої складності, яка виключає практичну можливість розшифрувати ключ за час його дії (за добу);

– режим "III" – індивідуальне пізнання за принципом "Де ти?", при якому виділяється один об'єкт або група об'єктів із заздалегідь вибраним кодом запиту і кодом відповіді із сукупності пізнаваних об'єктів;

– отримання сигналу "Біда" в I або II режимах запиту;

отримання сигналу "Тривога", який випромінюється автоматично літаком, що зазнає лиха, у разі відсутності його запиту.

При спряженні з КЗА РЛС здатна видавати автоматично координатну інформацію по телекодних каналах зв'язку про 127 цілей з дискретністю 5 або 10 с.

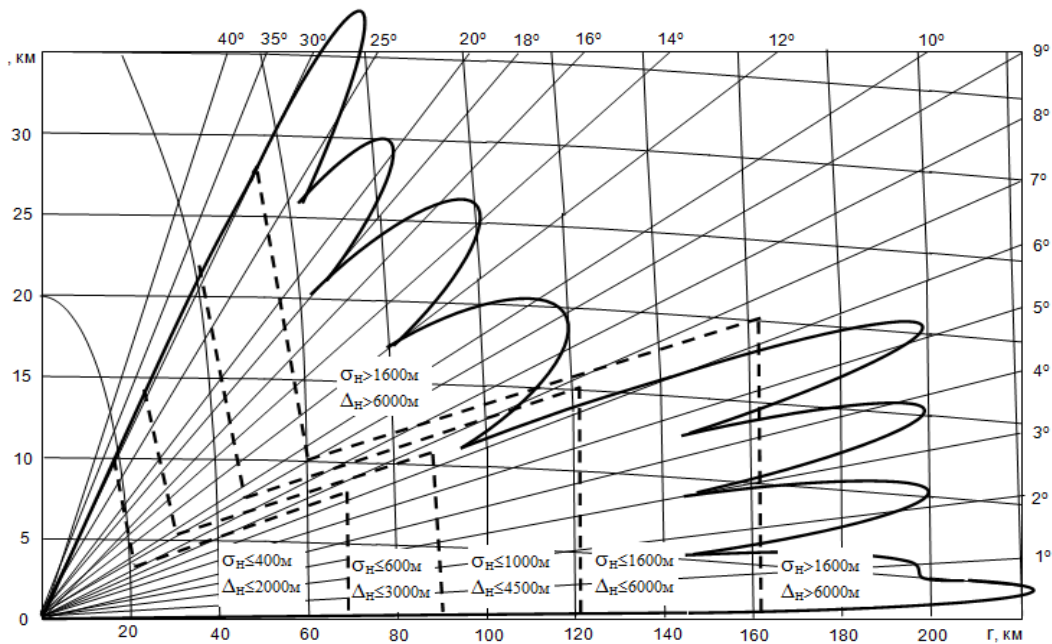


Рис. 2. Вертикальний перетин зони виявлення цілей РЛС 19Ж6 (35Д6):

$P = 0,5$ ;  $F_{ХТ} = 10^{-5}$ ;  $\sigma_{ц} = 2 \text{ м}^2$ ;  $n = 12 \text{ об/хв}$ ; режим 3; причіп 6УФ, розташований на рівнинній місцевості (висота фазового центра над поверхнею землі  $h_a = 6,8 \text{ м}$ )

В цілому інформаційні можливості РЛС 19Ж6 відповідають вимогам, які висувуються до РЛС виявлення маловисотних цілей.

**Показники мобільності і готовності.** У згорнутому (похідному) стані РЛС 19Ж6 (35Д6) містить 2 транспортні одиниці. Станція може транспортуватися автомобільним, залізничним, повітряним та водним видами транспорту.

При транспортуванні автомобільним транспортом потрібні один сідловий тягач КраЗ-255В та один бортовий тягач КраЗ-255Б. Швидкість руху по шосе становить до 40 км/год, по ґрунтових дорогах – до 20 км/год.

Час розгортання РЛС на підготовленій позиції тренуваною обслугою з 6 осіб становить одну годину світлої пори.

