

Методы согласованной работы автономной информационной и управляющей системы и исполнительного устройства за счет уменьшения систематических ошибок

© А.Б. Борзов, Н.С. Соболева

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 105005, Россия

Рассмотрены методы согласованной работы автономной информационной и управляющей системы (АИУС) и исполнительного устройства (ИУ) в виде боевой части осколочного типа, которые позволяют повысить эффективность функционирования боеприпаса для широкого диапазона условий встречи его с целью. Применение методов согласованной работы позволяет существенно уменьшить систематические ошибки работы АИУС, которые определяют ширину конуса разлета элементов ИУ. Показано, что реализация рассматриваемых методов согласованной работы АИУС и ИУ возможна при использовании конструкций АИУС с несколькими антенными системами и конструкций ИУ с переключателем точек инициализации на «п» положений при условии наличия на борту информации о модуле относительной скорости.

Ключевые слова: *относительная скорость, модуль относительной скорости, годограф относительных скоростей, угол наклона диаграммы направленности АИУС, систематические и случайные ошибки, скорость разлета элементов в статике, ширина конуса разлета элементов, метод согласованной работы АИУС и ИУ.*

Введение. Работа современных боеприпасов (БП) предполагает их применение в широком диапазоне условий встречи с целью [1]. При использовании конструкции АИУС с постоянным углом наклона диаграммы направленности и ИУ в виде боевой части (БЧ) осколочного типа простейший вариант обеспечения согласованной работы АИУС и ИУ — выбор конструкции ИУ с широким конусом разлета элементов. Однако полная ширина конуса, определяемая в этом случае систематическими и случайными ошибками в работе АИУС, оказывается значительной [2] и существенно снижает эффективность функционирования БП. Для повышения эффективности необходимо сужать конус разлета элементов, что возможно путем использования методов согласованной работы АИУС и ИУ, позволяющих существенно уменьшить и даже исключить систематические ошибки и случайные ошибки второго рода. Однако это предполагает усложнение конструкций АИУС и ИУ и требует наличия на борту информации о конкретных условиях встречи БП с целью (относительная скорость, угол пеленга, сторона промаха и т. д.).

Обычно на начальных этапах проектирования БП при оценке эффективности функционирования АИУС и ИУ ограничиваются определением ширины конуса разлета элементов по уровню систематических ошибок в работе АИУС. Рассмотрим методы согласованной работы АИУС и ИУ, позволяющие уменьшить систематические ошибки в работе АИУС для широкого диапазона условий встречи БП с целью при использовании вариантов конструкций АИУС с несколькими антенными системами и конструкций ИУ с переключателем точек инициирования (ПТИ) на n положений. С помощью годографа относительных скоростей оценим для каждого из методов ширину конуса разлета элементов ИУ по систематическим ошибкам [2], при которой будет обеспечена согласованная работа АИУС и ИУ в рассматриваемом диапазоне условий встречи БП с целью.

Систематические ошибки в работе АИУС и их компенсация конусом разлета элементов ИУ. Пусть условия встречи БП с целью заданы годографом относительных скоростей (рис. 1). Применяется ИУ в виде БЧ осколочного типа, установлена скорость разлета элементов в статике $V_{ст}$, вектор которой составляет с осью X_p угол $\mu_0 = 90^\circ$, выбрана конструкция АИУС с постоянным углом наклона диаграммы направленности $\varphi_{ср} = \text{const}$. На начальных этапах проектирования с использованием годографа возможно выполнение построений и получение простых соотношений, позволяющих предварительно оценить уровень систематических ошибок в работе АИУС, — $2\Delta\bar{\varphi}$, а также необходимую для их компенсации ширину конуса разлета элементов, при которой будет обеспечена согласованная работа АИУС и ИУ. При выполнении построений полагают, что цель — точка, диаграмма АИУС — линия. В этом случае угол наклона диаграммы направленности $\varphi_{ср}$ будет совпадать с углом срабатывания АИУС.

Для каждой из относительных скоростей $V_{отн}$, на годографе может быть определен построением свой угол наклона диаграммы направленности АИУС — φ [2]. При выборе конструкции АИУС с $\varphi_{ср} = \text{const}$ этот угол устанавливают на годографе по средней точке диапазона относительных скоростей. На начальных этапах проектирования максимальные систематические ошибки обычно оценивают по границам диапазона относительных скоростей на параллельном курсе [2]. Это — скорости V_{01} и V_{02} . При выбранном $\varphi_{ср} = \text{const}$ локация цели АИУС выполняется в середине диапазона относительных скоростей при скорости V_0 , т. е. в точке C (см. рис. 1). Тогда для крайних скоростей диапазона, минимальной V_{01} и максимальной V_{02} , получаем значительные ошибки в угле срабатывания АИУС соответственно $\Delta\bar{\varphi}_1$ и $\Delta\bar{\varphi}_2$, называемые систематическими ошибками.

