

К-УАч:6  
11889

Куйбышевский ордена Трудового Красного Знамени  
авиационный институт имени академика С.П. Королева

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО  
СОПРОВОЖДЕНИЯ ПО ДАЛЬНОСТИ

Куйбышев  
1990

Министерство высшего и среднего специального  
образования РСФСР

Куйбышевский ордена Трудового Красного Знамени  
авиационный институт имени академика С.П.Королева

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО  
СОПРОВОЖДЕНИЯ ПО ДАЛЬНОСТИ

Методические указания к лабораторной работе

Куйбышев 1990

Составитель Б.А.Н и к о л ь с к и й

УДК 621.396.982

Исследование системы автоматического сопровождения по дальности: Метод. указ. к лаб. работе /Куйбышев. авиац. ин-т; Сост. Б.А.Никольский. Куйбышев, 1990. 20 с.

Приведены краткие сведения о системе автоматического сопровождения по дальности, рассмотрен принцип ее действия, основные характеристики. Дано описание лабораторной установки, приведены методика выполнения работы и рекомендации по оформлению отчета.

Предназначены для студентов специальности "Конструирование и производство радиоаппаратуры" как дневной, так и вечерней формы обучения.

Составлены на кафедре "Радиотехнические устройства".

Печатается по решению редакционно-издательского совета Куйбышевского ордена Трудового Красного Знамени авиационного института имени академика С.П.Королева

Рецензент И.Е.К а л а ш н и к

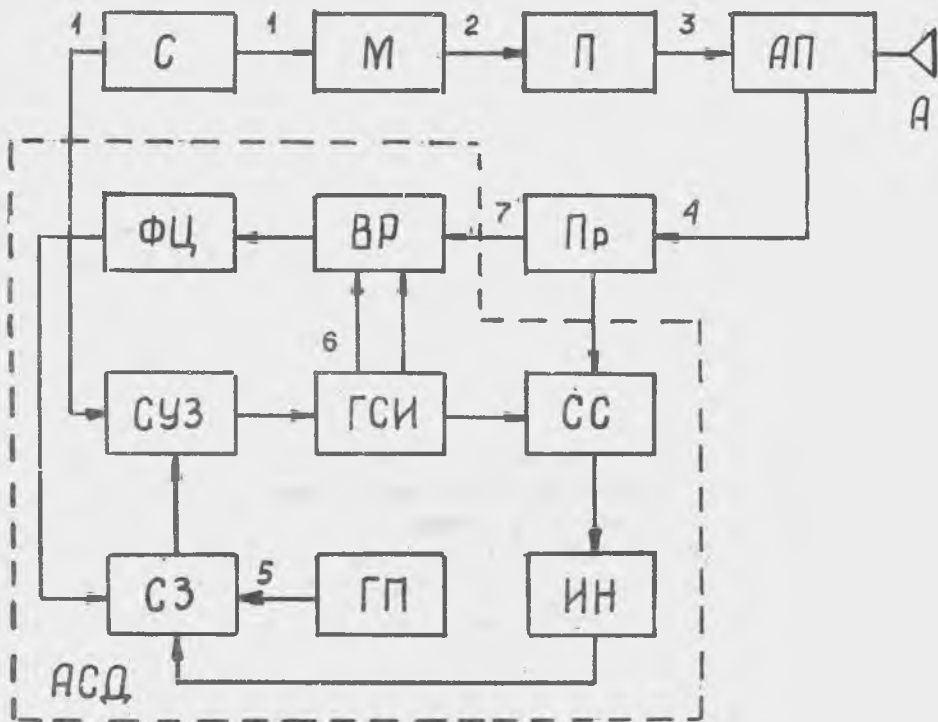
Ц е л ь р а б о т ы: изучение принципа действия и устройства системы автоматического сопровождения по дальности (АСД), экспериментальное исследование ее характеристик.

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАБОТЫ

Система АСД предназначена для получения непрерывной информации о текущей дальности в режиме автоматического слежения за целью. Для повышения разрешающей способности и помехозащищенности систем управляемого оружия (УО) устройства АСД часто используют в качестве селекторов целей по дальности. В этом случае в системе АСД формируется стробирующий импульс, открывающий приемник радиолокационной станции (РЛС) УО на время своей длительности, с задержкой на ожидаемое время запаздывания сигналов, отраженных от цели.

Рассмотрим принцип действия системы АСД по упрощенной структурной схеме одного из вариантов реализации импульсного автодальномера (рис. 1). Временные диаграммы, поясняющие работу системы, приведены на рис. 2, где номера позиций отражают процессы в соответствующих точках структурной схемы. Из схемы видно, что приемно-передающая часть дальномера является типовой для импульсной РЛС. В качестве выходного устройства дальномера используется система АСД, обведенная на схеме пунктиром.

