

УДК 621.396.96

В.Й. Климченко, Г.Г. Камалтинов

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

ПРО ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИДАЧІ СПОЖИВАЧАМ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ ВІДЕОІНФОРМАЦІЇ В ПЕРСПЕКТИВНИХ РЛС

Розглядаються доцільність та необхідність видачі споживачам радіолокаційної відеоінформації від "цифрових" РЛС нового парку. З'ясовується значення терміну "радіолокаційна відеоінформація" та його сучасна трактовка. Наводиться аналіз витоків та умов, за яких в сучасних РЛС зникла така функція, як відображення первинної радіолокаційної обстановки. Аналізується потреба у відображенні радіолокаційної відеоінформації для споживачів Повітряних Сил. Описуються вимоги та умови до її реалізації.

Ключові слова: засоби радіолокації, радіолокаційна відеоінформація, первинна радіолокаційна обстановка

Вступ

В радіолокаційних станціях нового парку, які почали надходити на озброєння радіотехнічних військ за останні роки, не передбачена можливість відображення на робочих місцях операторів первинної радіолокаційної обстановки, а відображаються лише результати її обробки сигнальними процесорами РЛС. Через це оператор частково позбавляється інформації, як про стан повітряного простору, так і про супроводжувані ним повітряні об'єкти. Особливої гостроти цей недолік набуває при керуванні авіацією під час здійснення нею польотів та перельотів. Частіше відображення первинної радіолокаційної обстановки розуміється як відображення "радіолокаційної відеоінформації".

Основний розділ

Перш за все, необхідно з'ясувати значення терміну "радіолокаційна відеоінформація" і його зв'язок зі сленговими виразами на зразок "живе відео" та "сире відео". Поняття "радіолокаційна відеоінформація" або "первинна радіолокаційна обстановка" вживалось і може вживатися сьогодні лише стосовно "аналогових" РЛС старого парку, в яких [1] сигнали з виходу приймального тракту (після амплітудного чи фазового детектування, до СДЦ чи після СДЦ) надходять в реальному часі (інакше вони й не можуть надходити) безпосередньо на катод чи модулюючий електрод електронно-променевої трубки (ЕПТ), яка працює в режимі радіально-кругової (рис. 1), секторної чи растрової розгортки. Тип розгортки значення не має. Значення мають лише два фактори:

– рух променю по екрану строго узгоджений (синхронізований) з роботою передавача і з обертанням антени;

– люмінофор трубки має тривале післясвітіння (кілька секунд).

Завдяки цим двом факторам на екрані відображалась в реальному часі панорамна картина усіх віддзер-

калень зондувального сигналу від будь-яких неоднорідностей, які зустрічались на шляху його поширення.



Рис. 1. Відображення первинної радіолокаційної інформації на ІКО "аналогових" РЛС

Означена інформація відображалась не тільки на індикаторі в самій РЛС, а й могла передаватись на виносні індикатори, що встановлювались на командних пунктах (КП) або пунктах наведення (ПН) авіації, шляхом передачі по кабелях тих же само аналогових сигналів з виходу приймального тракту та синхросигналів на відстань від 300 до 1000 м (в залежності від якості кабелів та ширини спектра сигналів). З використанням радіоліній (наприклад, 1РЛ52 "Фаза") первинна радіолокаційна обстановка могла передаватись навіть на кілька десятків кілометрів.

Отже, інформацію, яка відображається на індикаторах "аналогових" РЛС, дійсно можна назвати радіолокаційною відеоінформацією, бо вона в реальному часі створює панорамне відображення просторового положення усіх неоднорідностей, які є в зоні дії РЛС і які здатні віддзеркалювати зондувальні сигнали.