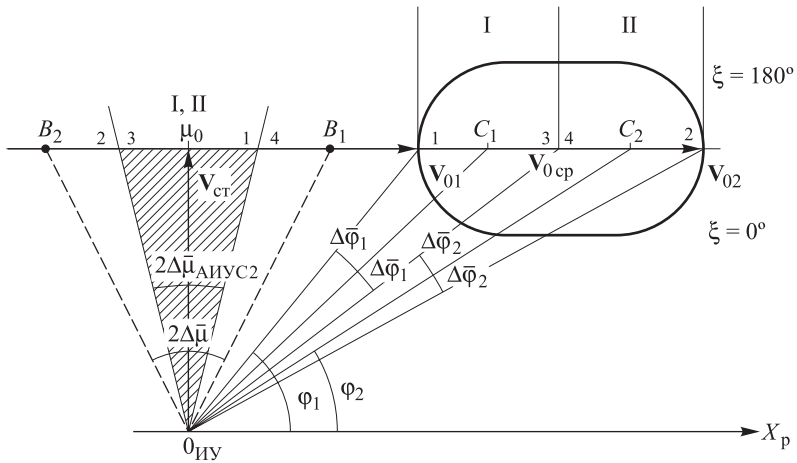


Рис. 2. Ширина конуса для конструкции АИУС с двумя антенными системами

Для реализации данного метода необходимы информация о модуле относительной скорости для конкретных условий встречи БП с целью, устройство сравнения, определяющее диапазон, в который попадает реальная относительная скорость, и устройство, обеспечивающее подключение соответствующей антенной системы. Для реализации метода минимально необходимой является информация о том, как выполняется стрельба: курс встречный — большие $V_{отн}$, догонный — малые $V_{отн}$. В этом случае подключение к передатчику необходимой антенной системы выполняется перед стартом БП.

Согласование за счет конструкции АИУС с четырьмя антенными системами. Если в БП возможно использование конструкции АИУС с четырьмя антенными системами, то диапазон относительных скоростей $V_{01} \dots V_{02}$ на годографе может быть поделен на четыре равных диапазона: I, II, III, IV (рис. 3). Для каждого из них устанавливается необходимый угол наклона диаграммы направленности — соответственно $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_4$, определяемый по средним относительным скоростям диапазонов. Точки C_1, C_2, C_3 и C_4 — точки локации цели для каждого из диапазонов.

Из рис. 3 видно, что сужение диапазонов скоростей каждой из антенных систем в 4 раза уменьшает систематические ошибки в 4 раза, до значений $2\Delta\bar{\varphi} = 2\Delta\bar{\varphi}_1 = 2\Delta\bar{\varphi}_2 = 2\Delta\bar{\varphi}_3 = 2\Delta\bar{\varphi}_4$. Тогда конус разлета элементов $2\Delta\bar{\mu}$ для метода согласования за счет широкого конуса разлета элементов сужается до $2\Delta\bar{\mu}_{АИУС4}$. Для рассматриваемого варианта согласования ширина конуса разлета элементов (см. рис. 3)

$$\Delta\bar{\mu}_{АИУС4} \cong \sin \Delta\bar{\mu}_{АИУС4} = \frac{V_{02} - V_{01}}{2nV_{ст}} \quad \text{при } n = 4.$$

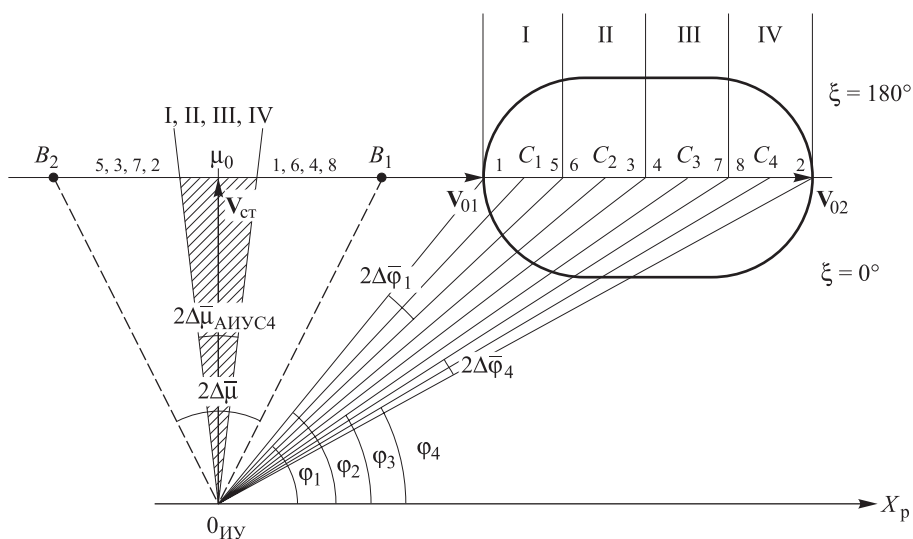


Рис. 3. Ширина конуса для конструкции АИУС с четырьмя антенными системами

Для реализации метода на борту должна быть получена информация о модуле относительной скорости для конкретных условий встречи БП с целью, устройство сравнения, определяющее диапазон значений, в который попадает реальная относительная скорость, и устройство, обеспечивающее подключение соответствующей антенной системы.

