

Министерство высшего и среднего
специального образования РСФСР

Кузбасский ордена Трудового Красного Знамени
авиационный институт имени академика С.П. Королёва

ИССЛЕДОВАНИЕ ИМПУЛЬСНОГО СЛЕДЯЩЕГО
ИЗМЕРИТЕЛЯ ДАЛЬНОСТИ

Утверждено редакционно-изда-
тельском совете института в
качестве методических указа-
ний к лабораторной работе
для студентов.

Кузбасс 1987

УДК 621.396.982

В методических указаниях приводятся сведения о принципе действия, особенностях работы и построения импульсного следящего измерителя дальности с двумя интеграторами, даются указания по проведению его экспериментальных исследований. Указания предназначены для студентов, обучающихся по специальности "Радиотехника".

Составитель : А.И. Махов

Рецензенты : доцент, к.т.н. Глазунов В.А.

доцент, к.т.н. Купер В.Я.

Работа поставлена при участии студента Рассудова Н.А.

Подписано в печать 23.09.87 г. Формат 60 84 1/16.

Бумага оберточная белая. Печать оперативная.

Усл.п.л. 1,16. Уч.-изд.л. 1,0. Т. 100 экз.

Заказ н 463 ____ . Бесплатно.

Куйбышевский ордена Трудового Красного Знамени
авиационный институт имени академика С.П. Королева,
г. Куйбышев, ул. Молодогвардейская, 151.

Уч-к оперативной полиграфии КуАИ,

г. Куйбышев, ул. Ульяновская, 18.

Цель работы - изучение принципа действия, особенностей и построения импульсного следящего измерителя дальности (СНД) путем его экспериментального исследования.

1. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ И ПОСТРОЕНИЕ СЛЕДЯЩЕГО ИЗМЕРИТЕЛЯ ДАЛЬНОСТИ

Назначение - следящий измеритель дальности (дальномер) предназначен для непрерывного измерения дальности в режиме автоматического слежения за целью.

1.1. Принцип действия следящих измерителей

Следящий измеритель какого-либо параметра сигнала является замкнутой автоматической системой управления. Принцип действия этой системы можно пояснить по структурной схеме рис. 1а. Измеритель содержит дискриминатор (различитель), экстраполятор (устройство управления) и синтезатор (исполнительное устройство) /И/. В дискриминаторе производится сравнение параметров τ сигнала $U(t, \tau)$ с оценкой этого параметра $\hat{\tau}$, вырабатываемой внутри системы. При отклонении оценки $\hat{\tau}$ от измеряемого параметра τ на выходе дискриминатора возникает сигнал рассогласования ΔU , пропорциональный рассогласованию $\Delta \tau = \hat{\tau} - \tau$. Для обеспечения фиксации знака рассогласования характеристика дискриминатора (зависимость ΔU от $\Delta \tau$) выбирается нечетной функцией $\Delta \tau$ (рис. 2). В качестве дискриминатора могут использоваться различные устройства сравнения сигналов (вычитатели, логические схемы, фазовые детекторы и т.п.), в состав дискриминатора могут входить корреляторы, фильтры.

Экстраполятор создает эквивалент (аналог) оценки измеряемого параметра $U(\hat{\tau})$, осуществляет сглаживание случайных флуктуаций параметра и обеспечивает динамические характеристики следящей системы. Чтобы в установившемся режиме ($\Delta U = 0$) существовал ненулевой сигнал $U(\hat{\tau})$, а в переходном режиме ($\Delta U \neq 0$) он изменялся с изменением ΔU , экстраполятор должен быть интегрирующим устройством /И/. Практически применяются одно- или двукратное интегрирование. Соответственно различают следящие измерители с астатизмом первого и второго порядка. В СНД в основном используются электронные и цифровые интеграторы.

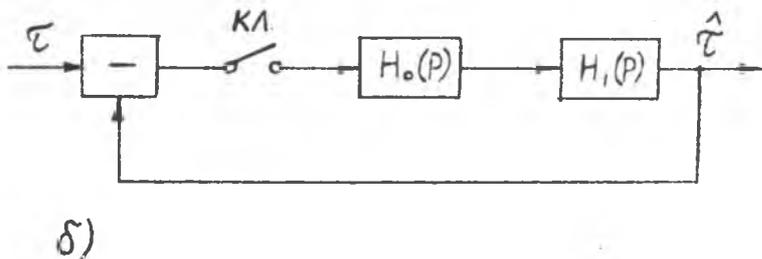
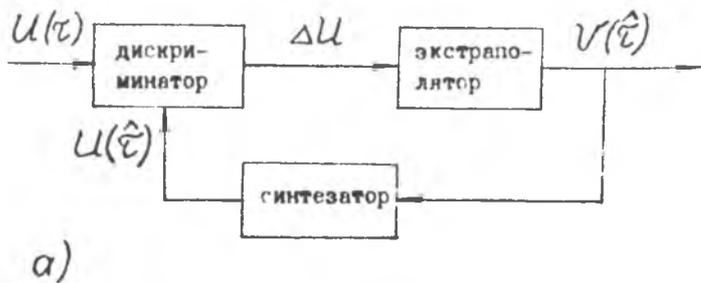


Рис. 1. Структурные схемы следящего измерителя.