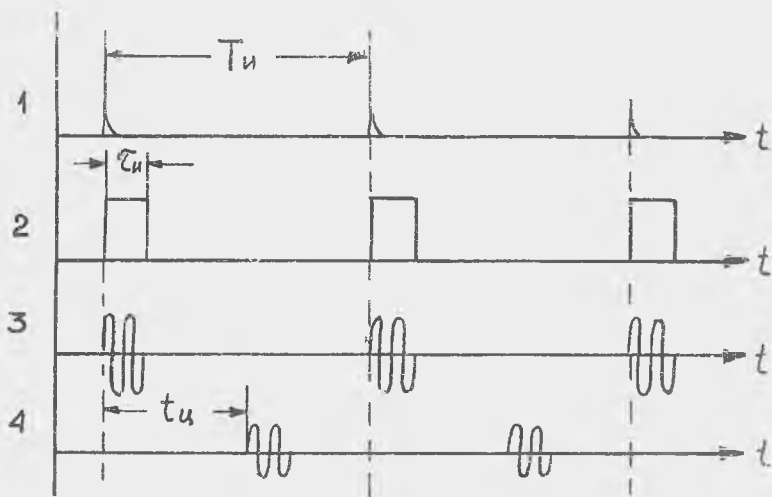
Синхронизатор С генерирует импульсы с периодом повторения  $T_{И}$  (рис. 2, поз. 1), которые подаются на модулятор М, где формируются видеоимпульсы заданной длительности  $\tau_{И}$  (рис. 2, поз. 2). Эти импульсы модулируют по амплитуде колебания передатчика П. Выходные высокочастотные импульсы передатчика (рис. 2, поз. 3) через



Р и с. I.

антенный переключатель АП подаются на приемно-передающую антенну А и излучаются в пространство. Отраженные от цели сигналы (рис. 2, поз. 4) с задержкой, пропорциональной дальности до цели  $t_{\text{д}} = 2R/c$ , где  $R$  - дальность,  $c$  - скорость распространения радиоволн, из антенны через антенный переключатель поступают в приемник **Пр**. В приемнике осуществляется преобразование и основное усиление сигналов. После детектирования видеоимпульсы с выхода приемника подаются на систему АСД, куда поступают также импульсы синхронизатора.

Система АСД должна измерять запаздывание отраженных сигналов относительно синхроимпульсов и непрерывно следить за возможными изменениями этого запаздывания в процессе движения цели.

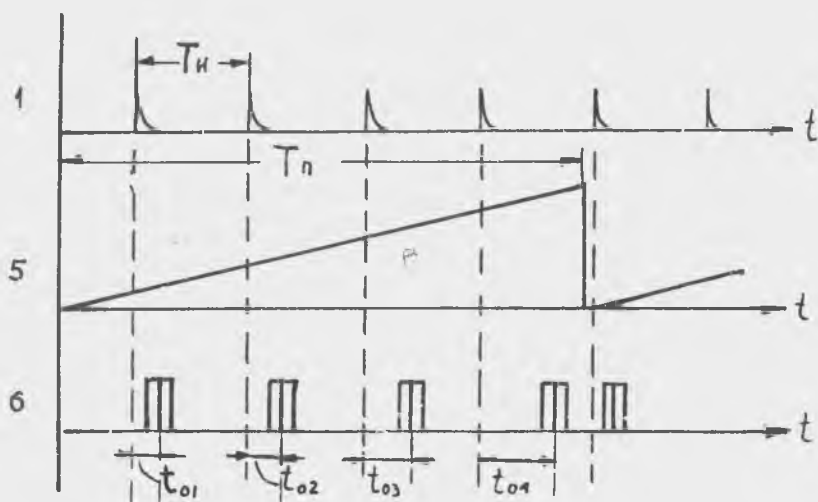


Р и с. 2.

Принципиально важными элементами системы АСД являются генератор селекторных импульсов ГСИ, схема управляемой задержки СУЗ и временной различитель ВР. Генератор селекторных импульсов, работающий в ждущем режиме, запускается от синхронизатора через схему управляемой задержки и формирует два прямоугольных импульса, следующих друг за другом. Положение этих импульсов на оси времени зависит от величины задержки, которая определяется управляющим напряжением, подаваемым на схему управляемой задержки через схему захвата СЗ. Вид управляющего напряжения зависит от режима работы системы АСД: поиск или сопровождение.

В режиме поиска, когда на входе приемника нет отраженных сигналов, управляющее напряжение на схему управляемой задержки поступает от генератора поиска ГП. Чаще всего для этих целей используют периодическое линейно-нарастающее ( пилообразное) напряжение (рис. 3, поз. 5). Под воздействием этого напряжения изменяется задержка запуска генератора селекторных импульсов, и его выходные импульсы плавно перемещаются по оси времени от начального значения, соответствующего минимально возможной измеряемой дальности, до значения, определяемого максимальной дальностью действия автодальномера. Текущее время  $t_0$  (рис. 3, поз. 6) задержки селекторных импульсов относи -

тельно импульсов, излучаемых передатчиком, является опорным при работе системы АСД.



Р и с. 3.