Согласование при усложнении конструкции ИУ. Возможности ПТИ. Один из способов использования информации о модуле относительной скорости заключается в переключении точек инициирования ИУ с помощью прибора ПТИ (рис. 4).

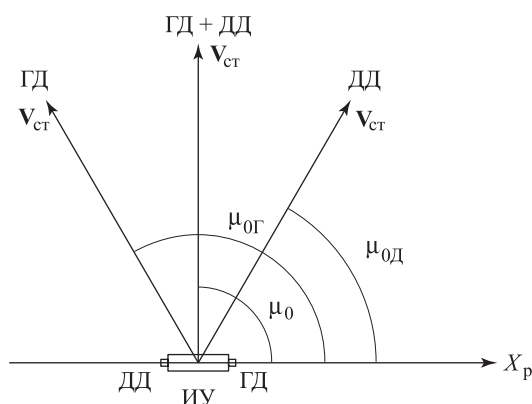


Рис. 4. ПТИ на три положения

ПТИ позволяет выполнять инициирование ИУ одновременно головным детонатором (ГД) и донным детонатором (ДД), т. е. ГД + ДД. При этом угол μ_0 вылета осколка составит с осью X_p боеприпаса угол 90° . Если ПТИ выполняет инициирование ГД, угол вылета осколка будет равен $\mu_{0Г}$ и окажется больше 90° , а при выполнении инициирования ДД — $\mu_{0Д}$ и составит меньше 90° . Используя эту особенность ИУ, можно обеспечить согласованную работу АИУС и ИУ путем деления диапазона относительных скоростей на годографе на два или три участка.

Согласование за счет конструкции ИУ с ПТИ на два положения. Рассмотрим случай, когда используются конструкция АИУС с постоянным углом наклона диаграммы направленности $\varphi_{ср} = \text{const}$, т. е. локация цели происходит в середине диапазона относительных скоростей $V_{01} \dots V_{02}$, в точке C (рис. 5). Используется конструкция ИУ с ПТИ на два положения: инициирование БЧ выполняется или ГД, или ДД.

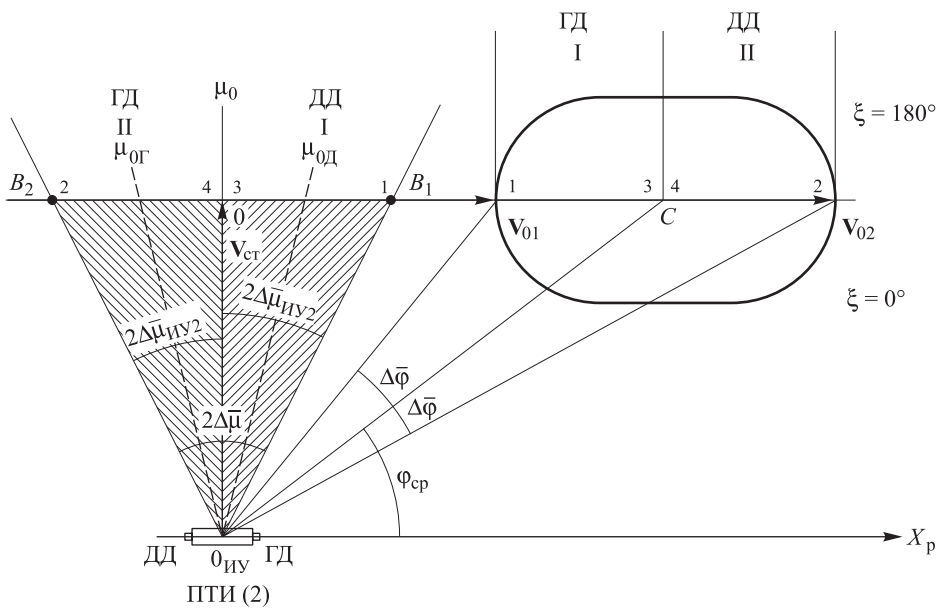


Рис. 5. Ширина конуса для конструкции АИУС с $\varphi_{ср} = \text{const}$ и ИУ с ПТИ на два положения

В данном случае для обеспечения согласованной работы АИУС и ИУ необходимо, чтобы во всем диапазоне $V_{01} \dots V_{02}$ поток осколков перекрывал область $B_1 - B_2$, определяемую углом $2\Delta\bar{\mu}$. Разделим диапазон относительных скоростей на два равных участка: I (малых $V_{отн}$) и II (больших $V_{отн}$). При наличии информации о модуле относительной скорости можно выполнить инициирование: для диапазона I — ДД,

а для диапазона II — ГД. Это позволит сузить ширину конуса разлета элементов в 2 раза до $2\Delta\bar{\mu}_{ИУ2}$ по сравнению с шириной $2\Delta\bar{\mu}$ при согласовании за счет широкого конуса разлета элементов. При использовании ГД или ДД для инициирования БЧ происходит отклонение средней линии конуса $\mu_0 = 90^\circ$ на угол $\Delta\bar{\mu}_{ИУ2}$ влево (работает ГД) до положения $\mu_{0Г}$ или вправо (работает ДД) до положения $\mu_{0Д}$, при этом обеспечивается перекрытие всей необходимой области $B_1—B_2$.