Час увімкнення РЛС при працюючих агрегатах живлення – 3 хвилини, з вмиканням агрегатів живлення – 4 хвилини, з проведенням контролю функціонування – 8 хвилин.

**Компоновка робочих місць і органів управління в кабіні РЛС 19Ж6 (35Д6).** До складу РЛС 19Ж6 (35Д6) входять три робочих місця: основне робоче місце РМ1, та два виносних – РМ2, РМ3. Кожне робоче місце містить засоби відображення інформації та пульт оперативного керування станцією і виконане конструктивно у вигляді шафи 195PP01 в РЛС 19Ж6 або шафи 355PP02 в РЛС 35Д6 (рис. 3).

Принципи побудови та склад апаратури основного і виносних робочих місць повністю співпадають і їхні блоки є взаємозамінними. Робоче місце РМ1 розташовується в індикаторному відсіку апаратної kabіни напівпричепа 6УФ. Виносні робочі місця РМ2 та РМ3 поставляються за окремим замо-

вленням і розташовуються на командному пункті підрозділу на відстані не більше, ніж 300 м від РЛС. Підключення виносних робочих місць РМ2, РМ3 до РЛС здійснюється спеціальним комплектом кабелів, що поставляється разом з робочим місцями.



Рис. 3. Зовнішній вигляд робочого місця оператора РЛС 19Ж6 (35Д6)

За функціональним призначенням робочі місця розподіляються таким чином. Робоче місце РМ1 за відсутності виносного пристрою є єдиним і все керування режимами роботи РЛС і обробкою інформації здійснюється з нього. За наявності ви-

носного пристрою основним робочим місцем є РМ2 (робоче місце командира підрозділу або начальника РЛС), а робочі місця РМ1 і РМ3 є робочими місцями операторів.

Основним засобом відображення інформації в РЛС 19Ж6 є традиційна для індикаторів РЛС четвертого покоління однокольорова електронно-променева трубка (ЕПТ) з тривалим післясвітінням (кілька секунд) та з нерухомою електромагнітною відхиляючою системою.

Конструктивно робоче місце оператора РЛС 19Ж6 (35Д6) виконане так, що, незважаючи на наявність двох індикаторів, за ним може працювати лише один оператор. Отже, одночасне виконання завдань з ведення розвідки повітряного противника і наведення винищувачів на повітряні цілі при штатній комплектації РЛС 19Ж6 та 35Д6 неможливе. Така можливість з'являється лише при розгортанні виносних робочих місць на пункті наведення авіації.

**Засоби об'єктивного контролю інформації в РЛС 19Ж6 (35Д6).** До засобів об'єктивного контролю інформації, яка отримується за допомогою РЛС 19Ж6(35Д6), належать фотоконтрольний прилад ПАУ-476-1 і диктофон П-180М.

Фотоконтрольний прилад (камера) ПАУ-476-1 використовується для фотографування екрану одного із індикаторів. Камера може працювати в режимах ручного і автоматичного керування в залежності від положення перемикача АВТОМАТ – РУЧН на панелі блока 193РР02.

В ручному режимі роботи камери на пристрій керування ПАУ від блока Л16 надходить команда ОДИНОЧНЫЕ КАДРЫ (при натисканні на блоці однойменної кнопки). Під впливом цієї команди пристрій видає на фотокамеру відповідні напруги на протягування стрічки та відкривання затвору. При відкритому затворі буде світитися світлодіод СЪЕМКА. Після закінчення процесу зйомки і протягування стрічки буде горіти світлодіод ГОТОВ.

В автоматичному режимі роботи камери команди на вмикання камери і тривалість експозиції формуються синхронно з обертанням антени, а параметри встановлюються перемикачем В3 ЧАСТОТА КАДР на передній панелі блока 193РР02. При встановленні перемикача В3 в положення 1 затвор відкривається один раз за оберт в секторі 0...180°, а в положенні 2 – двічі за оберт в секторах 0...90° та 180°...270°. В пізніших модифікаціях РЛС 19Ж6 та в РЛС 35Д6 замість перемикача В3 ЧАСТОТА КАДР використовується перемикач РЕЖИМ СЪЕМКИ АВТОМАТ (2; 1; 1/6; 1/24; 1/48), яким встановлюється час експозиції тривалістю в 2, 1, 1/6, 1/24 або 1/48 періоду обертання антени.