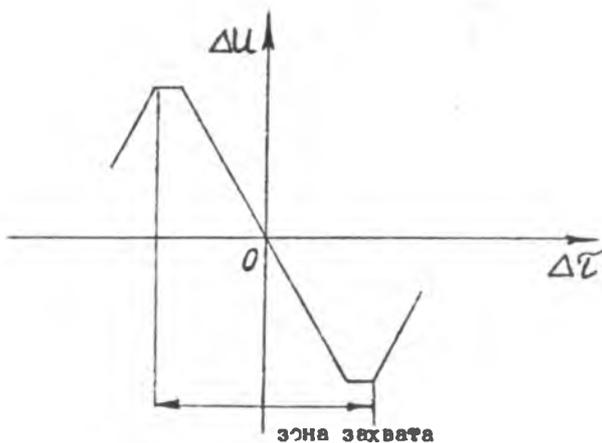


Рис. 2. Дискриминационная характеристика следящего измерителя.

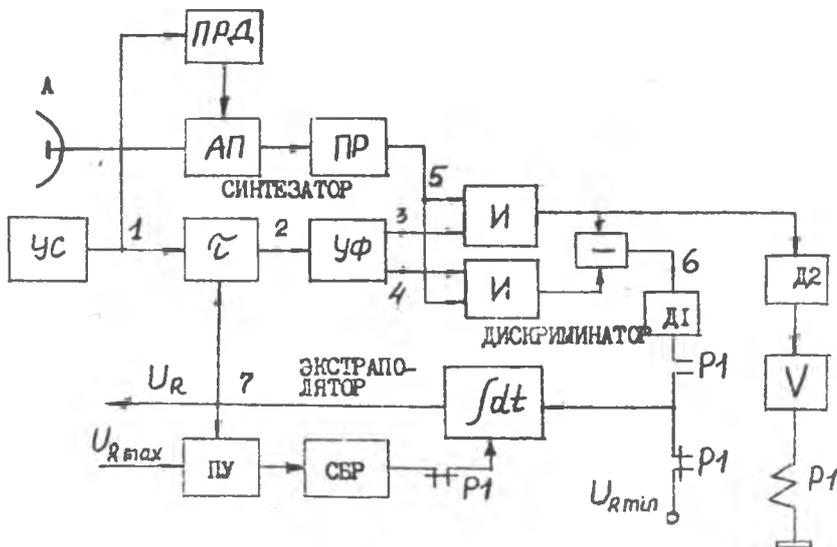


Рис. 3. Структурная схема импульсного дальномера.

Синтезатор выполняет функцию преобразования выходного сигнала экстраполятора $V(i)$ в сигнал $U(i)$, подаваемый на дискриминатор для сравнения с сигналом $U(i)$.

1.2. Принцип построения и структурная схема импульсного СИД.

Структурная схема импульсного следящего дальномера представлена на рис.3. Она содержит: устройство синхронизации УС, передатчик ПРД, через антенный переключатель АП подключенный к антенне А, приемник ПР, синтезатор, состоящий из схемы регулируемой временной задержки T и устройства формирования следящих импульсов УФ, дискриминатор, состоящий из двух схем совпадения И₁ и устройства вычитания и пикового детектора Д1, экстраполятор-интегратор, схему поиска, состоящую из схемы совпадения И (одна из вышеуказанных схем), пикового детектора Д2, усилителя, реле захвата Р1, порогового устройства ПУ и генератора импульсов сброса СБР.

Дальномер имеет два режима работы: режим поиска и режим автосопровождения. Работа дальномера происходит следующим образом.

Устройство синхронизации УС генерирует импульсы синхронизации I (рис.4) с периодом повторения T_p . Эти импульсы синхронизируют передатчик ПРД, а также поступают на синтезатор, на выходе которого формируются следящие импульсы 3, 4 (рис.4), примыкающие друг к другу, длительность которых определяется требуемой формой дискриминационной характеристики, и задержанные относительно синхроимпульса I на время, определяемое напряжением U_R интегратора.

Следящие импульсы 3, 4 поступают на схемы совпадения И, на другие входы которых подается сигнал 5 с приемника ПР.