Для рассматриваемого варианта согласования ширина конуса разлета элементов $2\Delta\bar{\mu}_{ИУ2}$ может быть рассчитана (см. рис. 5) следующим образом:

$$\Delta\bar{\mu}_{ИУ2} \cong \sin \Delta\bar{\mu}_{ИУ2} = \frac{V_{02} - V_{01}}{2nV_{ст}} \quad \text{при } n = 2,$$

т. е. ширина конуса $2\Delta\bar{\mu}_{ИУ2}$ будет такой же, как для конструкции АИУС, имеющей две антенные системы $2\Delta\bar{\mu}_{АИУС2}$.

Смещение конуса влево или вправо необходимо выполнить на угол

$$|\mu_{0Г} - \mu_0| = |\mu_{0Д} - \mu_0| = \frac{V_{02} - V_{01}}{2nV_{ст}} \quad \text{при } n = 2.$$

Углы $\mu_{0Г}$ и $\mu_{0Д}$ определяют по соотношениям

$$\mu_{0Г} = \mu_0 + \frac{V_{02} - V_{01}}{2nV_{ст}} \quad \text{и} \quad \mu_{0Д} = \mu_0 - \frac{V_{02} - V_{01}}{2nV_{ст}} \quad \text{при } n = 2.$$

Для реализации метода необходимо на борту иметь информацию о модуле относительной скорости, устройство сравнения для определения диапазона, в который попадает конкретная относительная скорость, и ПТИ на два положения. Если известен вариант стрельбы: навстречу или вдогон, установка ПТИ выполняется перед выстрелом.

Согласование за счет конструкции ИУ с ПТИ на три положения. Рассмотрим случай, когда используются конструкция АИУС с постоянным углом наклона диаграммы направленности $\varphi_{ср} = \text{const}$, т. е. локация цели происходит в середине диапазона относительных скоростей $V_{01} \dots V_{02}$ в точке C (рис. 6) и конструкция ИУ с ПТИ на три положения (инициирование БЧ выполняется или ГД, или ДД, или ими совместно).

В данном случае для обеспечения согласованной работы АИУС и ИУ необходимо, чтобы во всем диапазоне относительных скоростей $V_{01} \dots V_{02}$ поток осколков перекрывал область $B_1—B_2$, определяемую углом $2\Delta\bar{\mu}$. Разделим диапазон относительных скоростей на три равных диапазона: I (малых $V_{отн}$), II (средних $V_{отн}$) и III (больших $V_{отн}$). При

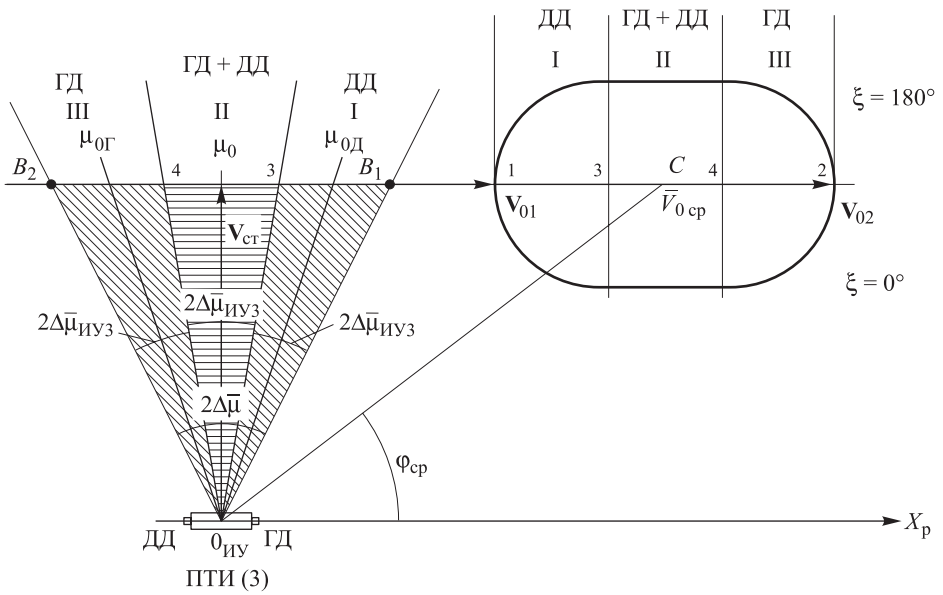


Рис. 6. Ширина конуса для конструкции АИУС с $\varphi_{\text{ср}} = \text{const}$ и ИУ с ПТИ на три положения

