

Министерство высшего и среднего специального
образования РСФСР

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

ИССЛЕДОВАНИЕ ЧАСТОТНОГО РАДИОВЫСОТОМЕРА

У т в е р ж д е н о
редакционно-издательским
советом института
в качестве
методических указаний
к лабораторной работе
для студентов

Методические указания предназначены для изучения на лабораторных занятиях принципа действия и особенностей частотных радиовысотомеров; рассчитаны для студентов спец. 0701, но также могут быть полезны для студентов других специальностей.

Составители: В.Я. Г р о м ч е в, А.И. М а х о в

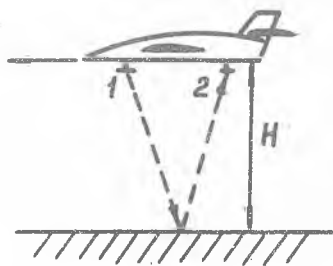
Рецензенты: Н.Е. С а б у р о в, Ю.И. С п е с и в ц е в

Ц е л ь р а б о т ы - изучение частотного метода измерения дальности, изучение принципа действия, устройства и основных свойств радиовысотомера РВ-5.

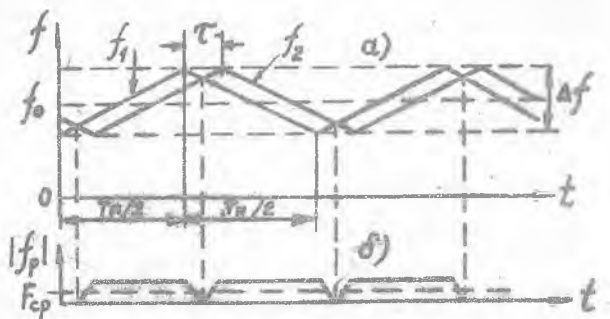
НАЗНАЧЕНИЕ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ЧАСТОТНОГО РАДИОВЫСОТОМЕРА

Радиовысотомер малых высот РВ-5 предназначен для измерения высоты полета летательного аппарата над подстилающей поверхностью (рис. 1) и представляет собой автономную навигационную РЛС. В радиовысотомере используется частотный метод измерения дальности.

Частотный метод реализуется при непрерывном частотно-модулированном зондирующем сигнале. Закон модуляции может быть произвольным. В РВ-5 используется линейная частотная модуляция по симметричному пилообразному закону (рис. 2,а). Закон частотной модуляции отраженного сигнала повторяет закон модуляции зондирующего, однако запаздывает относительно него на время распространения электромагнитной волны до цели (подстилающей поверхности) и обратно. Благодаря этому запаздыванию, частоты зондирующего и отраженного сигнала разные, причем, разность частот (рис. 2,б) оказывается пропорциональной дальности (высоте H). Измерив разностную частоту, можно получить значение дальности (высоты H): $f_1 = f_0 + \alpha t$.



Р и с. 1. Принцип измерения высоты: 1 - передающая, 2 - приемная антенны



Р и с. 2. Изменения частоты сигналов высотомера

где f_1 - частота зондирующего сигнала;

f_0 - несущая частота;

α - коэффициент, определяющий скорость изменения частоты.

Для частоты отраженного сигнала запишем

$$f_2 = f_0 + \alpha(t - \tau) = f_0 + \alpha\left(t - \frac{2H}{C}\right),$$

где τ - время распространения сигнала до цели и обратно (задержка сигнала);

C - скорость света.

Для разностной частоты имеем выражение

$$f_p = f_1 - f_2 = \alpha \frac{2H}{C}.$$

Из рис. 2 следует, что $\alpha = \frac{2\Delta f}{T_M} = 2\Delta f \cdot F_M$, где Δf - девиация частоты, T_M и F_M - период и частота модуляции соответственно.

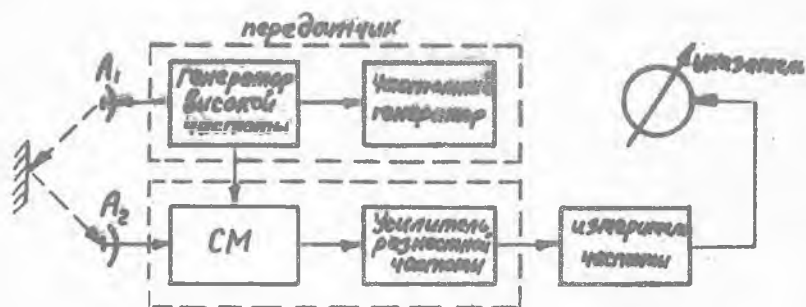
Получаем

$$H = \frac{C}{4\Delta f F_M} f_p = K f_p, \quad (I)$$

где $K = \frac{C}{4\Delta f F_M}$ - постоянная радиовысотомера.

