

УДК 623.4.018

Исследование дальномерного способа оперативного определения координат наземной цели на борту авиационных комплексов

С.А. Пикалов

Аннотация

Инерциально-спутниковые системы наведения (ИССН) в последнее время нашли широкое применение в системах ВТО. Однако, применение изделий, у которых ИССН используется как система конечного наведения, возможно только по неподвижным наземным целям с известными до пуска координатами. Измерение координат оперативно-обнаруженной цели при помощи бортовых информационно-измерительных систем с требуемой точностью для применения таких изделий в настоящее время невозможно. Реализация на борту авиационных боевых комплексов перспективного дальномерного способа высокоточного определения координат наземных целей при помощи их ПрНК позволит расширить номенклатуру поражаемых целей данным видом АСП. В данной статье рассмотрены результаты исследования, полученные на математической модели.

Ключевые слова

бортовая радиолокационная станция; приемник спутниковой навигации; дальномерный способ; инерциально-спутниковая система наведения.

Проблема применения изделий с ИССН.

Дальномерный способ оперативного определения координат наземных целей

В настоящее время реализована следующая схема применения изделий, у которых в качестве системы наведения используется инерциально-спутниковая система наведения (рисунок 1).

Координаты интересующих наземных целей (НЦ) определяются по данным авиационно-космической разведки, топографическим картам или с помощью приемника спутниковой навигации (ПСН) наземной разведкой. Они поступают в наземный комплекс подготовки полетных данных, где формируется полетное задание, передаваемое на

самолет. В прицельно-навигационный комплекс (ПрНК) самолета полетное задание может вводиться либо автоматически (например, с флеш-карты), либо вручную с пульта в кабине самолета.