наличии информации о модуле относительной скорости можно выполнить иницирование: для диапазона I — ДД, для диапазона II — ГД + ДД и для диапазона III — ГД. Это позволит сузить ширину конуса разлета элементов при согласовании за счет широкого конуса $2\Delta\bar{\mu}$ в 3 раза до $2\Delta\bar{\mu}_{\text{ИУЗ}}$. При иницировании БЧ ГД + ДД (диапазон II) конус шириной $2\Delta\bar{\mu}_{\text{ИУЗ}}$ будет перпендикулярен оси X_p , т. е. средний угол вылета осколка $\mu_0 = 90^\circ$. Для диапазона I можно отклонять конус на угол $2\Delta\bar{\mu}_{\text{ИУЗ}}$ вправо, а для диапазона III — влево на тот же угол, обеспечивая при этом перекрытие всей необходимой области B_1 — B_2 .

Для рассматриваемого варианта согласования ширина конуса разлета элементов (см. рис. 6)

$$\Delta\bar{\mu}_{\text{ИУЗ}} \cong \sin \Delta\bar{\mu}_{\text{ИУЗ}} = \frac{V_{02} - V_{01}}{2nV_{\text{ст}}} \quad \text{при } n = 3.$$

Смещение конуса влево или вправо необходимо выполнить на угол $2\Delta\bar{\mu}_{\text{ИУЗ}}$:

$$|\mu_{0\Gamma} - \mu_0| = |\mu_{0\text{Д}} - \mu_0| = \frac{V_{02} - V_{01}}{nV_{\text{ст}}} \quad \text{при } n = 3.$$

Углы $\mu_{0\Gamma}$ и $\mu_{0\text{Д}}$ определяются по соотношениям

$$\mu_{0\Gamma} = \mu_0 + \frac{V_{02} - V_{01}}{2nV_{\text{ст}}} \quad \text{и} \quad \mu_{0\text{Д}} = \mu_0 - \frac{V_{02} - V_{01}}{2nV_{\text{ст}}} \quad \text{при } n = 3.$$

Для реализации метода необходимо иметь на борту информацию о модуле относительной скорости, устройство сравнения для определения диапазона значений, в который попадает конкретная относительная скорость, и ПТИ на три положения.

Согласование при комбинации конструкций АИУС и ИУ. Согласование за счет конструкции АИУС с двумя антенными системами и конструкции ИУ с ПТИ на два положения. Разделим диапазон относительных скоростей $V_{01} \dots V_{02}$ на четыре диапазона и сгруппируем их в два диапазона по два: I, II (малые $V_{отн}$) и III, IV (большие $V_{отн}$) (рис. 7). Использование конструкции АИУС с двумя антенными системами дает возможность для каждого из сдвоенных диапазонов установить необходимый угол наклона диаграммы направленности — соответственно φ_1 и φ_2 , определяемые по средним относительным скоростям диапазонов. Таким образом, для диапазонов I и II предусмотрена одна антенная система, а для диапазонов III и IV — вторая. Введение двух антенных систем позволяет в 2 раза сузить конус разлета элементов $2\Delta\bar{\mu}$ при согласовании за счет широкого конуса разлета элементов до $2\Delta\bar{\mu}_{АИУС2}$, ограниченный областью (1, 4)...(3, 2).

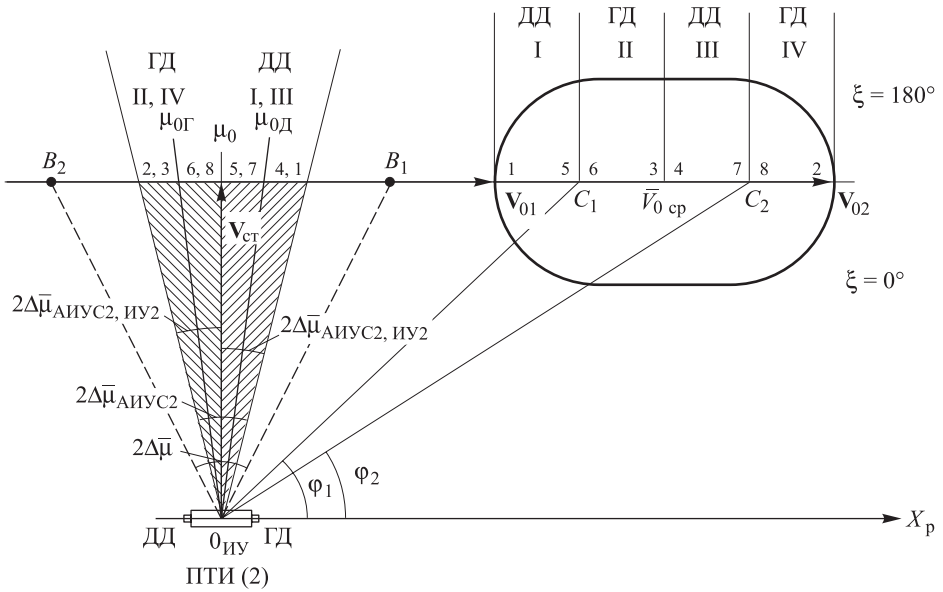


Рис. 7. Ширина конуса для конструкции АИУС с двумя антенными системами и конструкции ИУ с ПТИ на два положения