Ситуація з відображенням радіолокаційної відеоінформації стала змінюватись на початку 80-их років з появою перших "цифрових" РЛС, в яких обробка сигналів і зйом радіолокаційної інформації здійснювались спецобчислювачами, або цифровими автоматами, а відображення інформації здійснювалось, як і раніше в "аналогових" РЛС, на екранах

ЕПТ з тривалим післясвітінням. На відображення стали видаватися не відеосигнали з виходу приймального тракту, а результати обробки інформації – так звані "координатні точки автомата" (КТА). Правда, в тих РЛС, в яких типи зондувальних сигналів та принципи їхньої обробки дозволяли в реальному часі паралельно відображати на екрані ЕПТ сигнали з виходу приймальних трактів чи після певного етапу обробки, таке відображення здійснювалось, як, наприклад, в РЛС 55Ж6, 22Ж6М, 1Л13 (рис. 2, фігура 4). І це рішення було цілком правильним, бо оператор завдяки цьому завжди мав можливість візуально проконтролювати роботу "автомата" – виявив він ціль, чи ні. А в РЛС 19Ж6(35Д6) через специфічність обробки сигналів [2] такої можливості вже не було (насправді зробити можна було б, але з певним ускладненням апаратури), і на ІКО видавались лише результати роботи автомата у вигляді штучних позначок від цілі. Функції поточного контролю роботи автомата були втрачені (виявив "автомат" ціль – є позначка, не виявив – немає), але залишився хоч певний комфорт для оператора.

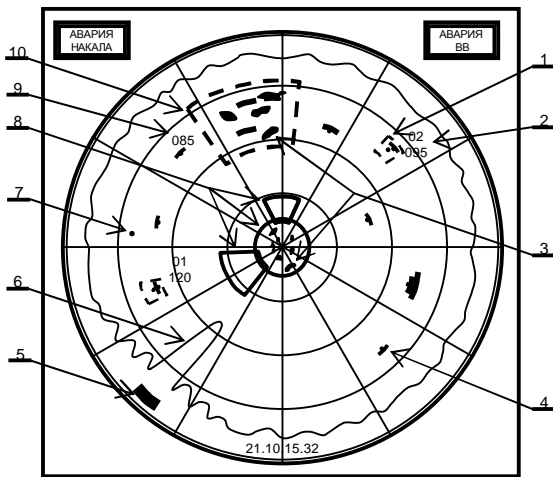


Рис. 2. Вигляд ІКО РЛС 55Ж6

1 – строб супроводу з ЕТ в центрі; 2 – формуляр супроводжуваного ПО; 3 – залишки пасивних завод; 4 – відмітка від цілі і КТА по ній; 5 – відмітка пеленга і КТА по ній; 6 – відмітка „Зона”; 7 – маркер; 8 – строби М; 9 – висота несупроводжуваного ПО; 10 – строб ЗБЛ (зона бланка)

Таким чином, в перших "цифрових" РЛС ще збереглося поняття радіолокаційної відеоінформації, хоча форма її подання уже суттєво змінилась.

В 90-их роках з появою РЛС, в яких стали широко використовуватись мікропроцесорна техніка і сучасні засоби відображення інформації на базі моніторів, поняття радіолокаційної відеоінформації практично зникло. Це пояснюється низкою принципіальних змін в побудові РЛС.

По-перше, обробка сигналів і інформації в цих РЛС повністю автоматизована і форма їх подання неодноразово змінюється, при цьому аналогові сигнали замінюються їхніми цифровими еквівалентами.

По-друге, складність обробки сигналів, необхідність нормування фону, на якому здійснюється виявлення цілей, особливості обміну інформацією

між виходами приймальних трактів і процесорами обробки і багато інших чинників призводять до суттєвої затримки в обробці сигналів (до кількох секунд), через що порушується реальність часу відображення радіолокаційної відеоінформації.

По-третє, зовсім змінились принципи відображення радіолокаційної інформації. Передавальний пристрій РЛС, антена і засоби відображення працюють асинхронно. Форма подання інформації на відображення на екрані монітора докорінно відрізняється від форми її існування в трактах обробки.

По-четверте, використання складених (ГТ+ФКМ1 (ЧМ1+ФКМ2(ЧМ2)) і складно-модульованих сигналів з базою в сотні одиниць суттєво ускладнює відображення реальної картини положення об'єктів у просторі.

