

УДК 621.396.96

И.В. Коваль

Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба

АДРЕСНЫЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

В статье рассматривается возможность использования адресного запросного способа опознавания воздушных целей. Такой способ является актуальным на этапе сопровождения целей, когда необходима информация о конкретном объекте. В качестве адресного запросного сигнала предлагается использовать относительные координаты воздушного объекта, которыми могут быть дальность до радиомаяка и азимутальное направление на радиомаяк. С этой целью производится расчет относительных координат объекта в точке стояния НРЗ, сопряженного с РЛС. Самолетный ответчик производит сравнение информации о своих текущих координатах с принятыми и в случае их совпадения излучает ответный сигнал.

радиомаяк, относительные координат, запросные посылки, дешифрация, ответные сигналы

Введение

Постановка задачи. Необходимым условием успешного выполнения боевых задач воздушными силами является наличие своевременной и достоверной информации о государственной принадлежности воздушного объекта, а также дополнительной полетной информации о его состоянии и параметрах движения.

В существующих системах опознавания государственной принадлежности обработке и дешифрации подлежит каждый правильный запросный сигнал, поступивший на вход приемного устройства самолетного ответчика. После этого производится излучение ответного сигнала с борта летательного аппарата. При этом все ЛА, находящиеся в пределах ширины диаграммы направленности запросчика излучают ответные сигналы, которые поступают на вход приемного устройства запросчика. Таким образом, обработке и дешифрации в запросчике подлежат все правильные ответные сигналы, которые по своей структуре соответствуют ожидаемым ответным сигналам, что может привести с одной стороны к перегрузке работы приемного устройства запросчика, в виду ограниченного количества каналов дальности, а с другой стороны к затруднениям в работе операторов, осуществляющих визуальную идентификацию летательных аппаратов на экранах индикаторов. Особенно это актуально на этапе сопровождения воздушных целей, когда требуется получить информацию о конкретном ЛА. Следовательно, возникает необходимость в так называемом адресном запросе конкретного ЛА и получении от него ответных сигналов или интересующей полетной информации.

Следует отметить, что в существующей системе опознавания государственной принадлежности используется режим индивидуального опознавания (III режим), в котором используется принцип «Где ты?», при котором выделяется один объект с заранее выбранным номером из совокупности опознаваемых

объектов, однако это не решает проблемы получения информации от интересующего нас конкретного ЛА.

С другой стороны все отечественные ЛА оснащены угломерно-дальномерными системами навигации, состоящими из наземных радиомаяков и бортовых радиоустройств, обеспечивающих определение местоположения ЛА путем измерения его азимута и дальности относительно радионавигационной точки, координаты которой известны.

В работе исследуется возможность использования относительных координат ЛА в качестве исходных данных для формирования адресного запросного сигнала для конкретного ЛА.

Цель статьи. Обоснование возможности использования принципа адресного запроса для обеспечения индивидуального опознавания интересующего конкретного ЛА.

Основная часть

Азимутально-дальномерный радионавигационный маяк состоит из приемника и передатчика дальности, передатчика опорных сигналов, передатчика азимутальных сигналов с остронаправленной вращающейся антенной, индикатора кругового обзора, контрольно-измерительной аппаратуры.

Дальность на борту ЛА определяется по времени запаздывания ответных сигналов относительно момента посылки запросных сигналов. Запросные сигналы излучаются самолетным передатчиком на частоте запроса. Запросные сигналы принимаются наземным приемным устройством и декодируются. Ответные импульсы передаются на частоте ответа передатчиком дальности ретранслятора. В бортовой аппаратуре РСБН-7с измерение дальности производится цифровым способом. Азимут ЛА относительно радиомаяка определяется на борту ЛА измерением временного интервала между моментами начала отсчета и прихода азимутального сигнала. Азимутальные сигналы соответствующие северному направлению меридиана излучаются ненаправленной антен-

ной радиомаяка в момент прохождения вращающейся антенной с двухлепестковой ДН северного направления. Измерение азимута бортовой аппаратурой РСБН-7с осуществляется цифровым способом.