Используя возможности ПТИ, т. е. головное или донное инициирование, можно в 2 раза сузить конус $2\Delta\bar{\mu}_{АИУС2}$ до значения $2\Delta\bar{\mu}_{АИУС2, иу2}$. При отклонении конуса $2\Delta\bar{\mu}_{АИУС2, иу2}$ влево или вправо можно перекрыть необходимую область (1, 4)...(3, 2) (см. рис. 7). При этом для

диапазона I выполняется инициирование ДД, для диапазона II — ГД, для диапазона III — ДД, для диапазона IV — ГД. Таким образом, удастся сузить ширину конуса разлета элементов $2\Delta\bar{\mu}$, получаемую при согласовании за счет широкого конуса разлета элементов, в 4 раза до $2\Delta\bar{\mu}_{\text{АИУС2, ИУ2}}$.

Для рассматриваемого варианта согласования ширина конуса разлета элементов (см. рис. 7)

$$\Delta\bar{\mu}_{\text{АИУС2, ИУ2}} \cong \sin \Delta\bar{\mu}_{\text{АИУС2, ИУ2}} = \frac{V_{02} - V_{01}}{2nV_{\text{ст}}} \quad \text{при } n = 4.$$

Смещение конуса влево или вправо необходимо выполнить на угол $\Delta\bar{\mu}_{\text{АИУС2, ИУ2}}$:

$$|\mu_{0\Gamma} - \mu_0| = |\mu_{0\text{Д}} - \mu_0| = \frac{V_{02} - V_{01}}{nV_{\text{ст}}} \quad \text{при } n = 4.$$

Углы $\mu_{0\Gamma}$ и $\mu_{0\text{Д}}$ определяются по соотношениям

$$\mu_{0\Gamma} = \mu_0 + \frac{V_{02} - V_{01}}{2nV_{\text{ст}}} \quad \text{и} \quad \mu_{0\text{Д}} = \mu_0 - \frac{V_{02} - V_{01}}{2nV_{\text{ст}}} \quad \text{при } n = 4.$$

Для реализации метода необходимо иметь на борту информацию о модуле относительной скорости, устройство сравнения для определения диапазона, в который попадает конкретная относительная скорость, переключатели антенных систем и ПТИ на два положения. Если известна информация о том, как выполняется стрельба (курс встречный или догонный), подключение к передатчику соответствующей антенной системы выполняется перед стартом БП.

Согласование за счет конструкции АИУС с двумя антенными системами и конструкции ИУ с ПТИ на три положения. Разделим диапазон относительных скоростей $V_{01} \dots V_{02}$ на шесть диапазонов и сгруппируем их в два диапазона по три: I, II, III (малые $V_{\text{отн}}$) и IV, V, VI (большие $V_{\text{отн}}$) (рис. 8).

Использование конструкции АИУС с двумя антенными системами дает возможность для каждого из двух диапазонов установить необходимый угол наклона диаграммы направленности — соответственно φ_1 и φ_2 , определяемый по средним относительным скоростям диапазонов. При этом для диапазонов I, II и III предусмотрена одна антенная система, а для диапазонов IV, V и VI — вторая. Введение двух антенных систем позволяет в 2 раза сузить конус разлета элементов $2\Delta\bar{\mu}$ при согласовании за счет широкого конуса разлета элементов до $2\Delta\bar{\mu}_{\text{АИУС2}}$, ограниченного диапазоном (1, 4) ... (3, 2).