Оба селекторных импульса поступают на временной различитель, а один из них одновременно подается на схему совпадений СС. Другой вход схемы совпадений соединен с выходом приемника. При отсутствии на входе приемника сигналов, отраженных от цели, процесс перемещения селекторных импульсов периодически повторяется в пределах возможных задержек входных сигналов. Таким образом осуществляется поиск целей по дальности.

Если на вход приемника будут поступать сигналы, отраженные от цели и находящиеся в диапазоне дальностей, измеряемых дальномером, то при поиске наступит момент, когда время задержки селекторных импульсов  $t_0$  будет равно задержке отраженного сигнала  $t_y$ :  $t_0 = t_y$ . В этом случае выходные сигналы схемы совпадений и последующего накопителя ИН приводят к срабатыванию схемы захвата, которая отключает от схемы управляемой задержки напряжение поиска и подключает вместо него для управления задержкой селекторных импульсов вы-

ходное напряжение временного различителя. Система АСД переводится в режим автосопровождения.

Накопитель необходим для того, чтобы схема захвата не срабатывала от шумовых и случайных одиночных сигналов. В качестве накопителей обычно используют интегрирующие  $RC$ -цепочки.

Схема захвата замыкает петлю следящей системы, состоящей из временного различителя, схемы управляемой задержки и генератора селекторных импульсов.

Временной различитель предназначен для преобразования в сигнал постоянного напряжения или тока, называемый сигналом ошибки временного интервала между сигналом, отраженным от цели, и селекторными импульсами:  $U_p(t, \Delta t)$ , где  $\Delta t = t_2 - t_0$ .

В большинстве схемных реализаций временной различитель является безынерционным устройством по измеряемому параметру. Это означает, что формирование выходного сигнала различителя происходит за интервал времени, много меньший, чем время измерения параметра входного сигнала (т.е. изменения дальности до цели при ее маневре). Другими словами, время корреляции выходного напряжения различителя (т.е. сигнала ошибки) должно быть много меньше времени корреляции отслеживаемого параметра сигнала  $t_3$ .

Переходная характеристика временного различителя приведена на рис. 4 и представляет собой антисимметричную кривую с линейным участком в области малых рассогласований  $\Delta t$ , определяющую зависимость среднего значения (математического ожидания) напряжения на выходе различителя  $U_p(t, \Delta t)$  от рассогласования при разомкнутой петле следящей системы:

$$F(\Delta t) = m [U_p(t, \Delta t)].$$

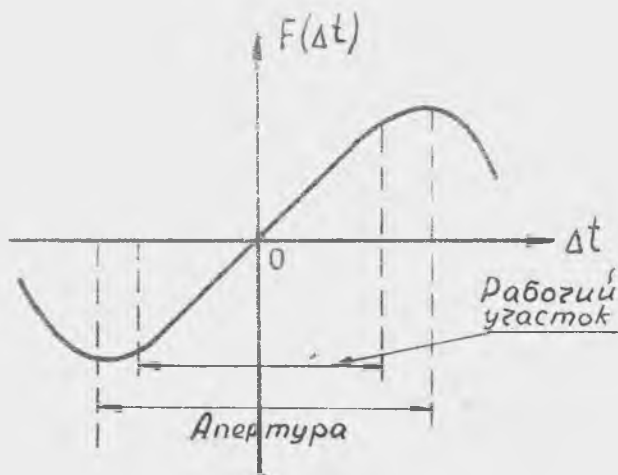
Линейная часть характеристики называется рабочим участком. В этой области коэффициент передачи различителя определяется крутизной рабочего участка:

$$S_p = \left. \frac{dF(\Delta t)}{d(\Delta t)} \right|_{\Delta t=0}$$

а постоянная составляющая его выходного напряжения пропорциональна рассогласованию  $\Delta t$ :

$$F(\Delta t) = S_p \Delta t.$$





Р и с. 4.

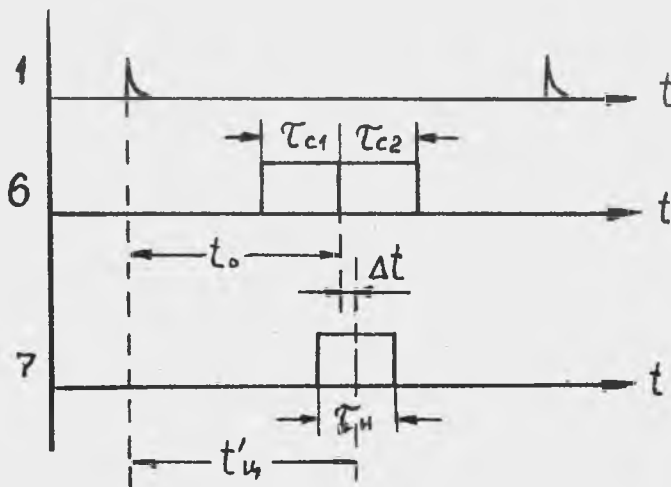
Область значений сигнала ошибки, в пределах которой осуществляется сопровождение цели, называемой зоной чувствительности или апертурой временного различителя. Приблизительно апертура определяется как расстояние между экстремальными значениями переходной характеристики (см. рис. 4). Апертура определяет разрешающую способность системы по дальности. Если запаздывание между двумя отраженными сигналами от двух целей меньше ширины апертуры, то система АСД будет сопровождать обе цели одновременно, пока одна из них не выйдет за пределы апертуры. Естественно, что выходное напряжение различителя в этом случае будет отображать дальность не первой и не второй цели, а нечто среднее, соответствующее энергетическому центру двух сигналов. Следовательно, для повышения разрешающей способности дальномера апертуру временного различителя желательно уменьшить. Однако при этом возрастает вероятность срыва сопровождения при больших ошибках сопровождения. Например, при случайном исчезновении (замирании) отраженного от движущейся цели сигнала система АСД с малой апертурой может потерять цель, тогда как в системе с большей