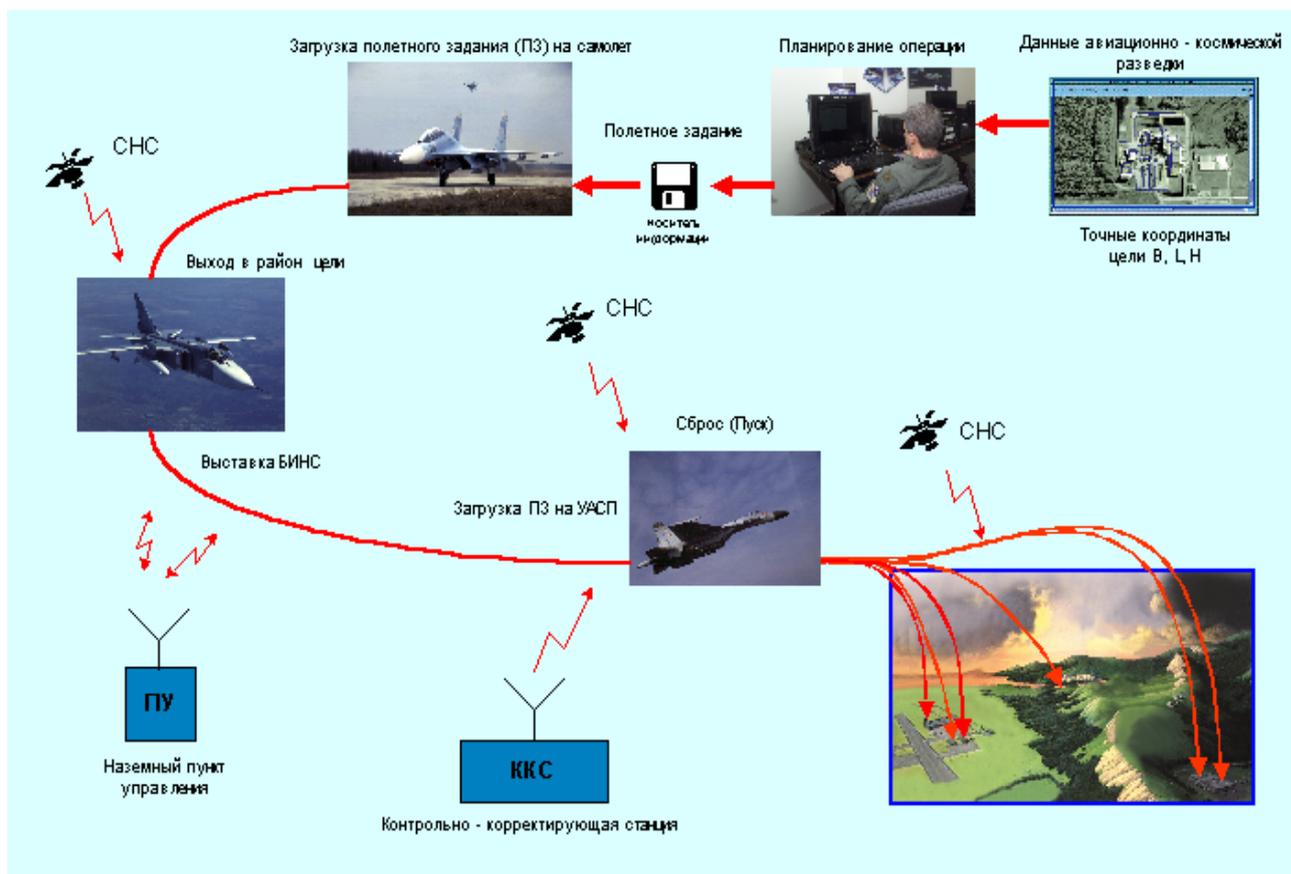


Рис.1. Схема применения изделий с ИССН

Перед выходом в район расположения цели на носителе осуществляется подготовка данного изделия к применению. При получении сигнала готовности изделия к применению и входе носителя в «зону возможных сбросов» производится сброс изделия.

В этом случае возможно применение указанного изделия практически только по стационарным НЦ, координаты которых определены с требуемой точностью. Это обусловлено в первую очередь большим временем реакции (время от обнаружения цели до её поражения), т.к. определение координат цели, подготовка полетного задания и полет носителя в район цели могут занять от десятка часов до нескольких десятков часов. Координаты цели, также определенные внешними источниками, могут передаваться на носитель с наземного пункта управления по каналам речевой связи или телекодовой связи, что позволит несколько сократить

время реакции. Однако, заведение во время полета в БЦВМ вручную с пульта координат целей, полученных по речевому каналу, затруднительно для одноместных авиационных боевых комплексов (АБК).

В процессе атаки цели, координаты которой известны с недостаточной степенью точности (например, с помощью карты, где точность целеуказания равна нескольким десяткам метров) или атаки оперативно-обнаруженной цели (неподвижной при оперативном определении координат и не изменяющей своё местоположение за время полета изделия) целесообразно использовать для определения ее координат аппаратуру ПрНК самолета-носителя.

При реализации на борту самолета дальномерного способа оперативного определения координат НЦ с помощью аппаратуры его ПрНК появится возможность применения указанных выше изделий по широкой номенклатуре, так называемых, квазистационарных (или условно подвижных) целей, таких как: установки оперативно-тактических ракет на пусковых позициях, элементы ЗРК, понтонные переправы, эшелоны на станциях, корабли у пирсов и у берега при высадке десанта и др.

На рисунке 2 представлена схема решения указанной задачи с использованием следующей бортовой аппаратуры:

- БРЛС, измеряющей дальность до цели в различных точках траектории движения самолета при подлете к цели;
- приемника спутниковой навигации (ПСН), определяющего текущие координаты нахождения самолета на траектории.

Летчик по радиолокационному изображению, получаемому с бортовой РЛС, распознает цель, накладывает на её отметку перекрестье и осуществляет сопровождение. При сопровождении НЦ для решения задачи оперативного определения координат используется только канал измерения дальности до цели бортовой РЛС и не используются углы пеленга цели. Это обусловлено в первую очередь тем, что ошибки измерения дальности у современных бортовых РЛС значительно меньше, чем сопоставимые величины ошибок измерения углов пеленга цели.

Кроме измерения дальности до цели локатором, для оперативного определения координат необходимо точно определять координаты местоположения носителя, что на современных АБК обеспечивается с помощью информации от спутниковой навигационной системы.

Таким образом, если на момент измерения дальности D_i известны координаты самолета-носителя (B_{Ci}, L_{Ci}, H_{Ci}), то можно записать:

$$D_i = f(B_{Ci}, L_{Ci}, H_{Ci}, B_{Ц}, L_{Ц}, H_{Ц}), \quad (1)$$

где i – номер «засечки» цели (момент измерения БРЛС дальности).

При условии определения собственных координат самолета и координат НЦ в прямоугольной геоцентрической системе координат (или осуществляя соответствующий переход) выражение (1) примет вид

$$D_i = \sqrt{(X_{Ci} - X_{Ц})^2 + (Y_{Ci} - Y_{Ц})^2 + (Z_{Ci} - Z_{Ц})^2}. \quad (2)$$