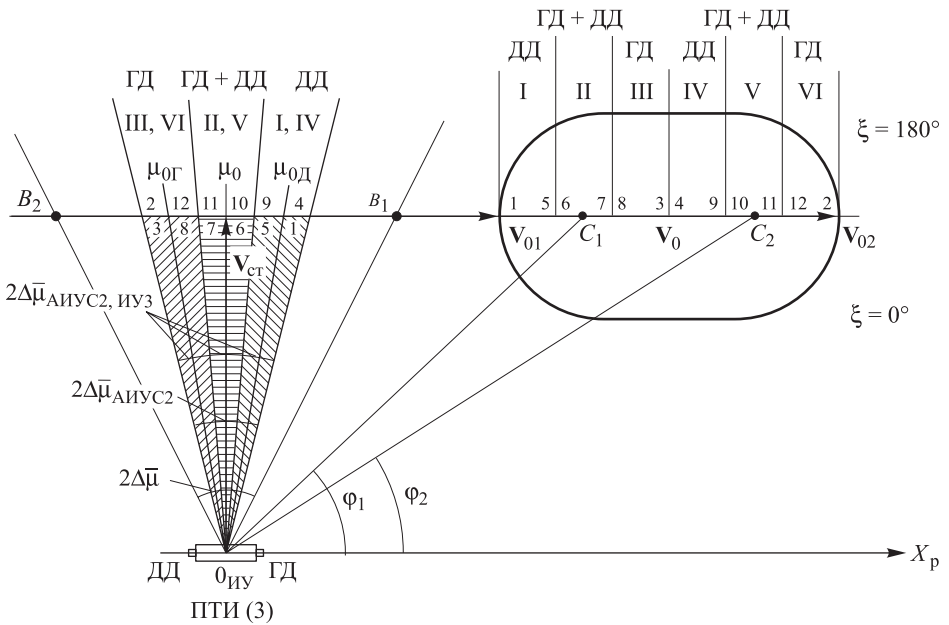


Рис. 8. Ширина конуса для конструкции АИУС с двумя антенными системами и конструкции ИУ с ПТИ на три положения

Используя возможности ПТИ, т. е. головное, донное или головодонное иницирование, можно в 3 раза сузить конус $2\Delta\bar{\mu}_{\text{АИУС}2}$ до значения $2\Delta\bar{\mu}_{\text{АИУС}2, \text{ИУ}3}$. При отклонении конуса $2\Delta\bar{\mu}_{\text{АИУС}2, \text{ИУ}3}$ влево или вправо можно перекрыть требуемую область (1, 4)...(3, 2) (см. рис. 8). При этом необходимо выполнять иницирование: для диапазонов I и IV — ДД, для диапазонов II и V — ГД + ДД, а для диапазонов III, VI — ГД. Это позволит сузить ширину конуса разлета элементов $2\Delta\bar{\mu}$ при согласовании за счет широкого конуса разлета элементов в шесть раз до $2\Delta\bar{\mu}_{\text{АИУС}2, \text{ИУ}3}$.

Для рассматриваемого варианта согласования ширина конуса разлета элементов (см. рис. 8):

$$\Delta\bar{\mu}_{\text{АИУС}2, \text{ИУ}3} \cong \sin \Delta\bar{\mu}_{\text{АИУС}2, \text{ИУ}3} = \frac{V_{02} - V_{01}}{2nV_{\text{ст}}} \quad \text{при } n = 6.$$

Смещение конуса влево или вправо необходимо выполнить на угол $2\Delta\bar{\mu}_{\text{АИУС}2, \text{ИУ}3}$ (см. рис. 8):

$$|\mu_{0\Gamma} - \mu_0| = |\mu_{0\text{Д}} - \mu_0| = \frac{V_{02} - V_{01}}{nV_{\text{ст}}}.$$

Углы $\mu_{0\Gamma}$ и $\mu_{0\text{Д}}$ определяются по соотношениям

$$\mu_{0\Gamma} = \mu_0 + \frac{V_{02} - V_{01}}{nV_{\text{ст}}} \quad \text{и} \quad \mu_{0\text{Д}} = \mu_0 - \frac{V_{02} - V_{01}}{nV_{\text{ст}}}.$$

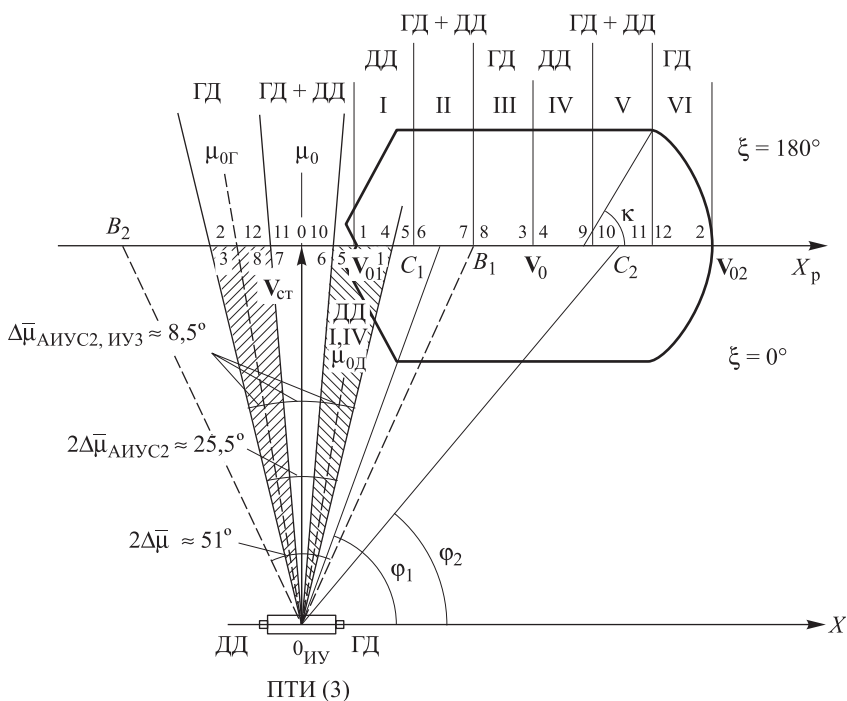


Рис. 9. Ширина конуса для типовых условий встречи и вариантов конструкций АИУС и ИУ

Для реализации метода необходимо иметь на борту информацию о модуле относительной скорости, устройство сравнения для определения диапазона, в который попадает конкретная относительная скорость, переключатели антенных систем и ПТИ на три положения. Если известна информация о том, как выполняется стрельба (курс встречный или догонный), подключение к передатчику соответствующей антенной системы может выполняться перед стартом БП.