Таким образом, на борту ЛА всегда имеется информация об относительных координатах ЛА: об азимуте на радиомаяк и дальности до радиомаяка, которые можно использовать как исходные данные для формирования адресных посылок запросных сигналов для опознавания государственной принадлежности. С этой целью необходимо:

- определить в точке стояния НРЗ относительные координаты ЛА (азимут радиомаяка и дальность до радиомаяка, которые постоянно изменяются);
- сформировать запросные посылки, состоящие из запросных сигналов в которых заложена информация об азимуте и дальности в направлении на радиомаяк для конкретного ЛА;
- осуществить прием и декодирование ответных сигналов в наземной части аппаратуры опознавания.

Рассмотрим принцип определения относительных координат ЛА в точке стояния НРЗ (рис. 1).

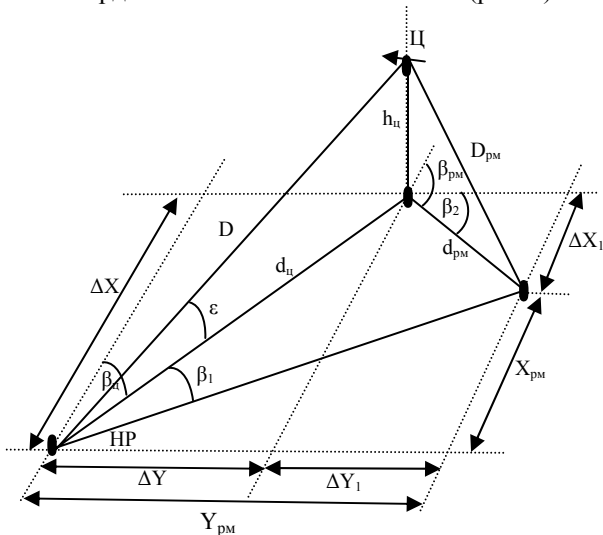


Рис. 1. Принцип определения относительных координат ЛА

Известными величинами являются: $d_б$ – удаление радиомаяка от точки стояния НРЗ; $\beta_ц$ – азимут цели; $\epsilon_ц$ – угол места цели; $D_ц$ – наклонная дальность до цели.

С помощью известных тригонометрических соотношений определим следующее:

$$d_ц = \sqrt{D_ц^2 - h_ц^2}; \quad h_ц = D_ц \sin \epsilon_ц + \frac{D_ц^2}{2R_3} + \Delta h_{\text{реф}} + h_a,$$

где R_3 – физический радиус Земли.

Величина поправки на рефракцию $\Delta h_{\text{реф}}$ зависит от радиуса кривизны ρ луча:

$$\Delta h_{\text{реф}} = \frac{D_ц^2}{2\rho}; \quad d_{\text{рм}} = (d_ц^2 + d_б^2) - 2d_ц d_б \cos \beta_1;$$

$$D_{\text{рм}} = \sqrt{h_ц^2 + d_{\text{рм}}^2}; \quad \Delta Y = d_ц \cdot \sin \beta_ц;$$

$$\Delta Y_1 = |Y_{\text{рм}} - \Delta Y|; \quad \beta_2 = \arccos \frac{\Delta Y_1}{d_{\text{рм}}};$$

$$\beta_{\text{рм}} = \frac{\pi}{2} + \beta_2 \text{ при } \beta_2 < \frac{3\pi}{2};$$

$$\beta_{\text{рм}} = \frac{\pi}{2} - \beta_2 \text{ при } \beta_2 = \frac{3\pi}{2} \dots 2\pi,$$

где $\beta_3 = 2\pi - \beta_2$.

Таким образом, зная текущие постоянно изменяющиеся координаты ЛА можно использовать их значения для кодирования запросных сигналов для конкретного ЛА.

