

И.И. ОБОД, д-р техн. наук, проф. НТУ "ХПИ" (г. Харьков),
А.Э. ЗАВОЛОДЬКО, ст. преп. НТУ "ХПИ" (г. Харьков)

ОБНАРУЖЕНИЕ ТРАЕКТОРИЙ ВОЗДУШНЫХ ОБЪЕКТОВ ПО ДАНЫМ ЗАПРОСНЫХ СИСТЕМ НАБЛЮДЕНИЯ ЕДИНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СЕТИ

Приводится сравнительный анализ показателей качества обнаружения траекторий воздушных объектов по данным запросных систем наблюдения тремя структурами квазиоптимального обнаружителя при отдельных принятиях решений об обнаружении сигнала, воздушного объекта и траектории воздушного объекта для случая больших отношений сигнал/шум.

Ключевые слова: показатель качества обнаружения, воздушный объект, запросные системы наблюдения, информационная сеть.

Постановка проблемы и анализ литературы. Контроль использования воздушного пространства относится к основным задачам обеспечения безопасности страны. Единое радиолокационное поле, создание которого предусматривается Государственной научно-технической программой создания государственной интегрированной информационной системы [1], немислимо без реализации единой информационной сети (ЕИС), на базе существующих и перспективных систем наблюдения (СН) [2 – 5]. Изменение структуры информационного обеспечения, рекомендованное ИСАО, обусловленное в переходе к автоматическому зависимому наблюдению, несколько изменяет весь подход к информационному обеспечению потребителей. Действительно, переход запросных СН до основных источников информации, ставит задачу сопровождения воздушных объектов (ВО) по данным этих источников в ЕИС. Синтезу и анализу оптимальных и квазиоптимальных структур обнаружителей трасс ВО по данным запросных СН посвящены работы [6 – 8]. Исследование порогового значения коэффициента готовности ответчиков запросных СН, как основной статистической характеристики последних, представляет научный и практический интерес.

Цель статьи. Оценка влияния порогового значения коэффициента готовности ответчиков на показатели качества обнаружения трасс ВО по данным запросных СН.

Основной раздел. Существующие СН построены по принципу несинхронной сети, обслуживания первого правильно принятого запросного сигнала (ЗС) и открытой системы массового обслуживания с отказами [4, 5]. Такое построение последних открывает широкие возможности по несанкционированному использованию ответчиков этих систем, а также для полной парализации систем путем постановки

коррелированных помех требуемой интенсивности. При работе ответчика только в поле действия многих запросных СН (ЗСН), создающих внутрисистемные помехи, коэффициент готовности ответчика (КГ) P_0 всегда меньше единицы. Коэффициент готовности ответчика зависит от интенсивности потока ЗС, образованного потоком ЗС от запросных СН, потоком преднамеренных коррелированных помех, а также потоком ЗС, образовавшимся из потока преднамеренных и непреднамеренных некоррелированных помех.

Модульность построения обнаружителя трасс ВО, синтезированного в [7], позволяет рассматривать структуру обнаружителя в следующих последовательностях предварительных обнаружений:

а) обнаружитель ВО – обнаружитель ответного сигнала (ОС) – обнаружитель трассы ВО (I вариант);

б) обнаружитель ОС – обнаружитель ВО – обнаружитель трассы ВО (II вариант);

в) обнаружитель ВО – обнаружитель трассы ВО – обнаружитель ОС (III вариант).

Если принять, что логики принятия решения об обнаружении ВО и трассы ВО соответственно равны " K из N " и " l из m ", то выражения для вероятности обнаружения трасс ВО ($D_i, i = I, II, III$) для вышеизложенных вариантов реализации обнаружителя имеют вид:

I вариант:

$$D_I = \sum_{i=l}^m C_m^i D_{11}^i (1 - D_{11})^{m-i},$$

где $D_{11} = \sum_{i=0}^{N-K} C_N^i P_0^{N-i} (1 - P_0)^i \left[\sum_{l=0}^{N-K-i} C_{N-i}^l P_1^{N-l-i} (1 - P_1)^l \right]^n$, C_m^i – число сочетаний; P_1 – вероятность обнаружения одиночного импульса; n – значность интервально-временного кода.

II вариант:

$$D_{II} = \sum_{i=l}^m C_m^i D_{22}^i (1 - D_{22})^{m-i},$$

где $D_{22} = \sum_{i=0}^{N-K} C_N^i (P_0 P_1^n)^{N-i} (1 - P_0 P_1^n)^i$.