Саме внаслідок означених чинників в сучасних РЛС відеоінформація в явному вигляді не відображається. Але консерватизм і інерційність мислення споживачів інформації ніяк не можуть з цим примиритися. Тому раз від разу до розробників сучасної радіолокаційної техніки висуваються вимоги щодо відображення на основних і на виносних робочих місцях хоч в якому-небудь вигляді радіолокаційної відеоінформації. Звідси й народились терміни "живого" та "сірого відео".

Перша спроба штучно передати "живе відео" була запроваджена в радіолокаційному екстракторі А1000М та в АС ЗОІ. На точку, яка відображала поточне просторове положення цілі насаджувалась [3] штучна позначка у вигляді тангенціально орієнтованого прямокутника, а імітація післясвітіння здійснювалась поступовим згасанням цієї позначки з кожним новим періодом огляду (рис. 3). На сприйняття таке відео було скоріше "мертвим", ніж "живим".

В пізніших розробках (наприклад, в РЛС 5Н84АМА) кожна координатна точка супроводжувалась серією пакетів. На кожную точку в середньому приходиться три пакети (рис. 4), оскільки при правильній дискретизації процесів на виході приймального тракту імпульсний об'єм накриває три дискрети по дальності [4].



Рис. 3. Імітація позначок від цілей в АС ЗОІ

Для передачі цих пакетів була розроблена спеціальна категорія повідомлень I250 в форматі ASTERIX. За формою така позначка є близькою до реальної позначки в "аналогових" РЛС. Але цим її переваги й обмежуються. По-перше така позначка

формується тільки по тих цілях, які виявив "автомат", тому нової інформації не несе. По-друге, вона позбавлена амплітудної інформації і тому за змістом мало чим відрізняється від попередньої штучної позначки, хіба що тим, що її ширина по азимуту дійсно відповідає реальній позначці. По-третє при використанні середньошвидкісних каналів передачі даних, можливості щодо видачі таких пакетів повідомленнями I250 в форматі ASTERIX не більше 200...250.

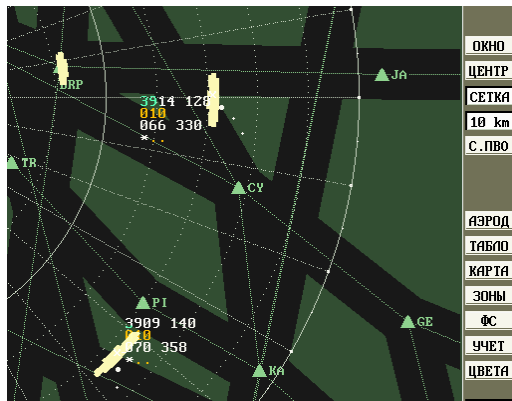


Рис. 4. Відображення позначок від цілей в РЛС 5Н84АМА

Отже, вжиті до цього часу спроби передавати від сучасних РЛС споживачам радіолокаційну відеоінформацію, яка формується штучно після автоматичного виявлення цілей, довели її практичну недоцільність.

Чи необхідна на сьогодні взагалі радіолокаційна відеоінформація (радіолокаційні знімки) і чи можливе в принципі в сучасних і перспективних "цифрових" РЛС відображення такої інформації на робочих місцях оператора та передача її на відстань на виносні робочі місця?

Щодо необхідності радіолокаційної відеоінформації, то окрім консерватизму споживачів інформації, з яким певною мірою також потрібно рахуватися, є і об'єктивні потреби в ній.

Мова, по-перше, йде про випадки, коли об'єктами радіолокаційної розвідки стають не тільки точкові цілі, якими є літальні апарати, а й просторово розподілені цілі – метеоявища, складна гірська поверхня, тощо, які можуть становити загрозу літальним апаратам. Такі ситуації є найбільш характерними при керуванні авіацією в процесі наведення та під час здійснення нею польотів та перельотів.