апертурой при появлении сигнала цели сопровождение может восстановиться.

Крутизна переходной характеристики временного различителя и ширина апертуры зависят от длительности селекторных импульсов и их взаимного расположения относительно друг друга. Исследования показывают, что оптимальным считается вариант, когда длительности селекторных импульсов равны между собой и равны длительности принятого сигнала

$$\tau_{c1} = \tau_{c2} = \tau_{\text{н}}$$

и селекторные импульсы следуют друг за другом без интервала, т.е. задний фронт одного импульса совпадает по времени с передним фронтом другого (рис. 5, поз. 6).



Р и с. 5.

На выходе временного различителя формируется напряжение, зависящее от временного рассогласования  $\Delta t$  между серединой отраженного сигнала  $t'_y$  и осью симметрии селекторных импульсов, т.е. опорным временем  $t_0$ , определяемым задержкой селекторных импульсов (рис. 5, поз. 7).

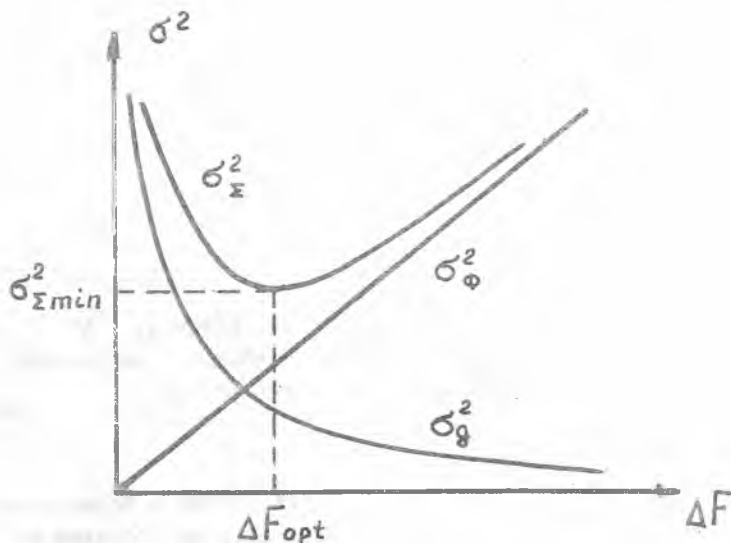
Переходная характеристика различителя показывает, что величина и знак выходного напряжения будут определяться величиной и знаком временного рассогласования. Это напряжение через формирующую цепь и схему захвата поступает на СВЗ в качестве управляющего для соответствующей задержки запуска ГИИ в режиме сопровождения. Выходное напряжение сфазировано таким образом, чтобы, изменяя временную задержку селекторных импульсов, оно уменьшало временное рассогласование  $\Delta t$ , устремляя его к нулю. Правильно спроектированная система АСД в этом случае быстро приходит в состояние динамического равновесия.

Таким образом, система АСД будет обеспечивать слежение за изменениями временного положения отраженного сигнала, вызываемыми изменениями дальности при маневрах цели. Быстродействие системы АСД целиком определяется динамическими свойствами формирующей цепи ФЧ. Если быстродействия недостаточно для точного отслеживания изменений дальности, вызываемых маневром цели, то возникает ошибка сопровождения, называемая динамической. Проявляется такая ошибка в виде постоянного отставания селекторных импульсов от сигналов цели.

Кроме динамической ошибки на точность сопровождения будет влиять также флуктуационная ошибка, вызванная воздействием различного рода шумовых помех.

Значения этих ошибок в значительной степени определяются шириной полосы пропускания формирующих цепей системы АСД, причем требования к параметрам системы для обеспечения малых динамических и флуктуационных ошибок оказываются противоречивыми. Это видно на рис. 6, на котором показан характер изменения динамической  $\sigma_d^2$  и флуктуационной  $\sigma_f^2$  составляющих ошибки сопровождения в зависимости от полосы пропускания формирующих цепей  $\Delta F$ : расширение полосы пропускания уменьшает динамическую ошибку, одновременно увеличивая флуктуационную.