При отсутствии сигнала цели схема работает в режиме поиска: сигналы на выходе схем совпадения отсутствуют, реле Р1 обесточено, вход интегратора подключен к постоянному напряжению U_{Rmin} , обеспечивающему нарастание напряжения U_R на его выходе. При достижении U_R напряжения максимальной дальности U_{Rmax} срабатывает пороговое устройство ПУ и интегратор переводится в положение, соответствующее минимальной дальности. Далее процесс нарастания и спада U_R повторяется, при этом следящие импульсы перемещаются по временной оси - происходит поиск импульса цели. При появлении импульса цели в зоне поиска и совпадении его со следящим импульсом 3 срабатывает реле захвата Р1, интегратор отключается от схемы сброса, а вход его подключается к дискриминатору. Схема переходит в режим автосопровождения.

В дискриминаторе осуществляется сравнение временного положения импульса цели 5 и следящих импульсов 3, 4. При совпадении медианы им-

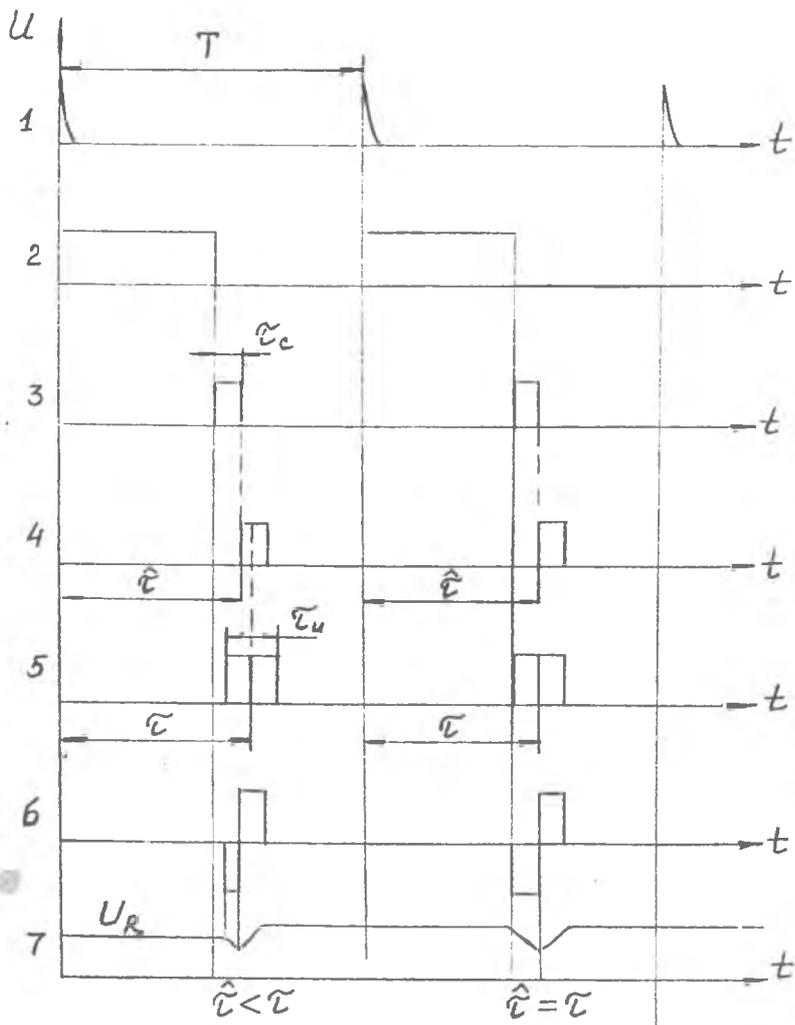


Рис. 4. Эпюры напряжений в контрольных точках схемы дальномера, рис. 2.

пульса цели с серединой "ворот" из следящих импульсов ($\hat{t} = \tau$) средней напряженности на выходе дискриминатора ΔU равно нулю и выходное напряжение интегратора не изменяется. При смещении импульса цели относительно середины "ворот" в ту или другую сторону возникает напряжение рассогласования ΔU на выходе дискриминатора, которое изменяет напряжение на выходе интегратора в сторону уменьшения рассогласования. Таким образом, середина "ворот" из следящих импульсов постоянно следует за медианой импульса цели. С точки зрения теории оценок здесь реализуется оптимальный метод измерения дальности - метод медианы, тем самым достигается точность измерения, близкая к потенциальной. Задержка следящих импульсов является оценкой \hat{t} задержки τ импульса цели, а напряжение U_R - аналогом измеряемой дальности.

1.3. Свойства импульсного СИД.

Изучаемый СИД является импульсной (дискретной) системой управления. Такую систему можно представить в виде структурной схемы рис. 1б. Схема содержит устройство сравнения -, ключ К1, запоминающее устройство с передаточной функцией $H_0(p)$ (в схеме рис. 3 роль запоминающего устройства выполняет пиковый детектор Д1) и звено с передаточной функцией $H_1(p)$, являющееся произведением передаточных функций дискриминатора, экстраполятора и синтезатора.