Диктофон П-180М використовується для запису мовної інформації, якою обмінюється оператор РЛС з обслугою командного пункту роти.

В цілому, за своїми тактико-технічними характеристиками РЛС 19Ж6 та 35Д6 можуть використо-

вуватися для наведення винищувачів на повітряні цілі на середніх і малих висотах і мають обмежені можливості з наведення на великих і стратосферних висотах.

**Коротка характеристика РЛС 79К6.** Трикоординатна РЛС 79К6 [4] призначена для ведення радіолокаційної розвідки повітряних цілей на всіх висотах, забезпечення наведення винищувальної авіації і цілевказівки зенітним ракетним комплексам. За якістю і точністю радіолокаційної інформації РЛС 79К6 відноситься до класу РЛС бойового режиму і надходить в радіотехнічні батальйони і окремі радіолокаційні роти на заміну радіолокаційних комплексів 5Н87, 64Ж6 та РЛС П-37.

Як засіб радіолокаційної розвідки РЛС 79К6 забезпечує вирішення таких завдань:

- виявлення повітряних об'єктів на усіх висотах у тому числі і малорозмірних із заданими імовірнісними характеристиками в межах зони виявлення;
- вимірювання повних просторових координат виявлених повітряних об'єктів (азимут, дальність, кут місця, висота);
- пеленгування (визначення азимута і кута місця) постановників активних шумових завад;
- визначення державної належності виявлених повітряних об'єктів за принципом "свій – чужий";
- індивідуальне упізнавання своїх об'єктів;
- отримання польотної інформації від своїх об'єктів;
- визначення за цілеуказанням різниці висот польоту двох поодиноких повітряних об'єктів або двох груп об'єктів;
- зав'язування та супроводження трас повітряних об'єктів за простих умов і в умовах завад;
- видача радіолокаційної інформації на автоматизовані і неавтоматизовані командні пункти підрозділів ППО.

Отже, за призначенням та переліком і обсягом вирішуваних завдань радіолокаційна станція 79К6, як РЛС бойового режиму, цілком відповідає вимогам, що висуваються до РЛС наведення винищувальної авіації. Більше того, до кола вирішуваних РЛС завдань включені такі специфічні завдання, як отримання польотної інформації від своїх об'єктів та визначення різниці висот польоту двох повітряних об'єктів, які вирішуються тільки при наведенні авіації і яких не було в переліку завдань в більшості попередніх РЛС наведення (П-37, 5Н87, 64Ж6).

**Зона виявлення.** Зона виявлення цілей її форма та просторові розміри визначаються, як і в будь-якій РЛС, основними технічними параметрами РЛС, позицією, на якій розгорнута РЛС, ефективною відбиваючою поверхнею цілі, та імовірнісними показниками виявлення цілей (імовірністю правильного виявлення Р та імовірністю хибних тривог FХТ), а також режимом роботи РЛС.

В РЛС 79К6 передбачені такі режими роботи:

- 1) режим "Виявлення";

- 2) режим "Оцінка завадової обстановки";
- 3) режим захисту від самонавідних снарядів (СНС);
- 4) режим захисту від активних завад;
- 5) режим захисту від пасивних завад;

Основним режимом роботи є режим "Виявлення". В цьому режимі забезпечується виявлення ПО і пеленгів на постановники активних завад первинним радіолокатором, а також формування запитів і обробка відповідь-сигналів ПО, обладнаних відповідачами, вторинним радіолокатором. При цьому забезпечується паралельний огляд простору по куту місця від 0 до 30...35° з періодом огляду простору по азимуту 5 або 10 с.

Вертикальний перетин зони виявлення РЛС 79К6 по цілі з ефективною відбиваючою поверхнею  $\sigma_{ц} = 2 \text{ м}^2$ , при ймовірності правильного виявлення  $P \geq 0,5$  та ймовірності хибної тривоги  $F_{хт} \leq 10^{-5}$  для швидкості обертання антени 6 об/хв та відсутності завад наведеної на рис. 4. Параметри зони виявлення, наведеної на рис. 4, забезпечуються при розгортанні РЛС на рівній позиції.