На этом же рисунке приведена зависимость суммарной ошибки  $\sigma_{\Sigma}^2$  сопровождения от полосы пропускания. Из рисунка видно, что существует некоторое оптимальное значение полосы пропускания  $\Delta F_{opt}$ , при котором суммарная ошибка системы минимальна, что дает возможность оптимизации параметров формирующих цепей по минимуму суммарной ошибки.



Р и с. 6.

Ошибки сопровождения могут также возникать при случайных исчезновениях отраженного сигнала. Такие исчезновения часто происходят, например, из-за сложной многолепестковой формы диаграммы вторичного излучения реальной цели, что вызывает при маневре цели флуктуации амплитуды отраженного сигнала за счет изменения ракурса цели. Сигнал ошибки на выходе временного различителя в моменты замирания входного сигнала становится равным нулю, что эквивалентно размыканию петли следящей системы. Для предотвращения срыва слежения формирующие цепи, включенные на выходе временного различителя, должны обладать свойством "предсказания" (экстраполяции) положения цели при отсутствии отраженного сигнала. Практически такое "предсказание" реализуется путем включения в формирующие цепи интеграторов, число которых определяется характером движения цели.

При идеальном сопровождении цели по дальности, т.е. сопровождении без ошибок, необходимо выполнение в любой момент времени следующего условия:

$$\Delta R = R(t) - R_0(t) = 0,$$

где  $R(t)$  — текущее значение дальности;  $R_0(t)$  — дальность, соответствующая задержке селекторных импульсов.

Если сопровождаемая цель неподвижна, то уравнение дальности можно записать таким образом:

$$R(t) = R = \text{const},$$

тогда условие отсутствия ошибки при сопровождении будет

$$\Delta R = R - R_0(t) = 0,$$

а это значит, что  $R = R_0(t)$ .

Звено, обеспечивающее постоянную выходную величину  $R$  при входной  $\Delta R = 0$ , является интегрирующим. Подбирая коэффициент усиления системы  $k$ , всегда можно выполнить условие

$$R = \int \Delta R dt = k \int 0 dt = kC.$$

В этом случае для сопровождения цели без ошибки в формирующей цепи достаточно иметь один интегратор. Такая система, обладая астатизмом первого порядка, запоминает значение дальности в моменты случайных пропаданий сигналов, т.е. обладает памятью по положению. Селекторные импульсы при этом будут оставаться на месте, соответствующем последней измеренной дальности.

Если сопровождаемая цель удаляется или приближается с постоянной скоростью  $V_0$ , то уравнение дальности будет иметь вид  $R(t) = R \pm V_0 t$ . В таком случае сопровождение без ошибок возможно при наличии на выходе временного различителя двух интеграторов, т.е. системы, имеющей астатизм второго порядка. Соответствующий выбор коэффициентов передачи интеграторов  $k_1$  и  $k_2$  может обеспечить в этом случае при любом  $t$  выполнение условия

$$R_0(t) = k_1 \int U_p dt_1 + k_2 \iint U_p dt_1 dt_2 = R(t),$$

где  $U_p$  — выходное напряжение различителя, пропорциональное временному рассогласованию. Выполнение данного условия равносильно

$$\Delta R = R(t) - R_0(t) = 0.$$

Такая система обладает памятью по скорости, запоминая значение скорости цели в моменты пропадания сигнала. Это оз-

начает, что селекторные импульсы будут перемещаться по оси времени с зафоминаемой скоростью движения. Если за время отсутствия отраженного сигнала скорость цели не изменится, то в момент своего появления сигнал будет находиться в пределах апертуры временного различителя, и сопровождение цели по дальности будет продолжаться.

Для точного сопровождения системой изменения дальности при наличии ускорения движения цели (например, при совершении противоралиолокационного маневра цели в виде крутого виража). Такая система, очевидно, должна иметь три интегратора.

В общем случае уравнение движения цели может содержать производные более высоких порядков и записываться в виде бесконечного степенного ряда

$$\dot{A}(t) = A_0 + A_1 t + A_2 t^2 + \dots + A_{k-1} t^{k-1}.$$

Осуществляя преобразование Лапласа, получим изображение входной функции

$$A(p) = \int_0^{\infty} \dot{A}(t) e^{-pt} dt = \frac{A_0}{p} + \frac{A_1}{p^2} + \frac{2A_2}{p^3} + \dots + \frac{(k-1)! A_{k-1}}{p^k}.$$

Здесь  $1/p$  есть оператор интегрирования. Из последнего уравнения видно, что для его точного воспроизведения системой, та должна содержать число интегрирующих звеньев, на единицу превышающее число производных измеряемой координаты. Если число интеграторов меньше необходимого, то появляется ошибка сопровождения, которую можно найти, зная функцию передачи системы и уравнение изменения координаты сопровождаемой цели.

Так, для цели, удаляющейся с постоянным ускорением  $a$ , уравнение изменения дальности во времени можно записать как

$$R(t) = R_0 + V_0 t + \frac{at^2}{2},$$

а его изображение

$$R(p) = \frac{R_0}{p} + \frac{V_0}{p^2} + \frac{a}{p^3},$$

где  $R_0$  и  $V_0$  - начальные значения дальности и скорости движения цели соответственно.