Для своєчасного попередження про загрози мають відображатися на індикаторі робочого місця оператора (штурмана, керівника) не тільки позначки від літальних апаратів, а й просторові об'єкти в реальному часі та ще й зі збереженням амплітудної інформації відбитих сигналів. В усіх "аналогових" РЛС старого парку передбачався так званий "амплітудний" режим роботи, в якому відеоінформація так і відображалась. Саме так

вона має відображатися і в сучасних "цифрових" РЛС, а не зводиться до формування штучних позначок тільки по тих цілях, які виявлені апаратурою автоматичної обробки сигналів.

По-друге, відсутність відеоінформації позбавляє оператора можливості візуального розпізнавання повітряних об'єктів за сигнальними ознаками. Такий спосіб розпізнавання хоч і є малоінформативним, проте у деяких випадках може бути дуже корисним.

По-третє, виведення на ІКО радіолокаційної відеоінформації, після певних етапів обробки ехо-сигналів (наприклад, після внутрішньоперіодної і після міжперіодної обробки), є досить ефективним способом комплексного контролю функціонування РЛС. В "аналогових" РЛС старого парку досвідчений оператор по зовнішньому вигляду "троянди місцевих предметів" на ІКО може безпомилково визначити справність основних систем і всієї РЛС в цілому. І в сучасних "цифрових" РЛС, незважаючи на розвинену систему автоматичного контролю та діагностики, такий спосіб контролю зайвим не буде. Більше того, використання в сучасних РЛС, як засобів відображення, кольорових моніторів, які припускають суміщення різномірної інформації, відкриває нові можливості такого контролю. Відеоінформація може слугувати фоном, на якому відображаються результати автоматичної обробки радіолокаційної інформації апаратурою РЛС.

І насамкінець, по-четверте, висування до перспективних РЛС сантиметрового діапазону вимог щодо метеорологічної розвідки тягне за собою необхідність режиму відображення радіолокаційної відеоінформації.

Отже, відображення радіолокаційної відеоінформації на робочих місцях оператора є функцією взагалі корисною, а в деяких випадках і просто необхідною. Відсутність такої функції в сучасних "цифрових" РЛС безумовно є прорахунком, як конструкторів, так і замовників. Конструкторський прорахунок пояснюється з одного боку надмірним захопленням розробників РЛС формалізацією процесів обробки та відображення інформації, а з іншого боку обмеженими можливостями елементної бази того перехідного періоду, коли розроблялись ці станції. Провина замовника полягає в тому, що в технічних завданнях на розробки РЛС взагалі не передбачалась така функція, як відображення радіолокаційної відеоінформації.

Щодо можливостей відображення радіолокаційної відеоінформації на робочих місцях оператора та передачі її на відстань на виносні робочі місця, то для існуючих і перспективних "цифрових" РЛС вони є різними.

В існуючих "цифрових" РЛС з тим складом апаратури, який вони мають, та із закладеними в них принципами обробки інформації і обміну нею між пристроями повноцінне відображення радіолокаційної відеоінформації на робочих місцях оператора та передача її на відстань на виносні робочі місця без модернізації РЛС неможливі.

ВИСНОВОК

В перспективних РЛС відображення радіолокаційної відеоінформації на робочих місцях оператора та передача її на відстань на виносні робочі місця є цілком можливими. Обсяг, форма та способи знімання, передачі і відображення відеоінформації будуть залежати від конкретних технічних рішень, реалізованих в тій чи іншій РЛС. Але загальні вимоги до усіх перспективних РЛС щодо відображення радіолокаційної відеоінформації є очевидними.

По-перше, необхідно буде передбачити кілька точок по тракту (трактах – в багатоканальних РЛС) обробки сигналів, з яких буде зніматися інформація на відображення. Першою точкою має бути та, до якої в тракті здійснена просторова обробка сигналів і завершена так звана внутрішньоперіодна обробка поодиноких ехо-імпульсів (частотна фільтрація – при використанні простих або частотна фільтрація і стискання – при використанні складномодульованих зондувальних сигналів). А останньою має бути та точка в тракті, після якої приймається рішення на виявлення цілі. Кількість та розташування по тракту обробки сигналів решти точок зняття інформації буде залежати від принципів побудови РЛС.