Рассмотрим возможный вариант кодирования запросных сигналов на основе двоичного кодирования. Формат запросной посылки может состоять из синхрогруппы, запросной посылки кодирующей относительную дальность до радиомаяка $D_{\text{рм}}$ и посылки, кодирующей азимут на радиомаяк $\beta_{\text{рм}}$, а также импульса ПБЛ.

На рис. 2 изображена кодирующая последовательность для $D_{\text{рм}} = 151420$ м и $\beta_{\text{рм}} = 255^\circ$. Для кодирования дальности цена младшего разряда составляет 10 м, для кодирования азимута 1° .

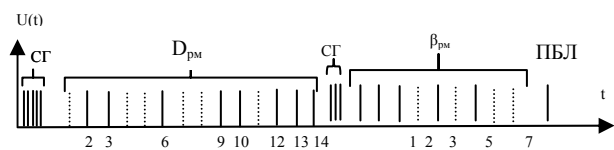


Рис. 2. Структура запросной посылки:
СГ – синхрогруппа;
1,2,3... – номера временных позиций

Каждый номер временной позиции соответствует определенному весу разряда в двоичном коде. Сплошными линиями и номерами показаны временные позиции, на которых передаются значения «1», штрихпунктирными линиями показаны временные позиции, на которых не передаются значения «1» для данных значений $\beta_{\text{рм}}$.

На рис. 3 представлена структурная схема, объединяющая элементы НРЗ и РЛС для реализации принципа адресного запроса. Суть работы схемы заключается в следующем. В точке стояния НРЗ сопряженного с РЛС на основании информации о $\beta_ц$, $\epsilon_ц$, $D_ц$, $X_{\text{рм}}$, $Y_{\text{рм}}$, $d_б$ осуществляется вычисление текущих относительных координат ЛА, затем на основании этой информации в соответствующем шифраторе производится формирование требуемой кодированной последовательности видеоимпульсов. На сумматоре осуществляется объединение импульсных последовательностей, и подключение в требуемый момент времени соответствующего шифратора к передающему устройству. После этого запросный сигнал излучается в пространство. В составе запросного сигнала имеется специальный импульс ПБЛ, который излучается компенсационной антенной, а остальные импульсы излучаются основной антенной.

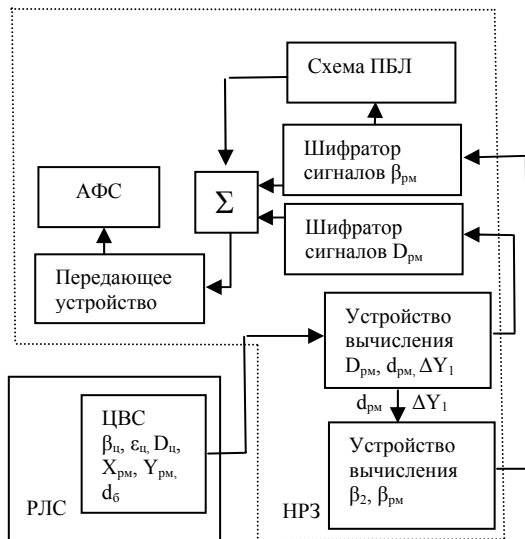


Рис. 3. Структурная схема формирователя запросных сигналов при адресном запросе

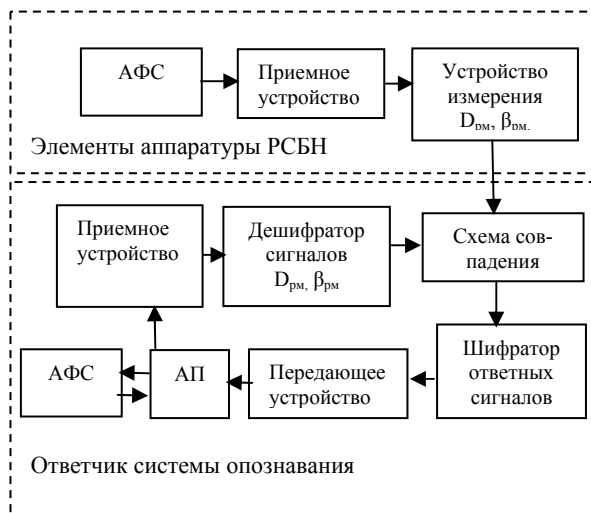


Рис. 4. Структурная схема анализа и формирования ответных сигналов при адресном запросе