Ключ К1 периодически (с периодом T следования зондирующих импульсов) замыкается на короткое время, определяемое длительностью совпадения импульса цели и следящих импульсов, полученный сигнал рассогласования (длительность его значительно меньше периода T) фиксируется запоминающим устройством и далее обрабатывается звеном $H_1(p)$ до следующего момента сравнения.

Передаточные функции системы имеют следующий вид:

- для разомкнутой системы:

$$H(p) = H_0(p) \cdot H_1(p)$$

- для замкнутой системы

$$\Phi(p) = \frac{H(p)}{1 + H(p)}$$

где $H_0(p)$ можно записать следующим образом [3]:

$$H_0(p) = \frac{1 - e^{-pT}}{p} \quad (1)$$

Для исследования дискретных систем обычно используется метод Z -преобразования [3]. Z - преобразование функции $H(p)$ с учетом (1) имеет следующий вид:

$$H(z) = Z[H(p)] = \frac{z-1}{z} Z\left[\frac{H(p)}{p}\right] \quad (2)$$

и определяется функцией $H_1(p)$.

Рассмотрим систему с одним интегратором, при этом не будем учитывать инерционные свойства дискриминатора и синтезатора:

$$H_1(p) = \frac{K}{p}$$

Подставляя это выражение в (2) получим следующее выражение для разомкнутой системы:

$$H(z) = \frac{z-1}{z} \cdot \frac{KTz}{(z-1)^2} = \frac{KT}{z-1}$$

и для замкнутой системы:

$$\varphi(z) = \frac{H(z)}{1+H(z)} = \frac{KT}{z-1+KT} \quad (3)$$

Из теории дискретных систем управления известно, что система устойчива, если значения полюсов выражения (3) не выходят за область единичного круга Z -плоскости:

$$-1 < KT - 1 < 1, \quad 0 < KT < 2 \quad (4)$$

Неравенства (4) позволяют выбрать коэффициент передачи K интегратора из условия устойчивости. Быстродействие системы определяется длительностью переходных процессов. Для следящей системы с одним интегратором при $KT = 1$ имеем максимальное быстродействие: система устанавливается за один период T . При $KT < 1$ характер переходного процесса апериодический, при $1 < KT < 2$ - колебательный затухающий, при $KT > 2$ - колебательный незатухающий, система неустойчива.

Для системы с двумя интеграторами имеем следующие выражения:

$$\begin{aligned} H_1(p) &= \frac{K_1}{p^2} + \frac{K_2}{p} \\ H(z) &= \frac{m_1(z+1) + m_2(z-1)}{(z-1)^2} \\ \varphi(z) &= \frac{m_1(z+1) + m_2(z-1)}{z^2 - (2 - m_1 - m_2)z + (1 + m_1 - m_2)} \end{aligned} \quad (5)$$

$$m_1 = \frac{\kappa_1 T^2}{\alpha}, \quad m_2 = \kappa_2 T.$$

где

Из анализа выражения (5) получаем следующие условия устойчивости системы с двумя интеграторами:

$$0 < m_1 < 2; \quad 0 < m_2 < 2; \quad m_1 < m_2.$$

Вопрос о быстродействии этой системы требует специального исследования и здесь не рассматривается.

Как система управления СИД может иметь погрешность, вызванную динамикой цели. Эта "динамическая" погрешность для установившегося режима системы определяется следующим образом:

$$\varepsilon(z) = \sum_{k=0}^n C_k \varepsilon_0^{(k)}$$

где n - число членов суммы, определяемое количеством составляющих движения цели, C_k - коэффициенты, зависящие от вида $H(z)$, $\varepsilon_0^{(k)}$ - составляющие движения цели (положение, скорость, ускорение и т.п.).

Первые три коэффициента C_k определяются выражениями:

$$C_0 = \frac{1}{1 + \lim_{z \rightarrow 0} H(z)}; \quad C_1 = \frac{1}{\lim_{z \rightarrow 0} \frac{z-1}{T} H(z)}; \quad C_2 = \frac{1}{\lim_{z \rightarrow 0} \frac{(z-1)^2}{T^2} H(z)}.$$

Если система имеет один интегратор:

$$H(z) = \frac{\kappa T}{z-1}, \quad \text{то } C_0 = 0, \quad C_1 = \frac{1}{\kappa}, \quad C_2 = \infty,$$

при двух составляющих движения цели система устойчива и имеет погрешность по скорости $\varepsilon_1 = \frac{\varepsilon_0^1}{\kappa}$.

Значение $C_2 = \infty$ означает, что, если цель имеет ускорение, то погрешность нарастает со временем и система неустойчива.