III вариант:

$$D_{III} = D_{33}^n,$$

где $D_{33} = \sum_{i=1}^m C_m^i D_3^i (1 - D_3)^{m-i}$.

Рассмотрим область больших значений отношений с/ш, при которых флуктуационными помехами в ответном канале можно пренебречь. В этом случае характеристики обнаружения определяются длиной ответной пачки и КГ ответчика запросной СН.

Вероятности правильного обнаружения ВО по данным запросных СН для всех вышеизложенных вариантов обнаружения, при постоянных значениях N и P_0 , сходятся к пределу:

$$D = \sum_{i=K}^N C_N^i P_o^i (1 - P)^{N-i}, \quad (1)$$

величина которого зависит от цифрового порога обнаружения K .

При заданных значениях D , N и K выражение (1) представляет собой уравнение относительно P_0 . Корень этого уравнения является пороговым значением коэффициента готовности, обладающего следующими свойствами:

- если P_0 больше порогового значения, то для ответного радиоканала запросных СН существует такое значение отношения с/ш, которое при заданном P_0 обеспечивает заданное значение вероятности правильного обнаружения;

- если $P_0 < P_0^*(D, N, K)$, то независимо от значения отношения с/ш в ответном радиоканале низкий коэффициент готовности не позволяет вероятности D достичь заданной величины при фиксированных N и K . В отличие от отношения с/ш увеличение длины пачки всегда позволяет достичь заданной величины вероятности D независимо от значения P_0 .

На рис. 1 – 3 представлены зависимости вероятности обнаружения трасс ВО по данным запросных СН как функции цифрового порога K , КГ ответчика и логики обнаружения трассы для пачки наблюдаемых ответных сигналов $N = 25$. Анализ представленных зависимостей показывает, что:

- наилучшим вариантом построения обнаружителя трасс ВО является первый вариант, так как при одинаковых порогах обнаружения позволяет получить выигрыш в пороговом отношении с/ш;

- величина КГ ответчиков запросных СН существенным образом влияет на оптимальный порог обнаружения трасс ВО;

- наилучшей, в смысле вероятности правильного обнаружения, является логика обнаружения трассы "2 из 3".

