

УДК 621.32

Н.Н. Горобец, К.А. Бохан

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков*

## **АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К КАЧЕСТВУ ОБСЛУЖИВАНИЯ В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЯХ ПРИ ПЕРЕДАЧЕ ЦИФРОВОЙ ИНФОРМАЦИИ О ВОЗДУШНОЙ ОБСТАНОВКЕ**

*Проведен анализ основных требований к качеству обслуживания в телекоммуникационных сетях при передаче цифровой информации о воздушной обстановке. Предложены пути расчета требуемого времени передачи цифровой информации о воздушной обстановке.*

*цифровая информации о воздушной обстановке, телекоммуникационные сети, сжатие информации, маршрутизация*

### **Введение**

**Анализ литературы** показал, что при определении требований по времени передачи радиолокационной информации (а значит и ЦИВО) в режиме реального времени исходят из необходимости обеспечения успешного наведения истребителя на цель [1]. При это должна быть определена функциональная зависимость вероятности наведения ( $P_n$ ) от времени доставки сообщения ( $t_d$ ). Но эта задача сложна и не учитывает ряд величин (период обзора РЛС ( $T_o$ ), максимальное число обрабатываемых целей ( $N_{max}$ )).

**Постановка проблемы.** В процессе работы комплекса средств автоматизации командного пункта (КСА КП) различных звеньев управления в общем информационном потоке основную часть составляет информация, передаваемая в интересах автоматизированной системы управления (АСУ). Прежде всего, это радиолокационная информация (РЛИ).

Искажения, возникающие при обработке РЛИ в радиолокационных станциях (РЛС), приводят к

ухудшению качества принятия решений должностными лицами центров управления. Решить эту проблему можно, осуществляя передачу и отображение цифровой информации о воздушной обстановке (ЦИВО) в центрах управления в режиме реального времени. Под реальным временем понимается время, в течение которого система выполняет поставленную задачу с заданным качеством обслуживания [2, 4 – 6].

**Целью данной статьи** является анализ основных требований к качеству обслуживания в телекоммуникационных сетях при передаче цифровой информации о воздушной обстановке.

### **Основная часть**

Исходный цифровой поток радиолокационной информации представляет собой набор отсчетов изображений, формируемых с определенной частотой в одномерном виде. Можно провести аналогию с потоком видеоинформации, которая является набором двумерных массивов разграниченных служебной информацией начала и конца кадра. Следовательно, ЦИВО, сформированный из исходного

радиолокационного сигнала, схожий с потоком видеоинформации. Такого рода информационные потоки чувствительны к времени задержки. Увеличение времени задержки приводит к старению информации [3] и дополнительным ошибкам определения координат целей.

Так при среднеквадратической ошибке измерения дальности  $\sigma_d$  ошибка в измерении скорости составит:

$$\sigma_v = \frac{\sigma_d \cdot \sqrt{2}}{T_o} \quad (1)$$

Тогда за время доставки ( $t_d$ ) ошибка по дальности составит:

$$\sigma'_d = t_d \frac{\sigma_d \cdot \sqrt{2}}{T_o} \quad (2)$$

Эта ошибка не окажет существенного влияния, если ее величина не будет более 7% ошибки измерения, то есть

$$\sigma'_d \leq 0,07 \cdot \sigma_d \quad (3)$$

Тогда

$$t_d \leq \frac{0,07 \cdot T_o}{\sqrt{2}} \quad (4)$$

При  $T_o = 10\text{с}$   $t_d \leq 0,5$ .

Кроме указанного выше, при определении требований к передаче радиолокационной информации в режиме реального времени можно исходить из таких известных величин, как период обзора РЛС ( $T_o$ ), максимальное число обрабатываемых целей ( $N_{\max}$ ). В этом случае время доставки ( $t_d$ ) должно определяться неравенством:

$$t_d \leq T_o / N_{\max} \quad (5)$$

Также, при обосновании требований необходимо исходить из того, что для синхронизации процесса отображения видеоинформации о воздушной обстановке и обработанной РЛИ в виде кодограмм о сопровождаемых объектах допустимое время  $t_{\text{орли}}$  их передачи должно быть соизмеримо (примерно равно) допустимому времени  $t_{\text{доп}}$  передачи цифровой информации. В полученной адресатом кодограмме с информацией о координатах воздушной цели содержатся ошибки, обусловленные:

- ошибками экстраполяции координат на момент выдачи кодограмм ( $\sigma_3$ );
- ошибками за счет задержки кодограмм в канале связи ( $\sigma_{\text{лс}}$ );
- ошибками за счет возможного искажения кодовой комбинации в канале связи ( $\sigma_{\text{кк}}$ ).