Пример анализа условий согласованной работы АИУС с двумя антенными системами и ИУ с ПТИ на три положения для типового варианта условий встречи. Рассмотрим следующие условия встречи БП и цели, заданные диапазоном скоростей ракеты: $V_{p,max} \dots V_{p,min} = (1700 \dots 300) \text{ м/с}$, диапазоном скоростей цели: $V_{ц,max} \dots V_{ц,min} = (850 \dots 130) \text{ м/с}$, диапазоном угла встречи $\kappa = 0 \dots 60^\circ$ при ограничениях угла пеленга $\epsilon = 60^\circ$. Определены параметры ИУ: скорость разлета элементов в статике $V_{ст} = 2500 \text{ м/с}$. Предполагается конструкция АИУС с двумя антенными системами и ИУ с ПТИ на три положения.

Оценим условия согласованной работы АИУС и ИУ для предлагаемых условий встречи БП с целью и вариантов конструкций АИУС и ИУ.

Построим годограф относительных скоростей (рис. 9) и для заданной $V_{ст} = 2500 \text{ м/с}$ найдем средний угол наклона диаграммы направлен-

ности $\varphi_{\text{ср}}$. Оценим требуемую для согласованной работы АИУС и ИУ ширину конуса разлета элементов по систематическим ошибкам для конструкции АИУС с $\varphi_{\text{ср}} = \text{const}$ и стандартным ИУ. Это ширина конуса $2\Delta\bar{\mu} \cong 51^\circ$, определяемая точками B_1 — B_2 на рис. 9.

Такая ширина конуса разлета элементов существенно снижает эффективность функционирования БП и для ее повышения используют конструкцию АИУС с двумя антенными системами и стандартным ИУ. При этом ширина конуса разлета элементов составит $2\Delta\bar{\mu}_{\text{АИУС2}} \cong 25,5^\circ$.

Для конструкции АИУС с двумя антенными системами и конструкции ИУ с ПТИ на три положения ширина конуса разлета элементов уменьшится до $2\Delta\bar{\mu}_{\text{АИУС2, ИУ3}} \cong 8,5^\circ$, но это предполагает усложнение конструкций АИУС и ИУ, а также наличие на борту дополнительной информации об условиях встречи БП с целью: о модуле относительной скорости.

Заключение. Для повышения эффективности функционирования БП в широком диапазоне условий встречи БП с целью, необходимо использовать методы согласованной работы АИУС и ИУ. Их применение позволяет существенно сузить полную ширину конуса разлета элементов $2\Delta\bar{\mu}_0$, определяемую систематическими и случайными ошибками в работе АИУС.

Уменьшение систематических ошибок в работе АИУС значительно сужает ширину конуса разлета элементов по систематическим ошибкам $2\Delta\bar{\mu}$, но требует усложнения конструкций АИУС и ИУ и получения на борту информации о модуле относительной скорости.

Результаты исследований получены в процессе выполнения проекта в рамках мероприятия 1.2.2 «Проведение научных исследований научными группами под руководством кандидатов наук» Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009–2013 годы».

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Астапов Ю.М., Козлов В.И., Соболева Н.С., Хохлов В.К. Автономные информационные и управляющие системы. Борзов А.Б., ред. *Тр. каф. «Автономные информационные и управляющие системы» МГТУ им. Н.Э. Баумана*. В 4 т. Москва, ООО НИЦ «Инженер», ООО «Монико-М», 2011, т. 1, 468 с.
- [2] Соболева Н.С. Оценка условий согласованной работы АИУС и исполнительного устройства на начальных этапах проектирования. *Наука и образование: электронное научно-техническое издание*, 2012, № 2, URL: <http://www.techomag.edu.ru/doc/334010.html> (дата обращения 17.10.2012).

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

А.Б. Борзов, Н.С. Соболева. Методы согласованной работы автономной информационной и управляющей системы и исполнительного устройства за счет уменьшения систематических ошибок. *Инженерный журнал: наука и инновации*, 2013, вып. 3. URL: <http://engjournal.ru/catalog/it/nav/625.html>

Борзов Андрей Борисович родился в 1958 г., окончил МВТУ им. Н.Э. Баумана в 1982 г. Д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой «Автономные информационные и управляющие системы» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Автор более 100 работ в области моделирования систем ближней радиолокации.

Соболева Наталия Сергеевна родилась в 1939 г., окончила МВТУ им. Н.Э. Баумана в 1963 г. Канд. техн. наук, доц. кафедры автономных информационных и управляющих систем МГТУ им. Н.Э. Баумана. Автор более 80 работ в области теории эффективности АИУС. e-mail: wave@sm.bmstu.ru