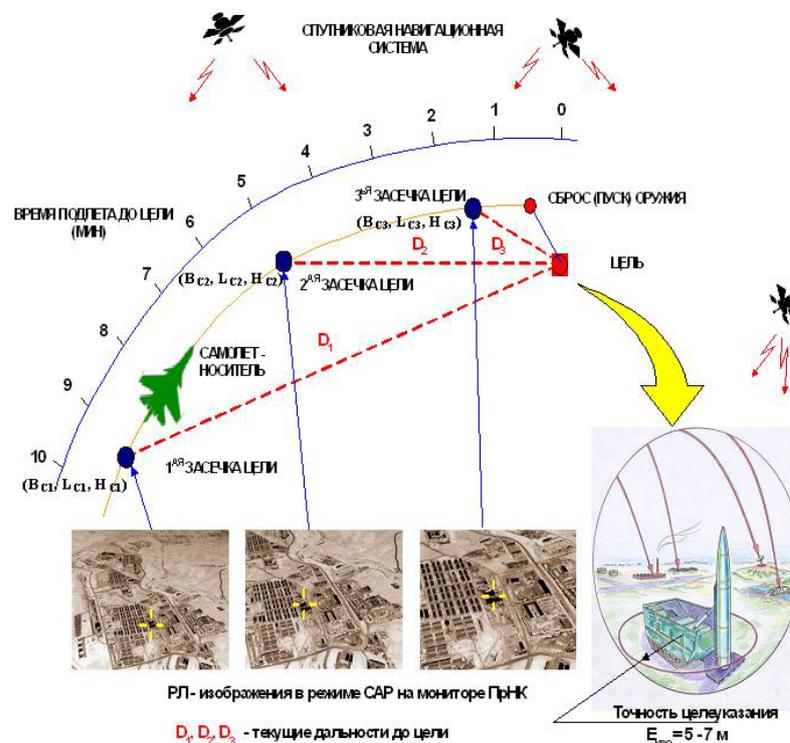


Рис.2. Схема дальномерного способа оперативного определения координат НЦ

При количестве «засечек» цели равном трем и более можно определить координаты цели ($X_{Ц}, Y_{Ц}, Z_{Ц}$ или $B_{Ц}, L_{Ц}, H_{Ц}$), решив полученную таким образом систему из трех или более нелинейных уравнений вида (2). Для решения системы нелинейных уравнений можно использовать итерационные алгоритмы решения нелинейных задач. В данном случае итерационные алгоритмы будут использоваться для уточнения априорных (грубых) значений координат НЦ (например, в случае изменения ее местоположения в момент вылета самолета

или если координаты цели определялись при помощи топографической карты и др.) путем отыскания поправок к ним в процессе последовательных приближений. Таким образом, для решения системы из трех уравнений с тремя неизвестными можно использовать метод Ньютона, как наиболее просто реализуемый и быстро сходящийся, а при большом количестве измерений (при избыточности измерений) данная задача может решаться по методу наименьших квадратов.

Математическое моделирование процесса оперативного определения координат цели дальномерным способом

Цели математического моделирования (ММ) процесса оперативного определения координат НЦ дальномерным способом заключались:

- в проверке работоспособности итерационного алгоритма оперативного определения координат НЦ дальномерным способом;
- в статистической оценке точностных характеристик и выявлении наиболее характерных и наиболее критичных факторов, влияющих на погрешность определения координат НЦ рассматриваемым способом;
- в использовании результатов ММ для организации летного эксперимента с целью проверки разработанных алгоритмов в реальных условиях.

При ММ особое место занимает задача разработки моделей ошибок, влияющих на точность определения координат при реализации дальномерного способа на борту самолета. Основными ошибками, возникающими при использовании аппаратуры ПрНК и, соответственно, учтенными в разработанной математической модели, являются:

- ошибки измерения дальности до цели бортовой РЛС и ошибки определения ПСН координат собственного местоположения самолета;
- ошибки синхронизации, возникающие при совместной обработке данных применяемых ИИС.

В соответствии с тактико-техническими требованиями, БРЛС, входящие в состав современных и перспективных АБК, должны обеспечивать решение поставленных задач практически во всех условиях применения АБК. В частности, БРЛС при работе в режимах «В-П» должна обеспечивать корректируемое автоматическое сопровождение (КАС) обнаруженной при картографировании подстилающей поверхности радиоконтрастной НЦ с погрешностью измерения дальности $\sigma_D = 20\div 50\text{м}$. Опыт летных испытаний показывает, что в

целом, разработчиком реализуются заданные требования к БРЛС по точности определения координат НЦ.

Применяемые на современных АБК спутниковые навигационные системы при комплексировании с бортовыми инерциальными навигационными системами (БИНС) позволяют определить координаты собственного местоположения с точностью $\sigma = 5 \div 10$ м. При наличии у ПСН возможности определять собственное местоположение в дифференциальном режиме, указанные ошибки могут уменьшиться на 40÷50%. Независимо ПСН, согласно заданным требованиям, могут обеспечить определение: плановых координат с $\sigma_{x,z} = 10$ м и высоты с $\sigma_y = 15$ м при работе в стандартном режиме; плановых координат с $\sigma_{x,z} = 2,5$ м и высоты с $\sigma_y = 3,3$ м при работе в дифференциальном режиме, что подтверждается летными испытаниями.

