

УДК 621.396.96

И.В. СВИД, А.И. ОБОД, И.А. ШТЫХ

ИНТЕГРАЛЬНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ КАЧЕСТВА ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ СИСТЕМ НАБЛЮДЕНИЯ ВОЗДУШНОГО ПРОСТРАНСТВА

INTEGRAL QUALITY INDICATOR OF THE INFORMATION PROCESSING IN AIRSPACE OBSERVING SYSTEMS

В статье обосновывается интегральный показатель качества информационного обеспечения потребителей совместными системами наблюдения воздушного пространства в составе первичного, вторичного и идентификационного каналов при формировании формуляра воздушного объекта на этапе первичной обработки информации при реализации квазиоптимальной обработки информации в каждом из каналов.

Ключевые слова: информационное обеспечение, системы наблюдения, показатель качества.

The article justifies the integral quality indicator of the information support for consumers by joint airspace observing systems in the composition of the primary, secondary and identification channels in the formation of the airspace each channel.

Keywords: information support, observing systems, index of quality.

Опыт ведущих стран мира показывает, что у них уже достаточно длительный срок существуют национальные единые системы контроля воздушного пространства (ВП) как военной, так и гражданской авиации. Очевидно, что при этом достигается максимальная эффективность использования ВП.

Основные элементы процедуры контроля воздушного пространства (КВП) – анализ воздушной обстановки и принятия решений. Решение задач, стоящих перед системой КВП определяется качеством обработки информации предоставляемой радиолокационными системами (РЛС) и которая определяется помехоустойчивостью последних. Основными информационными источниками в системе КВП являются первичные и вторичные системы. Первичные РЛС предоставляют информацию «где» находится воздушный объект (ВО), а вторичные – «кто». Только наличие достоверной информации от первичных и вторичных систем позволяет принять правильное решение [1-3].

Обработка информации систем наблюдения (СН) ВП осуществляется по этапам, что и влияет на структуру информационного обеспечения (ИО). Формуляр ВО формируется на этапе первичной обработки информации

(ПОИ). При формировании формуляра ВО на этапе ПОИ основной в ИО является первичная СН, координатная информация (КИ) ВО которая и закладывается в формуляр ВО. Вычисления КИ ВО вторичными (запросными) СН нужным только для объединения и сравнения информации первичных и запросных СН.

В этом случае структура ИО пользователей на основании совместной СН содержит определители сигналов (ответных сигналов (ОС)), определители ВО и измерители координат ВО.

Полученные в каждом из каналов оценки векторов измерения, вместе с корреляционными матрицами ошибок измерения поступают на устройство объединения оценок. В устройстве объединения оценок, на основе анализа оценок векторов измерения поступающих и корреляционных матриц ошибок измерения вычисляется оценка результирующего вектора измерений и результирующая корреляционная матрица ошибок. Результирующий вектор измерения, вместе с результирующей корреляционной матрицей ошибок, выдаются потребителям [2, 3].

ПОИ заканчивается формированием формуляра ВО, который, как правило, включает текущий вектор состояния \vec{W}_p с соответствующей матрицей точности \vec{C}_p^{-1} , полетную информацию PI , признак "свой – чужой":

$$\vec{W}_p, \vec{C}_p^{-1}, PI, \text{"свой – чужой"}.$$

При этом следует отметить, что текущий вектор состояния ВО с соответствующей матрицей точности составлен на основе измерения координат ВО первичной СН и содержит пространственные координаты ВО.

Интегральным показателем качества (ИПК) ИО на этапе ПОИ может быть вероятность ИО, которая может быть записана как

$$P_{inf} = D_{11}, D_{12}, D_{13}, P_{obe}, P_{por1}, P_{por2},$$

где D_{11}, D_{12}, D_{13} – показатели качества; P_{obe} – вероятность объединения координатной и полетной информации вторичной СН, P_{por1} – вероят-

ность сравнения координатной информации первичной и вторичной СН, P_{por2} – вероятность сравнения координатной информации первичной и идентификационной СН.

Вероятности правильного обнаружения ВО каждым каналом совместной СН $P_i = D_{1i}$, есть функция

$$D_{1i} = f(D_{0i}, F_{0i}, C_i, P_0) = f(q_{0i}, z_{0i}, C_i, P_0),$$

где D_{0i}, F_{0i} – показатели качества; C_i – точность обнаружения; P_0 – коэффициент готовности ответчика самолета, что характерно для вторичной и идентификационной СН; q_{0i} – показатель качества; $z_0(C)$ – аналоговый (цифровой) порог обнаружения сигнала (ВО).

При сравнении и объединении информации для автоматического составления формуляра ВО критерием является качество измерения КИ, через вероятности этих действий, к которым относятся: вероятность потерь правильной полетной информации (ПИ); вероятность искажения ПИ; вероятность объединения КИ и ПИ вторичной СН; вероятность сравнения КИ первичной и идентификационной СН; вероятность объединения КИ и ПИ в совместной СН.

При обработке ПИ схеме по критерию k/m вероятность потерь правильной полетной информации в устройстве обработки

$$P_{vir} = 1 - P_{pi}^k,$$

где P_{pi} – вероятность выдачи ПИ с выхода запросной СН в первых m информационных ответах.