В этом случае при наличии трех интегрирующих звеньев система

будет сопровождать цель без ошибки. Однако на практике в радиодальномерах очень редко используют больше двух интегрирующих звеньев, поскольку введение каждого звена усложняет систему и затрудняет обеспечение ее устойчивой работы.

## ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

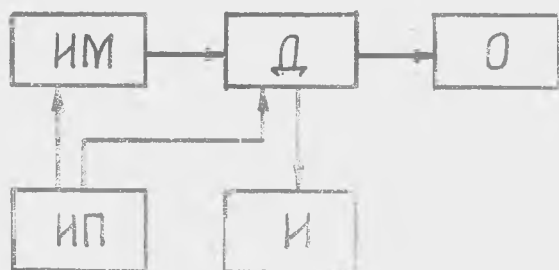
Основу лабораторной установки составляет дальномерный блок самолетного радиолокационного прицела РП-9. Блок в составе станции предназначен для поиска и захвата цели и непрерывного автоматического сопровождения ее по дальности.

Дальномер имеет следующие основные тактико-технические характеристики:

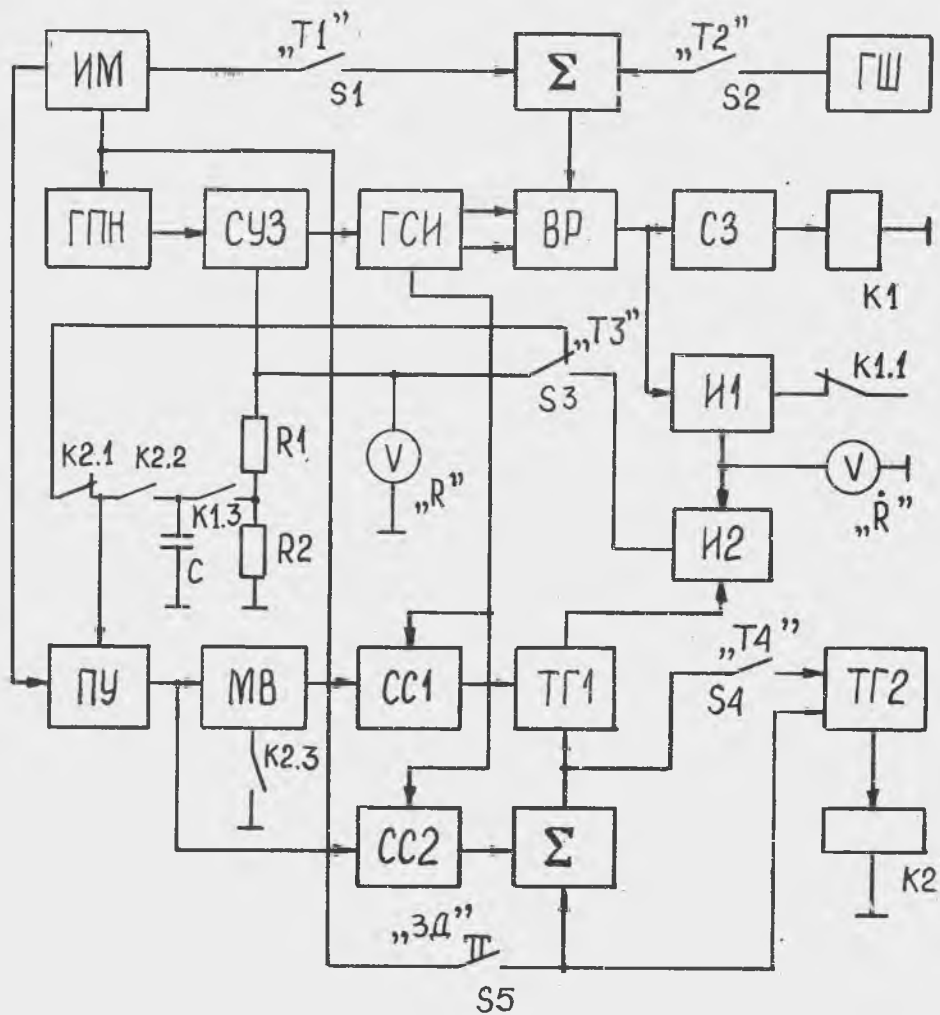
дальность действия, км	25
диапазон поиска начальный, км	10...25
диапазон поиска вторичный, км	3
длительность импульса цели, мкс	1
погрешность измерения дальности, %	3
память дальномера, с	0,3
время поиска-захвата, с	0,6

Кроме дальномерного блока в состав лабораторной установки входят имитатор цели, генератор шума, блок питания и осциллограф. Дальномер, имитатор и генератор шума смонтированы в одном корпусе.

Структурная схема установки приведена на рис. 7, а функциональная схема на рис. 8.



Р и с. 7.



Р и с. 8.