При реализации моделей измерений ИИС в ММ ошибки измерения параметров этих систем представлялись как случайные величины, распределенные по нормальному закону с нулевым математическим ожиданием и уровнем СКО, принятым в соответствии с требованиями ТЗ на рассматриваемую выше аппаратуру.

О моделировании ошибок синхронизации и реализации их в ММ будет рассказано позже.

Предполагается, что помимо указанных выше погрешностей используемой аппаратуры дополнительным фактором, влияющим на точность определения координат цели, является взаимное расположение НЦ и произведенных на траектории полета самолета «засечек» (т.е. геометрия взаимного расположения «засечек» и НЦ). Таким образом, важным условием достижения высокой точности определения координат НЦ является такое взаимное пространственное расположение «засечек» и цели, при котором обеспечивается требуемая точность при заданном уровне погрешностей применяемых систем АБК. В соответствие с чем, траектория движения самолета при определении местоположения цели дальномерным способом моделировалась, исходя из соображений, что он должен лететь не прямолинейно на цель, а по специальной траектории в виде дуги мимо цели в горизонтальной плоскости (X,Z). Так можно будет влиять на точность измерения плановых координат цели. Очевидно, что для улучшения точности измерения высоты цели, самолетом в процессе измерения дальности необходимо совершать маневр по вертикали (Y), в соответствии с чем, при полете носителя по дуге в отдельных случаях предлагается линейно увеличивать свою высоту (H_c) и, в том числе, выбирать начальную высоту $H_{c\text{нач}}$ в момент осуществления первой «засечки».

Таким образом, разработанная математическая модель, реализующая итерационный алгоритм оперативного определения координат наземной цели, состоит из следующих основных модулей:

- модуль расчета траектории движения объекта;
- модуль определения расчетных (точных) значений дальности до НЦ;
- модуль расчета измеренных координат самолета и измеренных значений дальности;
- модуль решения системы нелинейных уравнений по методу наименьших квадратов итерационным способом (уточнение координат НЦ);
- модуль статистической обработки результатов расчета, в котором вычисляются математические ожидания и СКО определяемых координат точки интереса.

Расчет траектории движения выполнен при следующих допущениях:

- расчет траектории осуществляется в прямоугольной системе координат и цель расположена в начале этой системы (координаты НЦ $X_{Ц}$, $Y_{Ц}$, $Z_{Ц}$ нулевые);
- скорость движения самолета постоянна;
- самолет движется так, что значение угла азимута α НЦ (угол между строительной осью самолета и вектором дальности, направленным на цель) постоянно в течение всего полета;
- периодичности измерений параметров БРЛС и ПСН одинаковы ($\Delta T_{БРЛС} = \Delta T_{ПСН}$) и моменты измерений этих систем совпадают;
- начальное приближение координат цели $X_{Ц0} = Y_{Ц0} = Z_{Ц0} = 500\text{м}$.

С целью определения условий, при которых рассматриваемый способ определения координат НЦ эффективен с точки зрения полученной точности, выполнялось параметрирование ошибок определения дальности БРЛС σ_D , ошибок определения координат собственного местоположения АБК $\sigma_{x,y,z}$, а также рассматривались различные траектории (и интервалы траекторий ΔD) и варьировалось количество «засечек» N (или, соответственно, интервалы времени между соседними «засечками» ΔT).

Математическое моделирование процесса определения координат НЦ проводилось при следующих значениях параметров: дальность начала сопровождения цели БРЛС принималась равной 70км, ограничением минимальной дальности сопровождения при этом служила предельная граница сопровождения НЦ по углу места β (угол между горизонтальной плоскостью и вектором дальности; максимальное значение угла β относительно линии горизонта с учетом установочного угла плоскости антенны составляет

$\sim 68^\circ$); $\sigma_D = 20 \div 50\text{м}$; $\sigma_{x,z} = 2,5; 10\text{м}$; $\sigma_y = 3,3; 15\text{м}$; $\Delta T = 1; 5; 10; 30; 240 \text{сек}$; $\alpha = 45^\circ; 60^\circ; 75^\circ$; $V_c = 200\text{м/с}$; $N_c = 1; 3; 5; 7; 9; 11; 13 \text{км}$.

Для получения статистических данных производилось 100 реализаций процессов оперативного определения координат НЦ в различных условиях. В соответствие с полученными результатами определялись математическое ожидание m и СКО σ погрешности определения координат цели.

При последовательном движении самолета относительно цели с постоянными значениями угла α и высоты его траектория принимает вид логарифмической спирали, сходящейся к НЦ. При линейном увеличении высоты носителя траектория имеет вид восходящей спирали. Такое движение носителя обеспечивает постепенное изменение значения угла β (рисунок 3а).

Графики возможных траекторий движения самолета в горизонтальной плоскости при определении координат НЦ, реализованные в ММ, представлены на рисунке 3б. Увеличение угла α , приводит к увеличению крутизны и длины траектории движения, а, следовательно, при принятой периодичности измерения параметров ΔT , увеличивается число «засечек» N .