Соотношение (I) является основным для частотного радиовысотомера.

Простейший частотный радиовысотомер несledящего типа может быть реализован согласно структурной схеме, приведенной на рис. 3. Такое устройство работает следующим образом. Передатчик высотомера через передающую антенну А1 излучает частотно-модулирующий (ЧМ) зондирующий сигнал. Малая часть мощности этого сигнала подается в приемник в качестве опорного сигнала. Отраженный сигнал улавливается приемной антенной А2 и поступает на вход приемника. В смесителе СМ приняты и опорный сигналы перемножаются, образуя сигнал разностной частоты. После усиления и фильтрации этот сигнал поступает на вход измерителя частоты. Измеритель частоты может работать либо на индикатор (указатель высоты), либо выдавать некоторый приборный аналог высоты (ток, напряжение, цифровой код).



Р и с. 3. Структурная схема частотного радиовысотомера

Рассмотрим основные погрешности частотных высотомеров.

Вследствие периодического характера модуляции зондирующего сигнала частота биений кратна частоте модуляции F_M . Следовательно, измерение высоты возможно лишь в дискретных точках. Погрешность дискретизации можно определить из формулы (1), положив $f_p = n F_M$,

$$\Delta H_1 = \frac{c}{4 \Delta f} \quad (2)$$

Как видно из выражения (2), указанную погрешность можно уменьшить, увеличивая девиацию частоты Δf .

Из рис. 2 следует, что частота биений f_p не постоянна во времени.

Измеритель оценивает некоторую среднюю частоту, отличающуюся от истинной (максимальной на рис. 2), $f_{cp} = |f_p| \left(1 - \frac{\tau}{2T_M}\right)$.

Погрешность измерения высоты от непостоянства частоты биений за время измерения определяется следующим выражением:

$$\Delta H_2 = K f_D \frac{\tau}{2 T_M}$$

Уменьшение этой погрешности достигается ограничением диапазона измеряемых высот (уменьшение τ) и увеличением периода модуляции сигнала. Погрешности измерения могут быть вызваны также нестабильностью частоты модуляции, девиации частоты и доплеровским смещением частоты принимаемого сигнала.

К достоинствам частотных радиовысотомеров (дальномеров) можно отнести следующие:

малая мощность излучения;

отсутствие мертвых зон (в отличие от импульсных систем), что позволяет производить измерения на самых малых высотах;

простота реализации.

Малая точность измерения вследствие погрешностей, указанных выше, и сравнительно широкой полосы пропускания приемника (повышенная флуктуационная погрешность) относится к недостаткам частотного радиовысотомера.

ОСНОВНЫЕ ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАДИОВЫСОТОМЕРА РВ-5

Диапазон измеряемых высот	0 ... 750 м
Погрешности измерения высоты не более	
на высотах 0 - 10 м	$\pm 0,6$ м
10 - 750 м	$\pm 6\%$
Диапазон частот передатчика	4200 ... 4400 мГц
Частота модуляции	150 Гц
Полоса модуляции	100 мГц
Выходная мощность передатчика	0,4 Вт
Потребляемая мощность от сети:	
115 В, 400 Гц	100 ВА
+27 В	10 Вт
Масса комплекта (без кабелей)	10,5 кг