Для системы с двумя интеграторами:

$$H(z) = \frac{m_1(z+1) + m_2(z-1)}{(z-1)^2}, \quad \text{имеем следующее:}$$

$$C_0 = 0, \quad C_1 = 0, \quad C_2 = \frac{2T}{\kappa T + 2\kappa_2}.$$

Это значит, что при трех составляющих движения цели система с двумя интеграторами сохраняет устойчивость и имеет погрешность только по ускорению:

$$\varepsilon_2 = \frac{2\Gamma}{k_1 T + 2k_2} \varepsilon_0''$$

Флуктуационная погрешность, вызванная шумами на входе системы, для дискретной системы определяется также как и для непрерывной, с использованием передаточной функции $\varphi(p)$ при замене оператора p на $j\omega$:

$$\sigma_{\varepsilon}^2 = \frac{N_0 \Delta F}{[G'(0)]^2}, \quad (6)$$

где N_0 - спектральная плотность шума,

$G'(0)$ - производная дискриминационной характеристики в точке ,

ΔF - эффективная полоса пропускания следящей системы, определяемая по формуле:

$$\Delta F = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} |\varphi(j\omega)|^2 d\omega.$$

2. ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

В качестве лабораторной установки используется аппаратура самолетной станции РП-9А (дальномерный блок) и макет имитатора цели.

Назначение дальномера

Дальномер РП-9а предназначен для поиска, обнаружения цели и непрерывного измерения ее дальности и скорости в режиме автоматического сопровождения по дальности. Кроме того он формирует селекторные импульсы для стробирования приемника.

Тактико - технические характеристики дальномера

1. Дальность действия	25 км.
2. Диапазон поиска начальный	10-25 км.
3. Диапазон поиска при потере цели в режиме автосопровождения	3 км.
4. Длительность импульса цели	1 мкс.
5. Погрешность измерения дальности	3 %
6. Память дальномера	0,3 с.
7. Время поиска - захвата	0,6 с.

Состав лабораторной установки

В состав лабораторной установки входят следующие блоки:

1. Дальномер, состоящий из трех субблоков:

- МД (модулятор дальности),
- ОД (отработка дальности),
- ПД (поиск дальности).

2. Имитатор цели.

3. Генератор шума.

4. Осциллограф.

Схема взаимодействия блоков установки представлена на рис.5. Все они (кроме осциллографа) смонтированы в одном корпусе.

2.1. Функциональная схема лабораторной установки.

Функциональная схема установки представлена на рис.5. Она содержит имитатор цели, генератор шума ГШ и блоки дальномера: МД, состоящий из генератора пилообразного напряжения ПП, порогового устройства ПУ и устройства формирования УФ следящих импульсов ИВ, ИП, 2ИВ; ОД, состоящий из двух схем совпадения И, балансного пикового детектора Д1, двух интеграторов (экстраполятор), пикового детектора Д2, усилителя и реле захвата Р1; ПД, функциональная схема которого представлена на рис.6.

Работа схемы в режиме автосопровождения (Р1 - включено) рассмотрена выше. Наличие двух интеграторов позволяет уменьшить погрешность сопровождения движущейся цели и измерить ее скорость. Генератор шума введен для имитации помехи и оценки флуктуационной погрешности. Тумблеры: Т1 - включает импульс цели, Т2 - подает на схему шум, Т3 - размыкает и замыкает контур следящей системы. Кнопка ЗД служит для запуска дальномера после включения сети и выхода из режима захвата цели. Тумблер Т4 при его замыкании переводит 2-ой интегратор в усилительный режим, при этом все следуете дальномер с одним интегратором. На схеме указаны контрольные точки, выводимые на И и П (в скобках) каналы осциллографа.

2.2. Блок поиска дальности ПД.

Блок ПД предназначен для организации режимов поиска цели (два режима) и формирование импульсов селекции. Он содержит (рис.6): пороговое устройство ПУ, мультивибратор МВ, 2 схемы совпадения, тригер Т₁ сброса интегратора, тригер Т₂ включения реле Р2, запоминающее устройство - емкость С и детектор напряжения R1-R2, создающий напряжение U_{к-з} эквивалентное дальности R - 3 км. Кнопка ЗД используется для начальной установки триггеров Т₁ и Т₂.

С помощью порогового устройства ПУ и мультивибратора МВ под дей-

ствием напряжения пилы создаются два импульса, определяющие границы зоны поиска и поступающие на схемы совпадения И. Зона поиска определяется значением порога и длительностью импульса мультивибратора и составляет 60-160 мкс (10-25 км).