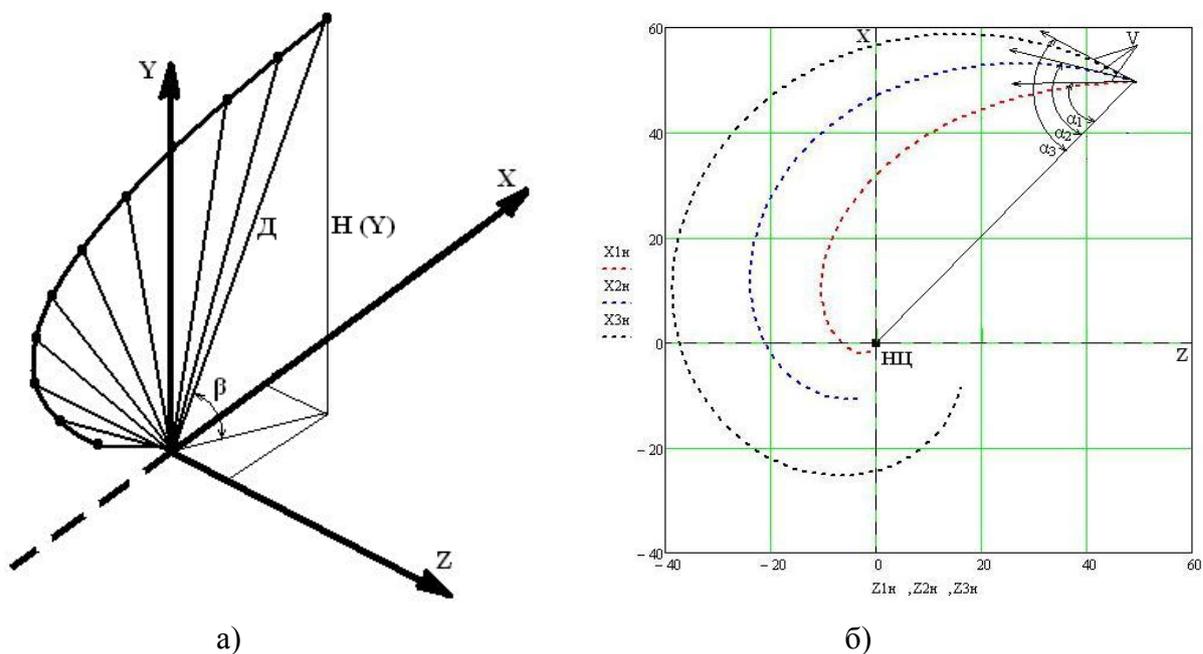


Рис.3. Вид траектории движения самолета

Обработка большого числа измерений («засечек») должна повысить точность определения координат НЦ, о чем свидетельствуют результаты моделирования, представленные на рисунке 4.

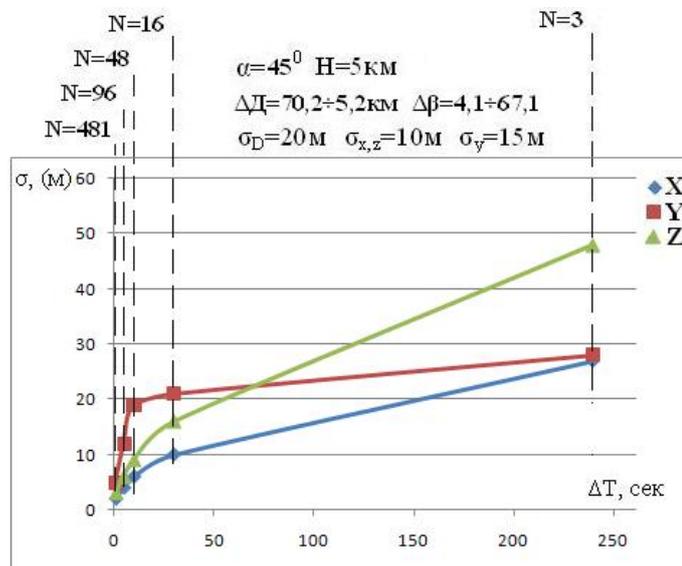


Рис.4. Влияние количества измерений на точность определения координат НЦ

Результаты моделирования, представленные на рисунке 5, указывают на то, что для получения заданного уровня точности в определении плановых координат НЦ (X, Z), достаточным участком траектории является половина витка логарифмической спирали, соответствующая пролету самолета дистанции относительно цели с момента начала измерения дальности до момента выхода самолета на курс, противоположный курсу при постановке цели на сопровождение. Дальнейший полет по спирали приводит к незначительному улучшению точности.