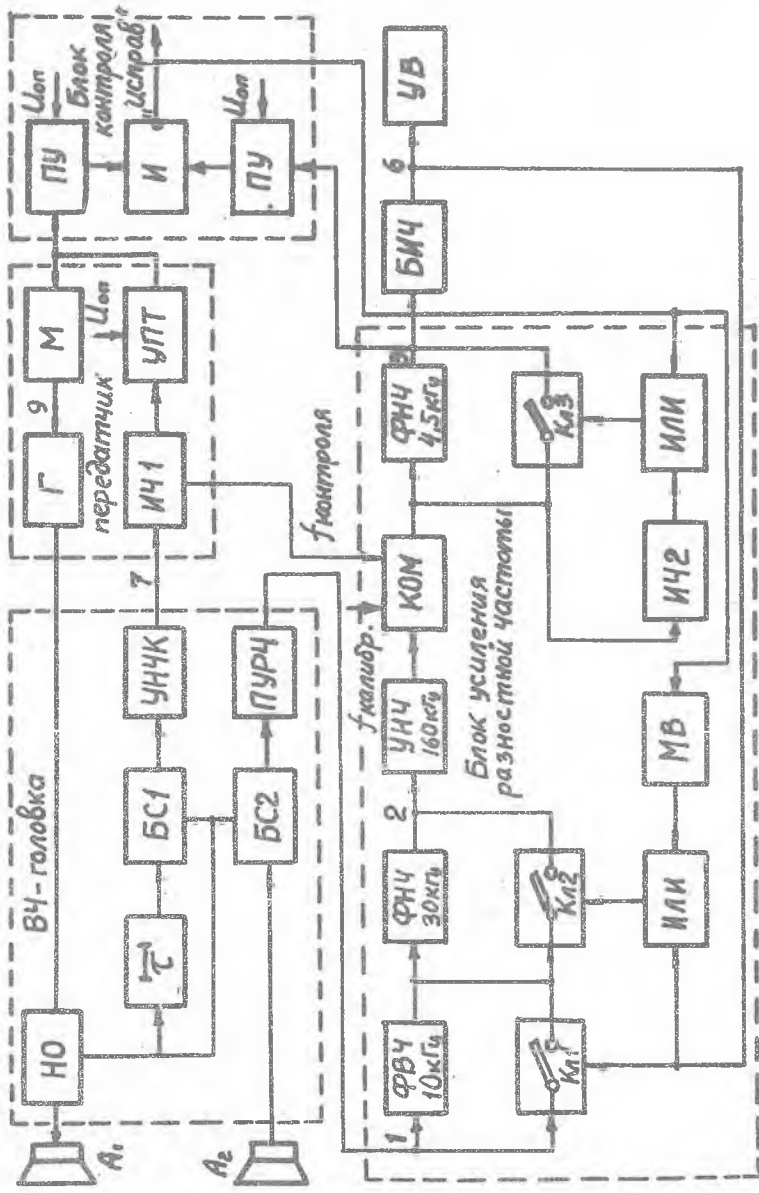
Принцип действия радиовысотомера РВ-5 в общем соответствует принципу действия простейшего устройства, рассмотренного выше. В РВ-5 приняты схемные решения, направленные на повышение его точности и надежности, что, естественно, привело к усложнению системы. Основные особенности построения радиовысотомера РВ-5 состоят в следующем.

1. В высотомер введен канал автоматической подстройки постоянной K радиовысотомера. Этот канал устраняет погрешность измерения, возникающую вследствие случайных изменений параметров высотомера (дрейфа частоты Δf , частоты модуляции f_m).

2. Рабочий диапазон частот основного приемного канала разбит на несколько поддиапазонов. В зависимости от текущего значения частоты биений автоматически изменяется частотная характеристика приемного тракта. Таким образом происходит сужение полосы пропускания приемника, что приводит к уменьшению мощности шумов и к соответствующему уменьшению фликтуационной погрешности высотомера.

3. В высотомере имеется устройство встроенного контроля и индикации сигналов работоспособности системы. В аварийном режиме это устройство информирует экипаж летательного аппарата об отказе высотомера. Соответствующий сигнал выдается также при достижении предельно малой высоты полета.

РВ-5 (рис. 4) состоит из следующих основных блоков: передающая А1 и приемная А2 антенны, ВЧ-тракт, передатчик, блок усиления разностной частоты, блок измерения частоты (БИЧ), указатель высоты (УВ), блок контроля. Генератор (Г) магнетронного типа (митрон) с электронной перестройкой частоты создает модулированные (модулятором М) по частоте СВЧ-колебания со средней частотой 4300 мГц. Эти колебания через рупорную антенну А1 излучаются в направлении земной поверхности. Часть мощности передатчика с помощью направленного ответвителя (НО) отбирается в приемник в качестве гетеродинного сигнала. Отраженный от земной поверхности сигнал принимается антенной А2 и поступает на вход балансного смесителя БС2, на другой вход которого подается гетеродинный сигнал. Сигнал разностной частоты с выхода смесителя поступает на предварительный усилитель разностной частоты (ПУРЧ), а затем - в блок усиления разностной частоты (УРЧ). По мере увеличения высоты полета летательного аппарата (увеличение частоты биений) интенсивность отраженного от земли сигнала падает. Для компенсации этого ослабления эхо-сигнала амплитудно-частотная характеристика ПУРЧ имеет подъем около 6 дБ на октаву (6 дБ/20 дБ).