По-друге, для передачі відеоінформації на виносні робочі місця у реальному часі необхідно мати канали передачі даних з перепускною здатністю в кілька десятків мегабіт за секунду. Дійсно, навіть для РЛС з одноканальним приймальним трактом при типовому значенні часового кроку дискретизації процесів в 1 мкс, динамічному діапазоні приймача в 90...100 дБ і при збереженні когерентності процесів знадобиться канал з перепускною здатністю 30...40 Мб/с. Необхідність використання надшвидкісних каналів для передачі відеоінформації на виносні робочі місця тривалий час була однією із перепон, які спонукали конструкторів до відмови від такої функції в "цифрових" РЛС перших поколінь. На сьогодні ж розвиток інформаційних

мереж [5] за стандартами і технологією Ethernet, в яких швидкість обміну даними сягає 100 Мб/с, повністю знімає означену перепону.

По-третє, відеоінформація має супроводжуватись додатковою інформацією службового характеру: час запуску передавального пристрою РЛС, поточне азимутальне положення антени, режими роботи РЛС, тощо.

По-четверте, для відтворення цієї інформації на виносному робочому місці оператора воно повинне мати такий же процесор та монітор, що й основне робоче місце.

Отже, відображення радіолокаційної відеоінформації на робочих місцях оператора вимагає певного ускладнення апаратури РЛС і використання сучасних технологій обміну інформацією. Але відновлення означеної функції в перспективних радіолокаційних станціях значно розширить її інформаційні можливості як засобу ведення радіолокаційної розвідки.

Список літератури

1. *Озброєння радіотехнічних частин і підрозділів ППО. Радіолокаційна станція 5Н84А / за ред. В.Й. Климченка. – Х.: ХУПС, 2005. – 328 с.*
2. *Гриб Д.А. Озброєння та військова техніка РТВ. Побудова РЛС 19Ж6 / Д.А. Гриб, В.Й. Климченко. – Х.: ХУПС, 2007. – 300 с.*
3. *Комплекс средств автоматизации командного пункта. Общее описание. ПДЗ У 30763942.800-07 ТО. – К.: Аэротехника-МЛТ, 2005. – 135 с.*
4. *Радиолокационная станция 5Н84АМА. Техническое описание. ТОЕ.240.00.000 ТО. – К.: Аэротехника, 2009. – 210 с.*
5. *Олифер В. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы / В. Олифер, Н. Олифер. – С. Петербург: Эксмо, 2010. – 944 с. .*

Надійшла до редколегії 7.06.2011

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

О ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ВЫДАЧИ ПОТРЕБИТЕЛЯМ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ ВИДЕОИНФОРМАЦИИ В ПЕРСПЕКТИВНЫХ РЛС

В.И. Климченко, Г.Г. Камалтынов

Рассматриваются целесообразность и необходимость выдачи потребителям радиолокационной видеоинформации от "цифровых" РЛС нового парка. Раскрывается значение термина "радиолокационная видеоинформация" и его современная трактовка. Наводится анализ истоков и условий, при которых в современных РЛС исчезла такая функция, как отображение первичной радиолокационной обстановки. Анализируется потребность в отображении радиолокационной видеоинформации для потребителей Воздушных Сил. Описываются требования и условия ее реализации.

Ключевые слова: средства радиолокации, радиолокационная видеоинформация, первичная радиолокационная обстановка.

ABOUT EXPEDIENCE OF DELIVERY THE USERS OF RADIO-LOCATION VIDEOINFORMATION IN PERSPECTIVE RLS

V.I. Klimchenko, G.G. Kamaltynov

Expedience and necessity of delivery is examined to the users of radio-locating video information from "digital" RLS new park. The value of term turns out "радіолокаційна відеоінформація" and him modern interpretation. The analysis of sources and terms for which in modern RLS such function disappeared is pointed, as a reflection of primary radio-locating situation. A requirement is analysed in the reflection of radio-locating video information for the users of Aircrafts. Requirements and terms are described to its realization.

Keywords: facilities of radio-location, radio-location video information, primary radio-location situation.