Зона виявлення цілей РЛС 79К6 формується дванадцятьма променями і має на відміну від РЛС 19Ж6 та 35Д6 чітко окреслену "косекансну" форму, завдяки чому забезпечується "безпровальна" проводка цілей в межах усієї зони, що є надзвичайно важливим при наведенні винищувачів на повітряні цілі. Незначний провал в нижньому промені діаграми спрямованості антени (див. рис. 4), зумовлений впливом земної поверхні, суттєвої ролі не відіграє з кількох причин. По-перше, глибина і ширина провалу нехтуючи малі. По-друге, положення провалу не є стабільним (на рис. 4 провал зображений для ідеально рівної і дзеркально гладкої поверхні) через складність рельєфу підстилаючої поверхні. Максимальний кут місця, під яким ще можуть виявлятися цілі становить 30...35°, завдяки чому радіус "мертвої воронки" не перевищує двох висот цілі.

В цілому РЛС 79К6 має зону виявлення цілей за формою і просторовими розмірами, яка ідеально придатна для вирішення завдань наведення винищувальної авіації на повітряні цілі.

**Точнісні характеристики.** Середньо-квадратичні значення похибок вимірювання азимуту і дальності однакові для усієї зони і становлять  $\sigma_{\beta} = 15'$ ,  $\sigma_{r} = 200 \text{ м}$ . Середньоквадратичні похибки вимірювання висоти цілей  $\sigma_h$  у відповідності з формулярними даними на РЛС становлять 300...600 м. Реально ж вони залежать від дальності до цілі та висоти її польоту і можуть змінюватися (рис. 4) від 100...200 м при  $r_{ц} \leq 90 \text{ км}$  і  $h_{ц} \leq 15 \text{ км}$  до 400...600 м при  $r_{ц} \leq 200 \text{ км}$  і  $h_{ц} \leq 45 \text{ км}$ .

При супроводженні цілей і вмиканні режиму згладжування висоти похибки вимірювання висот неманевруючих по висоті цілей зменшуються приблизно в 1,5 рази.

Середньоквадратичні похибки вимірювання різниці висот двох поодиноких близько розташованих (на відстані до 10...15 км) цілей  $\sigma_{\Delta h} \leq 130 \text{ м}$  в межах зони виявлення.

**Розрізнявальна здатність.** Розрізнявальні здатності по азимуту і по дальності однакові для усієї зони і становлять  $\Delta\beta = 3,5^\circ$  і  $\Delta r = 600 \text{ м}$ . Розрізнявальна здатність по куту місця залежить від кутомісцевого положення цілі, що пояснюється різними значеннями ширини променів, і має такі значення  $\Delta\epsilon = 2,2^\circ$  при  $\epsilon_{ц} \leq 5^\circ$ ,  $\Delta\epsilon = 4^\circ$  при  $5^\circ < \epsilon_{ц} \leq 6^\circ$  і  $\Delta\epsilon = 8^\circ$  при  $\epsilon_{ц} > 6^\circ$ . Розрізнявальна здатність по висоті, як і похибки вимірювання, залежить, крім того, ще й від дальності до цілі і може змінюватися (рис. 4) від 3000 м, при  $r_{ц} \leq 90 \text{ км}$  і  $h_{ц} \leq 15 \text{ км}$  до 6000 м при  $r_{ц} \leq 200 \text{ км}$  і  $h_{ц} \leq 45 \text{ км}$ .

**Інформаційні можливості** РЛС характеризуються кількістю одночасно супроводжуваних цілей при заданій дискретності видачі інформації. При спряженні з КЗА РЛС здатна видавати автоматично координатну або трасову інформацію по телекодових каналах зв'язку про 250 цілей з дискретністю 10 с.

В цілому інформаційні можливості РЛС 79К6 цілком відповідають вимогам, які висуваються до РЛС наведення винищувальної авіації.

Розглянемо можливості з управління авіацією характеризуються можливостями вбудованого запитувача 1Л24-1.