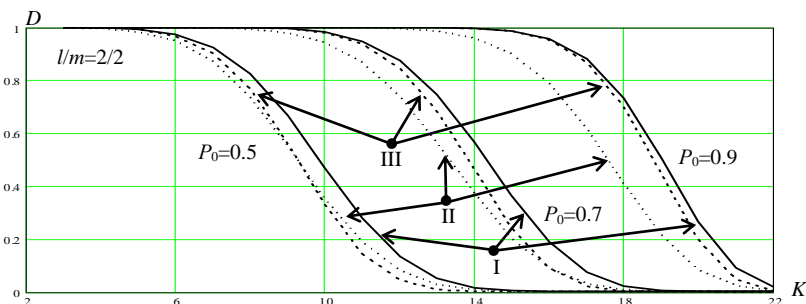


Рис.1. Зависимость $D = f(R, P_0, l/m)$

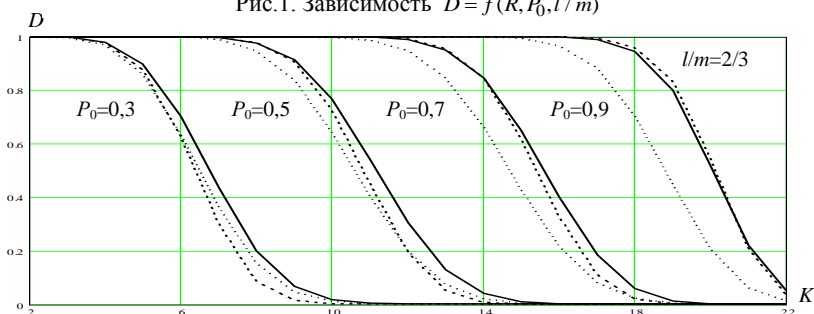


Рис.2. Зависимость $D = f(R, P_0, l/m)$

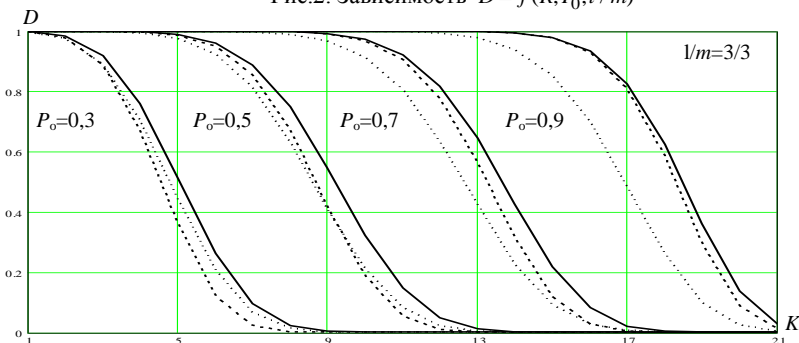


Рис. 3. Зависимость $D = f(R, P_0, l/m)$

Выводы. Таким образом, в работе проведена сравнительная характеристика трех вариантов построения обнаружителей трасс ВО по данным запросных СН и оценено влияние цифрового порога, КГ ответчика запросных СН и логики обнаружения на качество обнаружения трасс ВО.

Список литературы: 1. Постанова Кабінету Міністрів України від 17 вересня 2008 р. № 834. 2. Lok J.J. C² for the air warrior // Jane's International Defense Review. – October 1999. – V. 2. – P. 53 – 59. 3. Farina A., Studer F.A. Radar Data Processing Introduction and Tracking. – Vol. 1. Research Studies Press. Letch worth England. 1985. – P. 121 – 123. 4. Комплексне інформаційне забезпечення

систем управління польотами авіації та протиповітряної оборони // *В.В. Ткачев, Ю.Г. Даник, С.А. Жуков, І.І. Обод, І.О. Романенко*. – К.: МОУ, 2004. – 342 с. **5.** Теоретичні основи побудови заводозахисних систем інформаційного моніторингу повітряного простору / *В.В. Ткачев, Ю.Г. Даник, С.А. Жуков, І.І. Обод, І.О. Романенко*. – К.: МОУ, 2004. – 271 с. **6.** *Обод І.І., Заволодько Г.Е.* Синтез оптимального виявлювача траєкторій повітряних об'єктів за даними запитних систем спостереження єдиної інформаційної мережі // *Вісник НТУ "ХПІ"*. – Х.: НТУ "ХПІ". – 2008. – № 49. – С. 114 – 120. **7.** *Обод І.І., Заволодько А.Э.* Синтез квазіоптимального об'єкту виявлення трасс воздушных объектов запросными системами наблюдения единой информационной сети // *Системы обработки информации*. – Х. – 2009. – Вып. 2 (76). – С. 72 – 75. **8.** *Заволодько А.Э.* Сравнительный анализ качества обнаружения трасс воздушных объектов запросными системами наблюдения единой информационной сети // *Системы управления, навигации та зв'язку*. – Х. – 2009. – Вып. 1 (9). – С. 23 – 26.

UDC 004.045:621.396.967.2

Виявлення траєкторій повітряних об'єктів по даним запитальних систем спостереження єдиної інформаційної мережі / Обод І.І., Заволодько Г.Е. // *Вісник НТУ "ХПІ"*. Тематичний випуск: Інформатика і моделювання. – Харків: НТУ "ХПІ". – 2009. – № 13. – С. 104 – 108.

Приводиться порівняльний аналіз показників якості виявлення траєкторій повітряних об'єктів за даними запитальних систем спостереження трьома структурами квазіоптимального детектору при роздільних прийняттях рішень про виявлення сигналу, повітряного об'єкту і траєкторії повітряного об'єкту для випадку великих відносин сигнал/шум. Лл.:3. Бібліогр.: 8 назв.

Ключові слова: показник якості виявлення, повітряний об'єкт, запитальні системи спостереження, інформаційна мережа.

UDC 004.045:621.396.967.2

Finding out trajectories of air objects software to information of observing system of a uniform informational network /Obod I.I., Zavalodko G.E. // *Herald of the National Technical University "KhPI"*. Subject issue: Information Science and Modelling. – Kharkov: NTU "KhPI". – 2009. – №. 13. – P. 104 – 108.

A comparative analysis over of indexes of air objects trajectories detector quality index is brought from data of enquiry supervision systems of three quasioptimal detector structures at separate decisions making about finding out a signal, air object and air object trajectory for the case of large relations signal/noise. Figs: 3. Refs: 8 titles.

Keywords: trajectories detector, air object, enquiry supervision systems, information network.

Поступила в редакцію 05.04.2009