В режиме поиска дальномер работает следующим образом. пилообразное напряжение генератора ГПН подается на пороговое устройство ПУ, которое совместно с мультивибратором МВ формирует два импульса, определяющие границы зоны поиска и поступающие на схемы сов-



падения СС1 и СС2. Зона поиска определяется значением порога и длительностью импульса мультивибратора и составляет 60...160 мкс, что соответствует дальностям 10...25 км.

При включении дальномера реле P1 и P2 обесточены, и первый интегратор И1 находится в состоянии, при котором напряжение на выходе второго интегратора И2 растет. С ростом этого напряжения селекторные импульсы ГСИ и специальный импульс поиска, соответствующий оси симметрии селекторных импульсов, перемещаются по временной оси. При совпадении импульса поиска с импульсом верхней границы зоны, триггер ТГ1 опрскидывается в единичное состояние, сбрасывая интегратор в положение минимального напряжения дальности  $U_R$ . Импульс поиска в этом случае сравнивается с импульсом нижней границы зоны поиска, триггер возвращается в начальное положение, и процесс поиска повторяется. При такой работе схемы поиска селекторные импульсы и импульс поиска в одну сторону перемещаются медленно, а в другую — во много раз быстрее.

При появлении в зоне поиска импульса цели происходит захват цели: срабатывает реле P1, и дальномер переходит в режим автосопровождения. В этом случае емкость C подключается к напряжению, соответствующему текущей дальности R — 3 км, и подготавливается схема включения реле P2. При уменьшении расстояния R до 10 км импульс поиска совпадает с импульсом нижней границы зоны и вызывает включение реле P2. При этом напряжение, соответствующее дальности 10 км  $U_{10}$ , отключается от порогового устройства, к которому подключается напряжение с делителя R1 и R2, а постоянная времени мультивибратора МВ уменьшается до 40 мкс, что соответствует дальности 6 км. В этом случае, где бы ни находился импульс цели в режиме автосопровождения, при его потере схема переходит во второй режим поиска в границах текущей дальности R — 3 км. Память текущей дальности обусловлена наличием емкости C и составляет около 3 с.

Переход из вторичного режима поиска в начальный можно осуществить с помощью кнопки запуска дальномера ЗД.

Генератор шума ГШ введен для имитации помехи и оценки флуктуационной погрешности.

Имитатор цели предназначен для формирования импульсов цели с регулируемой задержкой по дальности, а также создания импульсов синхронизации дальномера и осциллографа. Кроме того, имитатор вклю-

чает схему измерения погрешности автосопровождения цели и измерения времени поиска-захвата цели и памяти дальномера. Имитатор может работать в двух режимах: ручной регулировки дальности и имитации движения цели.

Первый режим реализуется при отключенных тумблерах Т5 и Т6. Регулировка дальности осуществляется изменением времени задержки в пределах 42...132 мкс, что соответствует изменению дальности от 6,3 км до 19,8 км.

Режим движения цели осуществляется при включенном тумблере Т5. Тумблер Т6 должен находиться в этом случае в положении "2". Скорость движения импульса цели может изменяться с помощью переключателя П2 и принимать значения 3,0; 1,5; 0,75; 0,375 км/с.

Погрешность автосопровождения цели измеряется в сотых долях микросекунды, а время поиска-захвата цели и памяти дальномера - в сотых долях секунды.

Тумблеры, переключатели и кнопки, расположенные на передней панели имитатора, имеют следующее назначение:

- Т1 - включение импульса цели;
- Т2 - включение генератора шума;
- Т3 - включение и размыкание контура сопровождения цели;
- Т4 - включение одного или двух интеграторов;
- Т5 - включение движения импульса цели;
- Т6 - переключение режима измерения;
- Т7 - переключение синхронизации осциллографа;
- Т8 - включение блока питания;
- Т9 - включение питания имитатора;
- П2 - переключение скоростей движения импульса цели;
- ЗД - запуск дальномера;
- "Сброс" - обнуление счетчика;
- "Пуск-стоп" - запуск цикла измерения, а также включение или выключение движения импульса цели.

## ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

### 1. Исследование режима поиска

Перед включением установки тумблеры и переключатели установить в исходное положение: Т1 – откл., Т3 – замкн., Т4 – 2 инт., Т5 – откл., Т6 – 2, Т7 – 1, П – 1, П2 – 1.

Включение установки производить только с разрешения преподавателя!

Включить установку тумблером Т8 "Сеть" на блоке питания и имитатор тумблером Т9 "220 В" на боковой панели установки. Кнопкой "ЗД" запустить дальномер. Наблюдать на экране осциллографа импульсы пилообразного напряжения и зарисовать их.

Установить П в положение "2". Зарисовать селекторные импульсы в двух крайних положениях. Рассчитать диапазон поиска в километрах и сравнить полученные данные с паспортными.

### 2. Исследование режима захвата и автосопровождения

Включить импульс цели тумблером Т1. Переключатель П поставить в положение "2". Ручкой "Дальность" установить импульс цели в зону поиска, наблюдать захват цели, остановку следящих импульсов, установления напряжения дальности на стрелочном индикаторе "Дальность", загорание индикаторной лампочки "Захват".