Основними режимами роботи запитувача є:

– режим "I" – загальне неімітостійке впізнавання, при якому використовується один код запиту і обмежене (шість) число кодів відповіді, які встановлюються за розкладом;

режим "II" – загальне імітостійке впізнавання, при якому коди запиту формуються випадковим чином, а коди відповіді формуються із кодів запиту за певним криптоалгоритмом такої складності, яка виключає практичну можливість розшифрувати ключ за час його дії (за добу);

– режим "III" – індивідуальне пізнання за принципом "Де ти?", при якому виділяється один об'єкт або група об'єктів із заздалегідь вибраним кодом запиту і кодом відповіді із сукупності пізнаваних об'єктів;

– режим "IV" – індивідуальне пізнання за принципом "Хто ти?", при якому забезпечується одержання індивідуального номера, який містить інформацію про належність літака певній військовій частині та індекс льотчика;

– режим "VI" – одержання польотної інформації, що містить дані про висоту польоту (абсолютну або відносну), запас пального (у відсотках до повної заправки) та стан літака (норма/аварія);

– отримання сигналу "Біда" в I або II режимах запиту;

– отримання сигналу "Тривога", який випромінюється автоматично літаком, що зазнає лиха, у разі відсутності його запиту.

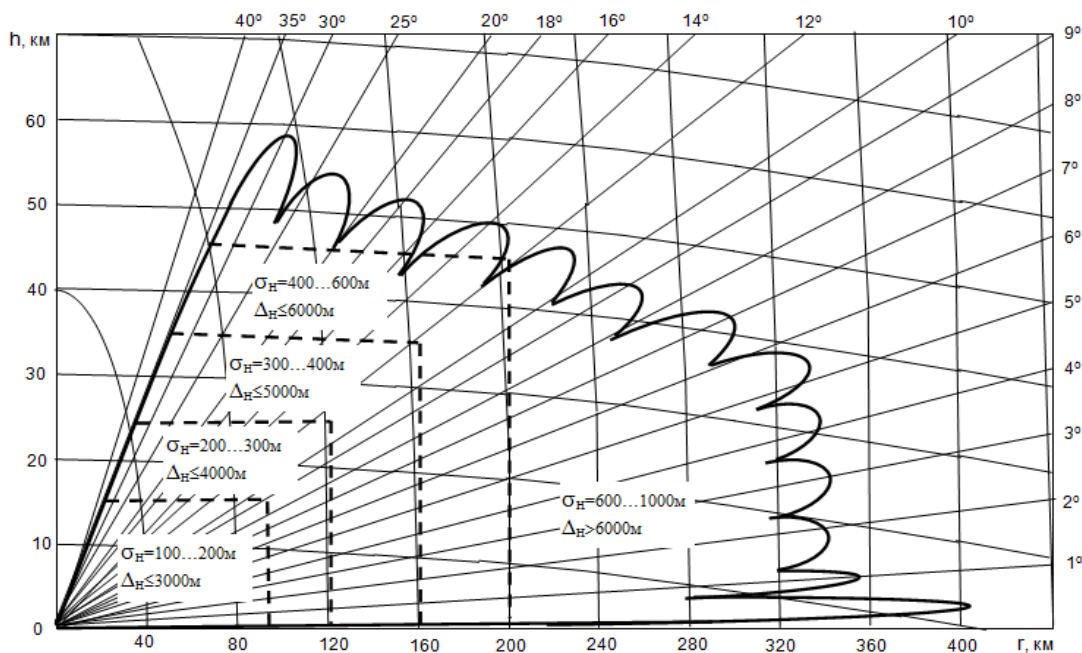


Рис. 4. Вертикальний перетин зони виявлення цілей РЛС 79К6:  $P = 0,5$ ;  $F_{\text{ХТ}} = 10^{-5}$ ;  $\sigma_{\text{ц}} = 2 \text{ м}^2$ ;  $n = 6 \text{ об/хв}$ ; причіп И7УФ02, розташований на рівнинній місцевості (висота електричного центра антени над поверхнею землі  $h_a = 5,25 \text{ м}$ )

**Показники мобільності і готовності.** У згорнутому (похідному) стані РЛС 79К6 містить 2 транспортні одиниці. Станція може транспортуватися автомобільним, залізничним, повітряним та водним видами транспорту.