При включении дальномера (тумблер СЕТЬ) и нажатии кнопки ЗД реле Р1 и Р2 обесточены, первый интегратор находится в состоянии, при котором напряжение на выходе второго интегратора U_R растет. С ростом U_R следящие импульсы и импульс поиска ИП, соответствующий середине "ворот" перемещаются вправо по оси времени. При совпадении импульса ИП с импульсом верхней границы зоны триггер Т1 опрокидывается в единичное состояние, сбрасывая интегратор в положение минимального U_R , импульс поиска сравнивается с импульсом нижней границы зоны, триггер возвращается в начальное положение и процесс поиска повторяется. При этом следящие импульсы И1В, 2ИВ, ИП перемещаются по временной оси медленно вправо и быстро влево. При появлении импульса цели в зоне поиска происходит захват цели - срабатывает реле Р1 (рис.5) и дальномер переходит в режим автосопровождения. При этом включается в работу первый интегратор, на выход ИМП. СЕЛЕКЦИИ подается короткий импульс ИП и отключается широкий импульс мультивибратора; емкость С подключается к напряжению, соответствующему текущей дальности $R - 3$ км.; подготавливается схема включения реле Р2. При уменьшении расстояния R до 10 км импульс поиска ИП совпадает с импульсом нижней границы зоны (10 км) и вызывает включение реле Р2. При этом напряжение U_{10} (соответствующее 10 км) отключается от порогового устройства и к нему подключается напряжение U_{R-3} с делителя R1-R2, а постоянная времени мультивибратора уменьшается до 40 мкс (6 км). Теперь, где бы ни находился импульс цели в процессе автосопровождения, при потере его (сброс цели) схема переходит во второй режим поиска в границах текущей дальности цели $R - 3$ км. Память текущей дальности обусловлена наличием емкости С (отключенной от делителя) и составляет приблизительно 3с. Переход из этого режима поиска в начальный (10-25 км) осуществляется с помощью кнопки ЗД.

2.3. Имитатор цели.

Имитатор цели предназначен для синхронизации дальномера, формирования импульса цели с регулируемой задержкой по дальности, импульсов синхронизации осциллографа, измерения погрешности автосопровождения цели и измерения времени поиска-захвата цели и памяти дальномера.

Функциональная схема имитатора представлена на рис.7. Она содер-

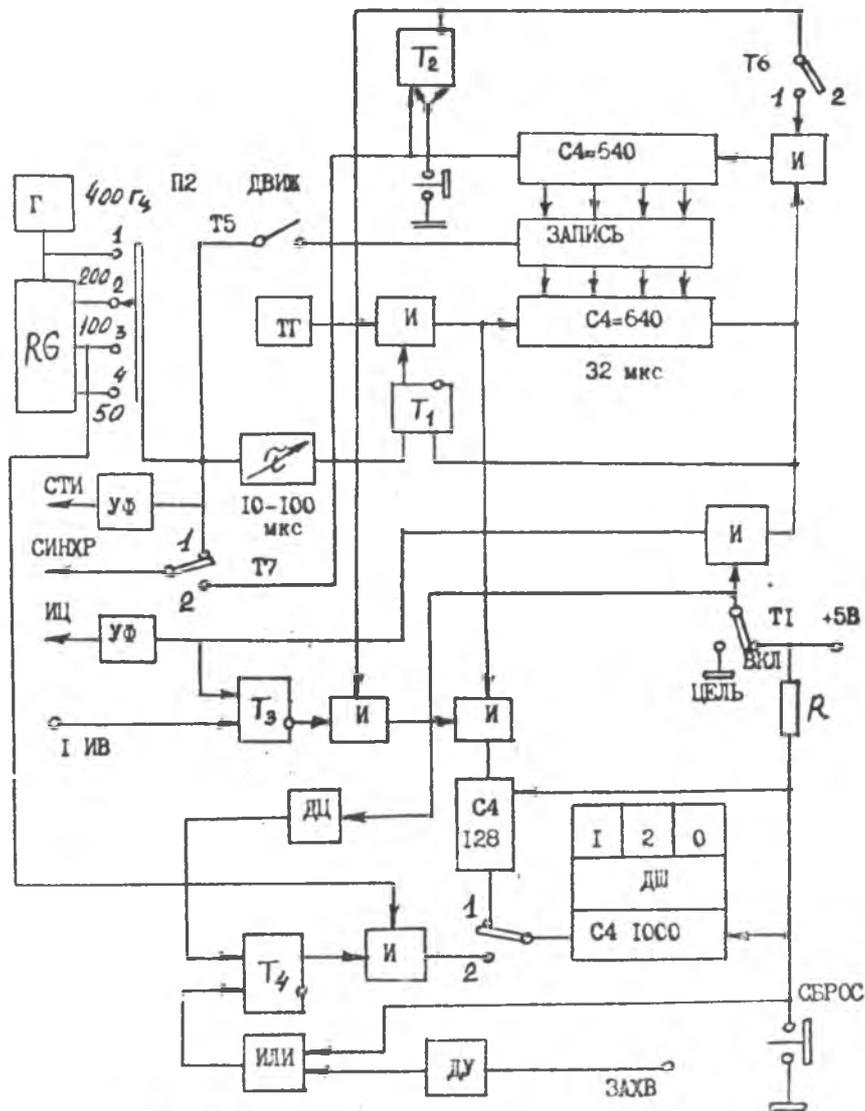


Рис.7

Функциональная схема имитатора

жит : узлы формирования импульсов синхронизации и импульса цели : генератор Г, переключаемый регистр RG , схему регулируемой временной задержки τ , тактовый генератор ТГ, 2 счетчика емкостью $N = 640$, устройство записи, тригер T_1 , логические схемы И и устройства формирования импульсов УФ; узлы измерения погрешности автосопровождения: триггеры T_2 и T_3 , 2 счетчика емкостью $N = 128$ и $N = 1000$, дешифратор ДШ и индикатор на три десятичных разряда; узлы измерения времени поиска-захвата и памяти: дифференцирующие цепочки ДУ (реагирующие на положительные и отрицательные фронты), тригер T_4 , логические схемы, счетчик $N = 1000$ с дешифратором ДШ и индикатором.