На рис. 4 представлена структурная схема, объединяющая элементы самолетного ответчика и РСБН, позволяющая осуществить обработку адресных запросных сигналов и выработать ответный сигнал.

АДРЕСНИЙ СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ДЕРЖАВНОЇ НАЛЕЖНОСТІ

Коваль І.В.

У статті розглядається можливість використання адресного запитального способу пізнання повітряних цілей. Такий спосіб є актуальним на етапі супроводу цілей, коли необхідна інформація про конкретний об'єкт. Як адресний запитальний сигнал пропонується використовувати відносні координати повітряного об'єкту, якими можуть бути дальність до радіомаяка і азимутний напрям на радіомаяк. З цією метою проводиться розрахунок відносних координат об'єкту в точці стояння НРЗ, зв'язаного з РЛС. Літаковий відповідач проводить порівняння інформації про свої поточні координати з прийнятими і у разі їх збігу випромінює у відповідь сигнал.

Ключові слова: радіомаяк, відносні координати, запитальні посилки, дешифрування, сигнали відповіді.

ADDRESS METHOD OF DETERMINATION OF STATE BELONGING

Koval I.V.

Possibility of the use of address query method of identification of air aims is examined in the article. Such method is actual on the stage of accompaniment of aims, when information is needed about a concrete object. As an address query signal it is suggested to use the relative coordinates of air object, which distance to the radio beacon and azimuthal sending can be to the radio beacon. An airplane defendant makes comparison of information about the current positions with accepted and in the case of their coincidence radiates a return signal.

Keywords: radio beacon, relative coordinates of, query parcel, decoding, return signals.

В самолетном ответчике производится прием, декодирование принятых адресных запросных сигналов и сравнение поступивших запросных сигналов ($\beta_{рм}$ и $D_{рм}$) с действующими на данный момент значениями относительных координат, вычисляемых на борту ЛА. При совпадении адресного запросного кода с действующим осуществляется выработка ответного сигнала и излучение его ненаправленной антенной ответчика. Таким образом, в направлении запросчика от конкретного ЛА будет излучен лишь один ответный сигнал, остальные «свои» ЛА не будут отвечать т.к. их текущие координаты не соответствуют адресному запросу.

Выводы

Предложенный способ опознавания воздушных объектов позволяет определять государственную принадлежность летательных аппаратов в соответствии с постоянно изменяющимися относительными координатами объекта. Одним из вариантов адресного запроса является использование относительных координат ЛА, а именно азимута на определенный радиомаяк и дальности до него. Необходимо отметить, что предложенный способ имеет ограничения по дальности действия, так как дальность действия системы РСБН-7с при работе с радиомаяками типа РСБН-4н равна 400 км при $H > 10000$ м, 195 км при $H = 300$ м, 50 км при $H = 250$ м. Максимальная погрешность измерения дальности в РСБН-7с составляет 0,2 км, азимута $0,25^\circ$.

Список литературы

1. Радиоэлектронные системы. Основы построения и теория: Справочник / Под ред. Я.Д. Ширмана. – М.: ЗАО «МАКВИС», 1998. – 340 с.
2. Смолко А.Д. Теория и техника радиоэлектронных систем. Часть 1. Теория и техника систем радиосвязи и радионавигации: Учебное пособие. – Х.: ВИРТА ПВО, 1987. – 220 с.

Поступила в редколлегию 4.03.2008

Рецензент: д-р техн. наук, проф. И.И. Обод, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Харьков.