Установить задержку импульса цели менее 60 мкс (менее 10 км). Отключить импульс цели и наблюдать второй режим поиска. Зарисовать селекторные импульсы в двух крайних положениях, определить диапазон поиска, сравнить с первым режимом поиска и объяснить полученные результаты.

Включить импульс цели. Нажать кнопку "ЗД" и произвести захват цели. Нажатием кнопки "Сброс" подготовить к измерениям цифровой индикатор. Отключить импульс цели и записать время памяти дальномером по цифровому индикатору.

Нажать кнопку "Сброс". Включить импульс цели и записать время поиска-захвата по индикатору.

Установить импульс цели на максимальную дальность ручкой "Дальность". Тумблером Т5 включить движение импульса цели. Наблю –

дать сопровождение цели при ее движении, при различных положениях переключателя П2. Провести анализ наблюдений.

### 3. Определение погрешностей автосопровождения

Установить импульс цели на максимальную дальность и произвести захват цели. Тумблер Т6 поставить в положение "1". Переключателем П2 установить одну из имитируемых скоростей. Последовательно нажать кнопки "Сброс" и "Пуск" и записать задержку  $\tau_1$  по цифровому индикатору. Далее включить движение импульса цели тумблером Т5 и, последовательно нажимая кнопки "Сброс" и "Пуск", по индикатору сделать отсчет задержки  $\tau_2$ . Погрешность сопровождения за счет движения цели при работе с двумя интеграторами определить как

$$\Delta \tau = \tau_2 - \tau_1.$$

Повторить измерение погрешности при каком-либо другом значении скорости движения импульса цели.

Для измерения погрешности при работе с одним интегратором тумблер Т4 установить в положение "1 инт.", произвести захват цели и установить импульс цели на дальность 10 км (задержка 60 мкс). Произвести измерение погрешности сопровождения для тех же значений скорости цели, что и в предыдущем случае, и сравнить полученные результаты. Провести анализ сравнения.

### 4. Снятие переходной характеристики различителя

Тумблером Т3 разомкнуть контур сопровождения. Селекторные импульсы при этом устанавливаются на дальности порядка 10 км (задержка 60 мкс). Переключатели П1 установить в положение "6", а П2 - в положение "1", тумблеры Т1 и Т5 - в положение "Вкл.", Т6 - в положение "2" Т7 - в положение "1".

Ручкой "Дальность" установить верхнюю границу движения импульса цели на 5...10 мкс дальше селекторных импульсов.

Тумблер Т7 установить в положение "2", а переключатель П1 - в положение "3". Подбором времени развертки осциллографа в пределах 0,5...1,0 с получить на экране характеристику временного различителя и зарисовать ее.

После проверки преподавателем результатов проведенного эксперимента выключить установку и осциллограф.

## СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Цель работы.
2. Структурная схема автодальномера.
3. Результаты экспериментальных исследований.
4. Графические зависимости и осциллограммы.
5. Основные выводы о проделанной работе.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назначение и принцип действия следящего автодальномера.
2. Назначение и принцип действия основных узлов автодальномера.
3. Работа автодальномера в режиме поиска цели.
4. Работа автодальномера в режиме сопровождения цели.
5. Какой элемент системы определяет разрешающую способность системы по дальности?
6. Какие виды ошибок сопровождения могут возникнуть в системе?
7. Какие элементы системы определяют память по положению цели и по скорости движения цели?
8. Поясните результаты экспериментальных исследований?
9. Расскажите о параметрах переходной характеристики временно-го различителя.
10. Дайте сравнительную оценку работы автодальномера с одним и двумя интеграторами.

## Рекомендуемый библиографический список

1. Постряков В.Б., Кузенков В.Д. Радиотехнические системы. М.: Радио и связь, 1985. 376 с.
2. Радиотехнические системы /Под ред. Ю.М.Казаринова. М.: Сов. радио, 1968. 496 с.
3. Кривицкий Б.Х. Автоматические системы радиотехнических устройств. М.-Л., Госэнергоиздат, 1962. 664 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ  
АВТОМАТИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ  
ПО ДАЛЬНОСТИ

Составитель Н и к о л ь с к и й Борис Аркадьевич

Редактор Е.Д.А н т о н о в а  
Техн.редактор Н.М.К а л е н ю к  
Корректор Н.С.К у п р и я ц о в а

Подписано в печать 18.03.91. Формат 60x84<sup>I</sup>/16.  
Бумага оберточная. Печать оперативная.  
Уч.-изд.л. 1,0. Усл.п.л. 1,2. Тираж 300 экз.  
Заказ № 1511. Бесплатно.

Куйбышевский ордена Трудового Красного Знамени  
авиационный институт имени академика С.П.Королева.  
443086. г. Куйбышев, Московское шоссе, 34.

Типография им. В.П.Мяги Куйбышевского полиграфического  
объединения. 443099. г. Куйбышев, ул. Венцека, 60.