При использовании в устройстве обработки схем подтверждения ПИ по критерию k/m вероятность искажения полетной информации составит:

$$P_{ick.p.i} = \sum_{i=k}^m C_m^i P_{ick}^i (1 - P_{ick})^{m-i},$$

где P_{ick} – вероятность выдачи запросной СН ложной ПИ.

ПИ запросных СН может поступать с некоторым запаздыванием относительно КИ. Тогда номер дискреты прихода ПИ:

$$N'_d = N_d + T(KI) / r_d,$$

где N_d – номер дискреты прихода КИ; $T(KI)$ – запаздывания для запросной СН, соответствующее коду КИ; r_d – цена дискреты дальности.

Практически вероятность объединения КИ и ПИ составит:

$$P_{obe} = (1 - P_{vtr.pi})(1 - P_{ick.pi})P\left\{\begin{matrix} +N'_o \\ -N'_o \end{matrix}\right\},$$

где $P\left\{\begin{matrix} +N'_o \\ -N'_o \end{matrix}\right\}$ – условная вероятность прихода ПИ в стробе от $+N'_o$ до $-N'_o$ относительно КИ ВО.

Алгоритм объединения информации в устройстве обработки может быть построен так, что одиночные отметки каналов совместной СН объединяются, если азимутальный угол между центрами пакетов не превышает $\Delta\beta$, а разница их дальностей Δr .

При условии, что отклонение центров пакетов в первичном и вторичном каналах совместной СН независимы и подчиняются нормальному распределению, вероятность объединения пакетов можно определить из следующего соотношения:

$$P_{por} = \frac{1}{4} \left[1 + \Phi \left(\frac{\Delta\beta}{\sqrt{2} \sqrt{\sigma_{\beta_1}^2 + \sigma_{\beta_2}^2}} \right) \right] \left[1 + \Phi \left(\frac{\Delta r}{\sqrt{2} \sqrt{\sigma_{r_1}^2 + \sigma_{r_2}^2}} \right) \right],$$

где $\Phi(x)$ – интеграл вероятностей; $\Delta\beta$ и Δr – разрешающие способности по азимуту и дальности; $\sigma_{\beta_1}, \sigma_{\beta_2} (\sigma_{r_1}, \sigma_{r_2})$ – среднеквадратичные отклонения азимутов (дальностей) центров пакетов первичного и вторичных каналов совместной СН.

Приведем расчеты вероятности ИО пользователей совместной СН ВП при обнаружении и измерении координат ВО на основе анализа всей пачки сигналов принимаемых решений. На рис. 1 приведено влияние отношение

сигнал/шум (q) на качество ИО при различных коэффициентах готовности (КГ) самолетных ответчиков запросной и идентификационной СН, которые принимаются одинаковыми. При расчетах принято, что отношение сигнал/шум в каналах обработки одинаков.

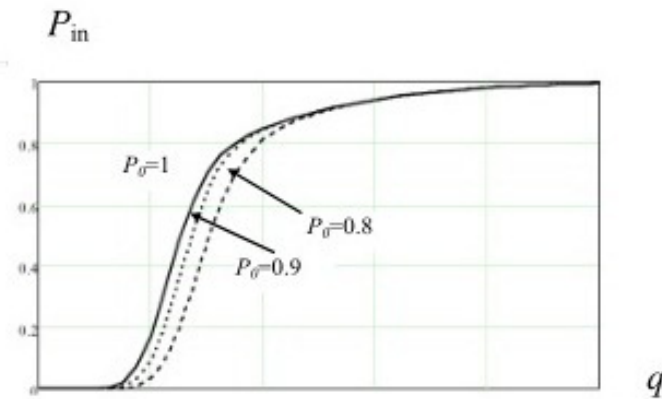


Рисунок 1 – Зависимость $P_{inf} = f(q, P_0)$

Приведенные расчеты показывают: существенное влияние коэффициентов готовности самолетных ответчиков на качество ИО пользователей; потребность значительной величины отношения сигнал/шум для реализации автоматической выдачи формуляра ВО.

Таким образом, использование предложенного ИПК позволяет объединить критерии эффективности обработки, как сигналов, так и данных СН на основе порога обнаружения сигналов, то есть величина порога может быть использована в качестве параметра при совместной оптимизации характеристик первичной, вторичной и третичной обработки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фарина А. Цифровая обработка радиолокационной информации / А.Фарина, Ф.Студер. – М.: Радио и связь, 1993. – 319 с.
2. Автоматизированные системы управления воздушным движением: Новые информационные технологии в авиации / под ред. С.Г. Пятко и А.И. Краснова. - СПб.: Политехника, 2004. – 446 с.
3. Агаджанов П.А. Автоматизация самолетовождения и управления воздушным движением / П.А. Агаджанов, В.Г. Воробьев, А.А. Кузнецов. - М.: Транспорт, 1980. - 342 с.

Свид Ирина Викторовна

Харьковский национальный университет радиозлектроники, г. Харьков
Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры радиотехнологий информационно-коммуникационных систем

Обод Андрей Иванович

Харьковский национальный университет радиозлектроники, г. Харьков
Аспирант кафедры радиотехнологий информационно-коммуникационных систем

Штых Инна Анатольевна

Харьковский национальный университет радиозлектроники, г. Харьков
информационно-коммуникационных систем