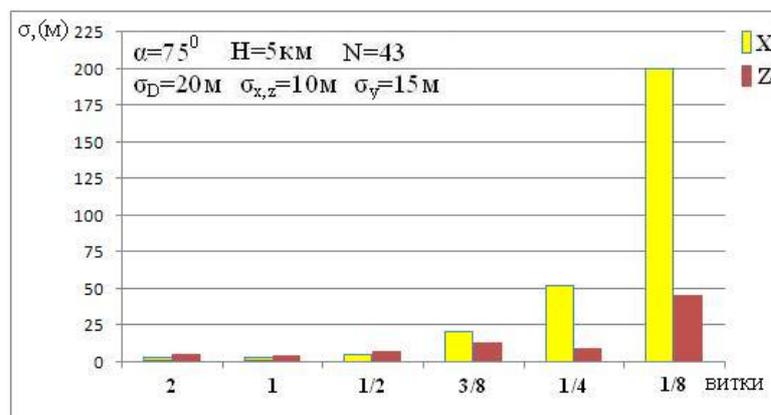


Рис.5. Зависимость точности определения плановых координат

от длинны траектории полета самолета по спирали

Результаты моделирования (при $\sigma_D=20\text{м}$, $\sigma_{x,z}=20\text{м}$, $\sigma_y=15\text{м}$, $\Delta T=5\text{сек}$), представленные в таблице 1, указывают на то, что для получения заданного уровня точности в определении высоты цели (Y) необходимым условием является обеспечение максимально возможного изменения величины угла β в процессе сопровождения НЦ при движении самолета по траектории. Сопровождение цели с меньшими углами визирования α , обеспечивает более быстрое изменение величины β . Кроме того, по представленным результатам видно, что различная крутизна траектории, с точки зрения геометрического фактора, не оказывает существенного влияния на точность плановых координат (выигрыш происходит в основном за счет роста числа измерений).

Влияние величины диапазона угла β на точность определения координат

Таблица 1

α , град	ΔD_n , км	$\Delta \beta$, град	ΔH , км	N	X		Y		Z	
					МО, м	σ , м	МО, м	σ , м	МО, м	σ , м
45	70,1÷5,2	4,1÷69,2	5÷5	98	0	4	0	11	0	6
	70,1÷6,1	4,1÷54,7	5÷5	95	0	5	-1	14	0	7
	70,1÷11,2	4,1÷69,2	5÷10	95	0	5	1	11	-1	8
60	70,2÷5,4	4,1÷68,2	5÷5	137	1	2	0	7	1	3
	70,2÷11,2	4,1÷26,6	5÷5	121	0	3	-1	17	1	5
	70,2÷26,7	4,1÷68,1	5÷25	121	0	4	1	8	0	7
75	70,2÷6,2	4,1÷53,2	5÷5	256	0	2	0	6	0	2
	70,2÷18,9	4,1÷15,3	5÷5	201	0	2	1	13	0	3
	70,2÷30,9	4,1÷53,9	5÷25	201	0	2	0	4	0	4

В соответствии с результатами моделирования (при $\sigma_D=20\text{м}$, $\sigma_{x,z}=20\text{м}$, $\sigma_y=15\text{м}$, $\Delta T=5\text{сек}$), представленными в таблице 2, при выбранной крутизне траектории существует некоторый оптимальный диапазон постоянных высот полета самолета, минимизирующий

одновременно ошибки определения всех трех координат цели (влияние геометрии взаимного расположения «засечек» и цели).

Влияние высоты самолета (геометрия «засечек»)

на точность определения координат

Таблица 2

α, град	ΔD_n, км	$\Delta \beta$, град	H, км	N	X		Y		Z	
					МО, м	σ, м	МО, м	σ, м	МО, м	σ, м
45	70,1÷3,3	2,4÷64,8	3	98	0	4	-1	16	0	5
	70,1÷5,4	4,1÷68,0	5	96	0	4	0	12	0	6
	70,3÷7,5	5,7÷68,1	7	95	0	4	1	11	0	6
	70,6÷9,7	7,3÷68,6	9	94	0	5	0	12	0	7
	70,9÷11,8	10,5÷69,1	11	93	1	6	-1	12	-1	8
60	70,1÷3,3	2,4÷63,4	3	137	0	2	0	9	0	3
	70,1÷5,4	4,1÷68,2	5	138	1	2	0	7	1	3
	70,3÷7,6	5,7÷66,8	7	134	0	2	-1	6	-1	4
	70,6÷9,7	7,3÷68,6	9	134	0	3	1	6	1	5
	70,9÷11,9	8,9÷67,8	11	132	0	3	0	5	0	4
	71,2÷13,9	10,5÷68,9	13	131	0	3	0	5	1	5

Для повышения точности определения координат НЦ, необходимо снижать погрешности измерения параметров применяемых ИИС, о чем свидетельствуют результаты моделирования, представленные на рисунке 6.