При транспортуванні автомобільним транспортом потрібні один сідловий тягач КрАЗ-6446 та один бортовий тягач КрАЗ-6322. Швидкість руху по шосе становить до 40 км/год, по ґрунтових дорогах – до 20 км/год.

Час розгортання РЛС на підготовленій позиції тренуваною обслугою з 7 осіб становить 0,5 години світлої пори.

Час увімкнення РЛС при працюючих агрегатах живлення – 3 хвилини, з вмиканням агрегатів живлення – 4 хвилини, з проведенням контролю функціонування – 6 хвилин.

В цілому, за своїми тактико-технічними характеристиками РЛС 79К6 може використовуватися для наведення винищувачів на повітряні цілі на усіх висотах.

**Компоновка робочих місць і органів управління в кабіні РЛС 79К6.** До складу РЛС 79К6 входять два робочих місця РМ1 і РМ2 (рис. 5), які розташовані в індикаторному відсіку напівпричепи И7УФ02.

Робочі місця є комплектом апаратури для управління режимами роботи РЛС, а також організації людино-машинного інтерфейсу для членів бойової обслуги РЛС при виконанні ними таких функцій:

- управління режимами роботи РЛС;
- оцінки повітряної обстановки, адаптації РЛС до неї;
- підтримки інформаційної взаємодії із супроводжуваними об'єктами;

- підтримка автоматизованого захоплення і супроводу повітряних об'єктів;

- контролю технічного стану РЛС і діагности складових частин;

- організації проведення тренувань членів бойової обслуги РЛС;

- інформаційно-довідкової підтримки.

Робочі місця мають такі технічні характеристики:

- кількість робочих місць – два;

- тип пристрою відображення – відеомонітор з кольоровою рідинно-кристалічною панеллю 20", (16001200 пікселів);

- тип пристрою введення – 83-клавішна клавіатура;

- тип маніпулятора – "миша" оптична;

- тип процесора – Pentium M 1,4 GHz;

Обидва робочих місця за набором технічних засобів і можливостями виконання функцій бойовою обслугою РЛС повністю ідентичні за винятком функцій управління режимами роботи РЛС, які можна здійснювати тільки з одного з робочих місць. Переведення того чи іншого робочого місця в режим основного забезпечується ініціалізацією ознаки основного робочого місця, що вводиться з панелі управління на екрані монітора цього комплексу апаратури. При цьому можливості управління режимами роботи РЛС з неосновного робочого місця блокуються.

Апаратура відображення і управління основного РМ забезпечує виконання функцій начальником РЛС (зміни). Апаратура відображення і управління неосновного РМ забезпечує виконання функцій оператором.

**Засоби об'єктивного контролю в РЛС 79К6.**

Об'єктивний контроль радіолокаційної інформації, яка відображається на моніторі робочого місця опе-

ратора, команд управління та аудіоінформації, якою обмінюються особи бойової обслуги РЛС з особами бойових обслуг командних пунктів, покладений на основний процесор обробки даних – так званий радіолокаційний процесор даних (РПД).

Радіолокаційний процесор даних забезпечує реєстрацію на незалежний накопичувач – флеш-диск – координатної інформації про ПО, параметрів сформованих трас і ознакової інформації каналу пізнання, команд, що видаються особами бойової обслуги РЛС, їхніх переговорів з особами бойових обслуг командних пунктів, з якими спряжена РЛС, а також діагностичної інформації про стан апаратури РЛС. Для зчитування даних реєстрації можливе використання USB-накопичувачів, що підключаються до інтерфейсу USB РПД або робочих місць РМ1, РМ2. Можливості радіолокаційного процесора даних з об'єктивного контролю характеризуються такими технічними параметрами:

- об'єм накопичувача даних реєстрації – 4096 МБ;
- тривалість реєстрації аудіо- і радіолокаційних даних – не менше 192 годин.

Відтворення радіолокаційної обстановки здійснюється на моніторах робочих місць РЛС.

### Висновки

1. Радіолокаційні станції виявлення маловисотних цілей 19Ж6 та 35Д6, які перебувають на озброєнні підрозділів РТВ ПС Збройних Сил України, за своїми можливостями з дальності виявлення повітряних цілей та за точністю радіолокаційної інформації тільки частково відповідають вимогам до радіолокаційних засобів наведення і можуть використовуватись, як такі, лише обмежено передовими ПН для наведення винищувачів на цілі на середніх і малих висотах з винесенням рубежу наведення не більше, ніж на 90...100 км.