С помощью переключателя П2 - изменяется скорость движения импульса цели и частота следования зондирующих импульсов. Тумблеры : T_1 - включает-отключает импульс цели, T_5 - включает движение импульса цели, T_6 - (двойной) переключает режим измерения, T_7 - переключает синхронизацию осциллографа (1-быстрая, 2-медленная). Кнопки : СБРОС - обнуляет счетчики и устанавливает тригер T_4 в нулевое состояние, ПУСК-СТОП - запускает цикл измерения, а также включает-выключает движение импульса цели.

Параметры имитатора: частота генератора Г - 400 Гц, регулировка ручной задержки $\tau = 10-100$ мкс (1,5-15 км), частота тактового генератора ТГ с целью более точного измерения погрешности автосопровождения выбрана 20 МГц (дискрет по времени $\Delta t = 0,05$ мкс, по дальности - 7,5 м), область движения цели составляет 32 мкс (4,8 км). Диапазон имитируемых скоростей 3,0; 1,5; 0,75; 0,375 км/с.

С целью повышения точности измерения погрешности автосопровождения производится с усреднением по 640 реализациям. На индикаторе погрешность индицируется в сотых долях мкс. При измерении времен поиска-захвата и памяти индикация производится в сотых долях секунды.

Имитатор может работать в двух режимах : ручной регулировки дальности до цели и имитации движения цели.

Первый режим организуется при отключенных тумблерах T_5 и T_6 . При этом число в быстрый счетчик $N = 640$ не записывается, он считает всегда до обнуления, регулировка дальности осуществляется изменением времени задержки в ручную в пределах 42 ± 132 мкс (6,3 ± 19,8 км).

Режим движения импульса цели организуется при включенном тумблере T_5 (T_6 в положении 2). При этом в быстрый счетчик с каждым стартовым импульсом записывается число из медленного счетчика, который меняет свое содержимое (в сторону уменьшения) от импульса к импульсу, и каждый последующий импульс цели формируется на такт (0,05 мкс) раньше предыдущего. Таким образом имитируется движение цели в пределах 32 мкс.

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.

3.1. Включение установки и наблюдение режима поиска цели.

Включение установки производится только с разрешения преподавателя.

Перед включением установить положение : тумблеров Т1, Т2 - ОТКЛ, Т3 - ЗАМКН, Т4 - ЗИПГ, Т5 - ОТКЛ, Т6 - 2, Т7 - 1, переключателей П1-1, П2-1. Включить установку тумблером СЕТЬ. Запустить дальномер кнопкой ЗД.

Наблюдать на экране осциллографа импульс пилы в режиме поиска. Зарисовать в двух крайних положениях. Установить П1 в положение 2. Наблюдать и зарисовать следящие импульсы в двух крайних положениях. Определить диапазон поиска в мкс. и км. Сравнить с паспортными данными.

3.2. Исследование режима автосопровождения при ручном режиме регулировки дальности.

Включить импульс цели : Т1 - в положение ВКЛ, П1-2. Ручкой ДАЛЬНОСТЬ установить импульс цели в зону поиска, наблюдать захват цели: остановка следящих импульсов, установление U_R , загорание лампочки ЗАХВАТ. Регулировкой дальности в пределах зоны поиска снять зависимость $U_R(\tau)$. Построить графики $U_R(\tau)$, $U_R(R)$. Установить задержку импульса цели менее 60 мкс (10 км). Отключить импульс цели. Наблюдать второй режим поиска. Зарисовать следящие импульсы в двух крайних положениях. Включить импульс цели, установить задержку более 60 мкс (10 км). Отключить импульс цели. Зарисовать следящие импульсы в двух крайних положениях. Сравнить с режимом поиска по п.3.1. и объяснить получение результата. Определить диапазон поиска и сравнить с паспортными данными. Нажатием кнопки ЗД вернуть в начальный режим поиска.

3.3. Измерение времени поиска-захвата и памяти.

Произвести захват цели по п.3.2.

Нажать кнопку СБРОС. Отключить импульс цели. Записать показания индикатора (время памяти). Нажать кнопку СБРОС. Включить импульс цели. Записать показания индикатора (время поиска-захвата). Сравнить с паспортными данными.