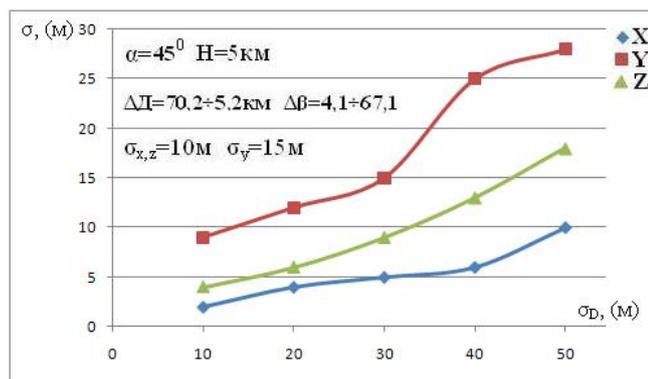


Рис.6. Влияние погрешности измерения дальности БРЛС на точность определения координат НЦ

При реализации дальномерного способа определения координат НЦ на борту АБК ошибки синхронизации будут возникать при совместной обработке данных БРЛС и СНС, вследствие различия частот и моментов измерения (соответствующих) параметров этих систем. Интервалы времени между соседними измерениями параметров у современных БРЛС составляют, примерно, 5 сек. Частота обновления координат ПСН может составлять от 1 до 10 Гц. Если информацию от измерительных систем записывать на борту самолета по мере ее поступления с последующей обработкой в реальном масштабе времени, то рассинхронизация массивов данных может составлять, соответственно, $\Delta t \approx 0,5; 0,05$ сек. Комплексование на борту носителя информации БИНС и ПСН позволит получать информацию о собственном местоположении с частотой до 100Гц, что даст возможность снизить рассинхронизацию до 0,005сек.

Ниже рассмотрим возможность реализации дальномерного способа определения координат НЦ с учетом возможной ошибки синхронизации для случая: высота полета $H = 5 \text{ км}$; ошибка измерения дальности $\sigma_D = 20 \text{ м}$; периодичность измерения дальности БРЛС $\Delta T = 5 \text{ сек}$; частота обновления информации о собственных координат 10; 100Гц (или $\Delta T = 0,1; 0,01 \text{ сек}$); ошибки определения собственных координат соответствуют дифференциальному и стандартному режимам работы ПСН. Критерием при этом служит допустимая точность, которая в данном случае принята: $\sigma_{x,y,z} = 5 \div 7 \text{ м}$. Результаты моделирования представлены в таблице 3. Увеличение Δt приводит к росту величины систематической составляющей (которая будет зависеть от скорости изменения величины вектора дальности), однако по результатам моделирования видно, что существуют условия, реализовав которые, можно обеспечить заданную точность в определении трех пространственных координат НЦ.

α, град	N	Δβ, град	ΔДн, км	Δt, сек	Режим	X		Y		Z	
						МО, м	σ, м	МО, м	σ, м	МО, м	σ, м
45	97	4,1÷67,1	70,2÷5,4	0,05	Станд.	-6	4	-8	12	-1	6
				0,005		-1	4	0	12	1	6
				0		0	4	0	12	0	6
				0,05	Диф.	-6	3	-9	10	-1	6
				0,005		-1	3	0	11	1	6
				0		0	3	0	10	0	5

Продолжение таблицы 3

α, град	N	Δβ, град	ΔДн, км	Δt, сек	Режим	X		Y		Z	
						МО, м	σ, м	МО, м	σ, м	МО, м	σ, м
60	136	4,1÷68,2	70,2÷5,4	0,05	Станд.	-4	2	-10	7	1	3
				0,005		0	3	1	6	0	4
				0		1	2	0	7	1	3
				0,05	Диф.	-4	2	-10	6	1	3
				0,005		0	2	-1	5	0	3
				0		0	2	-1	5	0	3

Из представленных результатов расчетов можно сделать следующие выводы:

1. При трех и более измерениях БРЛС дальности до наземной цели и соответствующих им измерениях ПСН координат положения самолета итерационный алгоритм определения (уточнения) координат НЦ дальномерным способом работоспособен.
2. При реализации дальномерного способа определения координат НЦ на борту самолета при помощи аппаратуры его ПрНК высокая точность достигается:
 - увеличением числа «засечек» ($N \geq 100$) за счет увеличения крутизны и длины траектории движения носителя при реализованной периодичности измерений параметров используемой аппаратуры;
 - увеличением числа «засечек» ($N \geq 100$), а также обеспечением при этом необходимого уровня синхронизации данных за счет увеличения частоты выдачи параметров применяемой аппаратуры ($\Delta T_{БРЛС} \leq 5 \div 10 \text{сек}$ при $\Delta T_{ПСН} \leq 0,1 \div 0,01 \text{сек}$);