Це пояснюється тим, що РЛС 19Ж6 та 35Д6 первісно розроблялись як РЛС виявлення маловисотних цілей, а режими виявлення цілей на великих і стратосферних висотах вводились в них, як допоміжні.

### АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ТРЕХКООРДИНАТНЫХ РЛС РТВ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ИХ ДЛЯ НАВЕДЕНИЯ ИСТРЕБИТЕЛЕЙ НА ВОЗДУШНЫЕ ЦЕЛИ

В.И. Климченко, С.И. Смык, Д.А. Камак

*Анализируется современное состояние трехкоординатных обзорных РЛС сантиметрового диапазона волн, которые находятся на вооружении радиотехнических войск. Рассматриваются возможности их использования для наведения истребителей на воздушные цели. Оцениваются потенциальные и реальные возможности данных РЛС по ведению радиолокационной разведки. Анализируется соответствие рассматриваемого класса радиолокационных средств требованиям, которые выдвигаются к РЛС наведения.*

**Ключевые слова:** трехкоординатные радиолокационные станции, радиолокационная разведка, наведение истребителей, воздушные цели.

### ANALYSIS OF POSSIBILITIES THREE-COORDINATE RADARS RADIOLOCATION TROOPS IN RELATION TO THE USE THEM FOR AIMING OF DESTROYERS ON AIR AIMS

V.I. Klimchenko, S.I. Smyk, D.A. Kamak

*The modern state three-coordinate surveillance radars centimeter waves, which are armed with radar troops. The possibilities of using them for guidance fighters to air targets. Assesses potential and actual radar data on the possibility of conducting radar surveillance. Examines the correspondence of this class of radar requirements, which are nominated for radar vectoring.*

**Keywords:** three-coordinate radars, radio-location intelligence, aiming of destroyers, air aims.

2. Можливості з управління авіацією з використанням РЛС 19Ж6 та 35Д6 також дуже обмежені, оскільки вбудований в них наземний радіолокаційний запитувач 1Л24 реалізує лише частково можливості системи "Пароль" щодо управління авіацією.

3. Одночасне виконання завдань з ведення розвідки повітряного противника і наведення винищувачів на повітряні цілі при штатній комплектації РЛС 19Ж6 та 35Д6 неможливе. Така можливість з'являється лише при розгортанні виносних робочих місць на пункті наведення авіації.

4. Трикоординатна РЛС 79К6 за розмірами зони виявлення цілей і точністю радіолокаційної інформації повністю відповідає вимогам, що висуваються до РЛС наведення, і може використовуватися для наведення винищувачів на повітряні цілі на усіх висотах з винесенням рубежу наведення до 300 км.

5. Вмонтований в РЛС 79К6 наземний радіолокаційний запитувач повністю реалізує можливості системи "Пароль" щодо управління своєю авіацією.

6. Конструктивно робочі місця операторів РЛС 79К6 виконані так, що можливе одночасне виконання завдань з ведення розвідки повітряного противника і наведення винищувачів на повітряні цілі з індикаторного відсіку напівпричепа И7УФ02.

### Список літератури

1. *Миг-29. Тактическая и огневая подготовка экипажей и подразделений.* – М.: Воениздат, 1991 – 447 с.
2. *Гриб Д.А. Озброєння та військова техніка РТВ. Побудова РЛС 19Ж6 / Д.А. Гриб, В.Й. Климченко; Міністерство оборони України – Х.: ХУПС, 2009. – 300 с.*
3. *Трехкоординатная РЛС 35Д6/ Я.А. Приходько; под ред. В.В. Литвинова.* – Х.: ВИРТА ПВО, 1993.
4. *Изделие 79К6. Руководство по применению Подготовка и использование изделия по назначению. 0.123.040 РП. Ч. 1, Ч. 2.* – Запорожье: НПО "Искра", 2006.

Надійшла до редколегії 22.11.2011

**Рецензент:** д-р техн. наук, с.н.с. С.П. Лещенко, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.