3.4. Исследование режима автосопровождения при движении цели.

Произвести захват цели по п.3.2.

Установить импульс цели на максимальную дальность ручкой ДАЛЬНОСТЬ. Включить тумблер Т5. Наблюдать сопровождение цели при ее движении. При различных положениях П2 отметить показания прибора U_R^* . Дать анализ результатов.

3.5. Измерение погрешности автосопровождения при двух интеграторах.

Произвести захват цели по п.3.2. Установить импульс цели на максимальную дальность. Т6 - в положение 1, П2 - в положение, указанное преподавателем. Нажать кнопку СБРОС. Нажать кнопку ПУСК. Отметить показания индикатора ΔC_1 . Включить движение цели тумблером Т5. Нажать кнопку СБРОС. Нажать кнопку ПУСК. Отметить показания индикатора ΔC_2 . Определить погрешность автосопровождения за счет движения цели $\Delta C = \Delta C_2 - \Delta C_1$. Повторить измерение при другом положении П2.

3.6. Измерение погрешности автосопровождения при одном интеграторе.

Произвести захват цели по п.3.2. Установить импульс цели на дальность 10 км (60 мкс). Тумблер Т4 установить в положение ИИП. Произвести измерение погрешности по п.3.5. в тех же двух положениях П2. Сравнить полученные результаты с результатами по п.3.5.

3.7. Наблюдение дискриминационной характеристики дальномера.

Разомкнуть следящую систему, Т3 - РАЗОМКН. При этом следящие импульсы устанавливаются на дальность порядка 10 км (60 мкс). Установить положение : П2 - 1, Т6 - 2, П1 - 2, Т5 - ВКЛ, Т7 - 1. Установить ручкой ДАЛЬНОСТЬ верхнюю границу движения импульса цели на 5-10 мкс дальше следящих импульсов. Установить Т7 в положение 2 (медленная развертка), П1-3. Подбором времени развертки осциллографа в пределах 0,5-1 с получить на экране дискриминационную характеристику. Зарисовать, определить зону захвата и крутизку, используя коэффициент пересчета $k = \frac{22}{1,6} = 20 \frac{\text{мкс}}{\text{с}}$ (импульс цели при движении пробегает зону 32 мкс за 1,6 с).

3.8. Измерение погрешности автосопровождения вследствие влияния шума.

Установить П1 в положение 4.

Повторить пункт 3.5. без включения движения цели, но при включенном Т2 (шум) и при 3 значениях уровня шума (среднее значение шума $\bar{U}_{ш}$ оценить по осциллографу). Построить зависимость $\Delta C(U_{ш})$. Сравнить с результатами по п.3.5.

3.9. Выключение установки.

Выключение установки производится после выполнения программы работы и проверены результаты преподавателем.

Тумблером СЕТЬ отключить установку. Убрать рабочее место и сдать установку лаборанту.

4. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА.

1. Функциональная схема дальномера (рис.6.)
2. Осциллограммы сигналов по п.3.1. в контрольных точках 1 и 2. Диапазон поиска $\Delta E_n, \Delta R_n$.
3. Графики зависимостей $U_R(c), U_R(R)$, осциллограммы сигналов в т.2, диапазоны поиска $\Delta E_n, \Delta R_n$ по п.3.2.
4. Результаты измерения времен поиска-захвата и памяти по п.3.3.
5. Зависимость $U_V(V)$ по п.3.4.
6. Погрешности автосопровождения ΔE для двух скоростей по п.3.5.
7. Погрешности автосопровождения ΔE для двух скоростей по п.3.6.
8. Дискриминационная характеристика дальномера $\Delta U_f(f_c)$ с указанием характерных точек и зоны захвата по п.3.7.
9. Зависимость погрешности автосопровождения от уровня среднего значения шума $\Delta E(U_{ш})$ по п.3.8.
10. Выводы по работе : анализ результатов, сравнение их между собой и с паспортными данными, обсуждение результатов.

Контрольные вопросы

1. Назначение и принцип действия СИД.
2. Свойства дальномера как следящей системы.
3. Чем определяется быстродействие СИД.
4. "динамическая" погрешность.
5. флуктуационная погрешность.
6. Что такое коэффициент передачи СИД, какие элементы схемы определяют его величину.
7. Какие элементы схемы определяют память СИД по дальности, по скорости
8. Чем определяется время памяти СИД.
9. Отличие между двумя режимами поиска в изучаемом СИД.
10. Рассказать о методе измерения погрешности автосопровождения, примененном в данной работе.
11. Рассказать о методе измерения времен поиска-захвата и памяти, примененном в данной работе.

Литература для подготовки

1. Теоретические основы радиолокации. Под ред. В.Е. Дулевича. -М: Сов. радио, 1978. -с.321-337.
2. Пестряков В.Б., Кузнецов В.Д. Радиотехнические системы. -М: Радио и связь, 1985. -с.246-250.