- выбором оптимальной геометрии взаимного расположения «засечек» и наземной цели;
 - предъявлением жестких требований (отсутствие систематической и заданный уровень флуктуационной составляющих ошибки измерения) к точностным характеристикам используемой аппаратуры ($\sigma_D \leq 20\text{м}$; $\sigma_{x,y,z} \leq 10-15\text{м}$).
3. Учитывая погрешность и частоту измерения дальности, которые потенциально смогут обеспечить БРЛС перспективных АБК, и обеспечиваемые современными ПСН (при их комплексировании с БИНС) погрешность и частота определения координат собственного положения, можно получить точность определения пространственных координат НЦ при работе ПСН в дифференциальном режиме – плановых координат $\sigma \approx 2-3\text{м}$ и высоты $\sigma \approx 6\text{м}$, и в стандартном режиме – плановых координат $\sigma \approx 3-4\text{м}$ и высоты $\sigma \approx 7\text{м}$.
 4. В реальной боевой ситуации при выборе траектории полета для оперативного определения координат НЦ дальномерным способом необходимо руководствоваться тактической обстановкой в части имеющегося запаса времени, рубежей дальности действия средств ПВО и интенсивности противодействия противника и т.п.

Организация летного эксперимента и обработка послеполетной информации с целью проверки разработанных алгоритмов в реальных условиях

До реализации на борту современных АБК дальномерного способа оперативного определения координат НЦ (в качестве отдельного режима с соответствующей отработанной версией ПО) для проверки работоспособности итерационных алгоритмов в реальных условиях можно использовать послеполетную информацию, полученную при проведении летных экспериментов (ЛЭ) по оценке потенциальных и точностных характеристик БРЛС. Рассматриваемые при ММ условия применения АБК и его аппаратуры примерно соответствуют условиям и порядку проведения указанных ЛЭ.

Методически при проведении таких испытаний предусмотрено:

- использование в качестве мишени уголкового отражателя с заданной ЭПР и точностью геодезической привязки не хуже $\sigma=1\text{м}$;
- при оценке точностных характеристик сопровождение цели на различных высотах полета самолета от максимально возможной дальности до сброса цели по предельным углам или дальности;

- сопровождение цели при различных значениях угла азимута при оценке максимальных размеров зоны сопровождения;
- снабжение носителя аппаратурой КБТИ, обеспечивающей измерение координат собственного местоположения с привязкой по времени;
- осуществление регистрации измеренных параметров БРЛС и других систем носителя (в том числе и СНС) в СОК с привязкой по времени.

Из информации зарегистрированной СОК для совместной обработки необходимо использовать массивы измерений дальности до цели БРЛС (в качестве «засечек») при ее сопровождении в режиме КАС и массивы измерений ПСН СНС координат собственного местоположения (при этом уточняется режим работы ПСН). Определение пространственных координат НЦ дальномерным способом осуществляется по алгоритмам, используемым в ММ, после чего осуществляется их сравнение с истинными значениями координат цели. Для проверки адекватности результатов, полученных при ММ, результатам полученным в ЛЭ, необходимо предварительно оценить точность измерения дальности БРЛС, используя информацию КБТИ и точные координаты цели для расчета эталонных величин, а по информации СОК определить условия выполнения ЛЭ (высота и скорость самолета, азимут и, если осуществлялся соответствующий расчет, угол места цели и т.д.).

В настоящее время проводятся мероприятия по организации летного эксперимента для проверки исследуемого способа высокоточного определения координат наземной цели в реальных условиях.

Заключение

Дальномерный способ высокоточного оперативного определения координат наземных целей с помощью ПрНК АБК может существенно расширить тактические возможности АБК при применении изделий с ИССН и найти широкое применение в локальных конфликтах и при контртеррористических операциях.

Хотелось бы отметить также, что используемый в настоящее время при картографировании угломерно-дальномерный способ определения координат НЦ не позволяет определить высоту цели (например, в холмистой или горной местности) в отличие от рассматриваемого дальномерного (что важно для изделий с ИССН).

Библиографический список

1. Харисов В.Н., Перов А.И., Болдин В.А. Глобальная спутниковая радионавигационная система ГЛОНАСС. М.: ИПРЖР, Москва, 1999. 560с.
2. Дудник П.И., Герасимов А.А., Кондратенков Г.С., Татарский Б.Г. Авиационные радиолокационные системы. Военно-воздушная инженерная академия им.проф. Н.Е. Жуковского, Москва, 2003. 501с.

Сведения об авторе

Пикалов Степан Анатольевич, аспирант ФГУП «ГосНИИАС», инженер ИМК ФГУП «ГосНИИАС», тел.: 8-927-554-32-20; e-mail: pikalov.stepan25@mail.ru