Показано, что дисперсия суммарной ошибки по одной из координат составляет:

$$\sigma_{\Sigma}^2 = \sigma_3^2 + \sigma_{\text{лс}}^2 + \sigma_{\text{кк}}^2 \quad (6)$$

Анализ составляющих (6) показал, что дисперсия суммарной ошибки может быть вычислена в соответствии с выражением:

$$\sigma_{\Sigma}^2 = \frac{2 \cdot [(n-1) \cdot (2n-1) + 6k \cdot (n-1) + 6k^2] \cdot \sigma_x^2}{[n \cdot (n^2 - 1)]} + \frac{1}{m_x} [0,84(4^{m_x} - 1)\sigma_x^2 p^2] + \sigma_{\text{лс}}^2 \quad (7)$$

где  $n$  – число измерений траектории движения воздушной цели;  $k$  – количество периодов обзора РЛС;  $m_x$  – число двоичных разрядов кодовой комбинации одной из координат;  $p$  – вероятность искажения одного двоичного разряда при передаче информации по каналу.

Из (6) и (7) получено выражение для расчета допустимого значения дисперсии ошибок, возникающих за счет задержки кодограмм в каналах связи

$$\sigma_{\text{лс}}^2 = \sigma_{\Sigma}^2 - \frac{2 \cdot [(n-1) \cdot (2n-1) + 6k \cdot (n-1) + 6k^2] \cdot \sigma_x^2}{[n \cdot (n^2 - 1)]} - \frac{1}{m_x} [0,84(4^{m_x} - 1)\sigma_x^2 p^2] \quad (8)$$

Необходимо заметить, что

$$\sigma_{\Sigma} = K_{\text{тк}} \cdot \sigma_x \quad (9)$$

где  $K_{\text{тк}}$  – коэффициент требуемого качества.

Известно, что максимально допустимое значение ошибок по одной из координат, которые возникают за счет задержки при доведении кодограмм, определяется выражением

$$\Delta x = 3\sigma_{\text{лс}} \quad (10)$$

а допустимое время доведения кодограмм в канале связи равно

$$T_{\text{доп}} = \frac{\Delta x}{V_{\max}} = \frac{3\sigma_{\text{лс}}}{V_{\max}} \quad (11)$$

где  $V_{\max}$  – максимальная скорость воздушных объектов.

## Выводы

Обеспечение своевременной передачи ЦИВО требует решения ряда проблем, обусловленных особенностями передачи такого рода информации в реальном масштабе времени. Предложенные в статье пути расчета требуемого времени передачи цифровой информации о воздушной обстановке позволяют оценить возможности существующих телекоммуникационных сетей и принять меры для обеспечения качества обслуживания при передаче цифровой информации о воздушной обстановке.

## Список литературы

1. Климченко В.И. Вооружение радиотехнических подразделений и частей войск ПВО СВ. Радиолокационная станция 1Л13 «Небо-СВ». – X.: ХВУ, 1998. – 360 с.

2. Кучук Г.А., Кіріллов І.Г., Пашінев А.А. *Моделювання трафіка мультисервісної розподіленої телекомунікаційної мережі // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС, 2006. – Вип. 9 (58). – С. 50-59.*

3. Семенов С.Г., Беленков А.Г., Можяев А.А. *Разработка распределенного метода многопутевой маршрутизации, основанного на потоковой модели с предвычислением путей (маршрутов) // Моделювання та інформаційні технології: – К.:ІПМЕ імені Г.Є.Пухова. – 2005. – Вип. 32. – С. 189-192.*

4. Кучук Г.А. *Моделирование трафика изолированного пульсирующего источника / Г.А. Кучук // Системи обробки інформації. – Х.: ХВУ, 2004. – Вип. 1. – С. 168-173.*

5. Кучук Г.А., Стасєва Я.Ю., Болюбаш О.О. *Розрахунок навантаження мультисервісної мережі // Системи озброєння і військова техніка. – 2006. – № 4(8). – С. 130-134.*

6. Умрихин Ю.Д., Поляков Г.А. *Автоматизация проектирования сложных цифровых систем обработки информации и управление реального времени. – М.: Минрадиопром, 1985, – 228 с.*

*Поступила в редколлегию 4.05.2007*

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. В.С. Харченко, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.