Р и с. 4. Функциональная схема радиовысотомера РВ-5

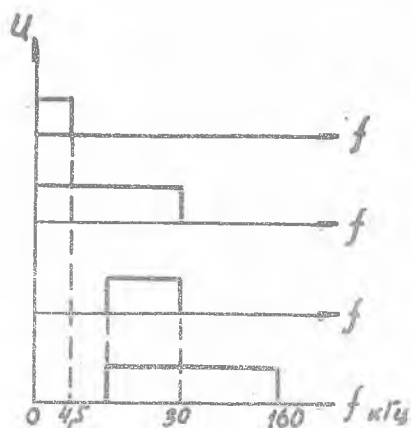
В блоке УРЧ осуществляется фильтрация полезного сигнала с целью подавления шумов и паразитных сигналов. Для этого в схему УРЧ включены четыре фильтра, три из которых переключаются с помощью ключей-компараторов КЛ-1, КЛ-2, КЛ-3, срабатывающих при определенном уровне управляющего напряжения.

ФНЧ с частотой среза 160 кГц (непереключаемый) ограничивает рабочую полосу УНЧ в области высоких частот. При полете ЛА на самых низких высотах (до 20-30 м) включен ФНЧ с частотой среза 4,5 кГц (ключи КЛ-1 - замкнут, КЛ-2 - разомкнут).

При полете ЛА на средних высотах (до 150-200 м) включается ФНЧ с частотой среза 30 кГц и выключается ФНЧ с частотой среза 4,5 кГц (ключи КЛ-2 - разомкнут, КЛ-3 - замкнут), при этом полоса пропускания блока УРЧ становится 30 кГц.

При полете ЛА на высотах более 50-60 м включается ФВЧ с частотой среза 10 кГц (ключ КЛ-1 разомкнут). При этом полоса пропускания блока УРЧ ограничивается в области низких частот, тем самым обеспечивается ослабление паразитных сигналов связи между антеннами и других низкочастотных помех с частотой меньше 10 кГц. Ключи КЛ-1 и КЛ-2 - диодные, КЛ-3 - транзисторный. Управляются эти ключи выходным напряжением блока измерителя частоты БИЧ. Ключ КЛ-3 управляется выходным напряжением отдельного измерителя частоты ИЧ2, подключенного ко входу ФНЧ-4,5 кГц. Ключи срабатывают при достижении управляющим напряжением определенных значений, соответствующих частотам среза фильтров.

Таким образом, в зависимости от текущего значения разностной частоты приемный тракт имеет частотные характеристики четырех видов (рис. 5). Схема коммутации КОМ (см. рис. 4), включенная в блок УРЧ, осуществляет подключение к ФНЧ и далее к БИЧ либо сигнала разностной частоты (режим измерения), либо тест-сигнала частоты контроля (при нажатии кнопки КОНТРОЛЬ на указателе высоты), либо сигнала внешнего генератора (отключение тумблера УРЧ).



Р и с. 5. Частотные характеристики блока УРЧ

Сигнал разностной частоты с выхода блока УРЧ поступает в блок измерения частоты БИЧ, на входе которого формируется постоянное напряжение, пропорциональное разностной частоте (приборный аналог высоты). Это напряжение подается на УВ для индикации значения высоты. Устройство и работа блоков БИЧ и УВ будут рассмотрены ниже.

Мы рассмотрели работу основного приемно-усилительного тракта радиовысотмера. В высотомере предусмотрено два способа управления коммутацией фильтров (ФНЧ-30 кГц и ФНЧ-4,5 кГц) — для нормального режима и при появлении сигнала отказа. Нормальный режим работы был рассмотрен выше. При появлении сигнала отказа (+18 В) с блока контроля ФНЧ-4,5 кГц отключается (КЛ-3 замыкается) и включается мультивибратор (МВ), частота генерации которого составляет 0,5 Гц. Импульсы МВ подаются через схему НПИ на ключ КЛ-2, который периодически включает ФНЧ-30 кГц до тех пор, пока не будет снят сигнал отказа.

Рассмотрим канал автоподстройки постоянной K радиовысотмера. Он состоит из калиброванной линии задержки τ , балансного смесителя БСИ, УНЧК, измерителя частоты ИЧИ и усилителя постоянного тока (УПТ), подключенного к модулятору передатчика. Принцип действия канала автоподстройки заключается в поддержании постоянной частоты биений сигналов: задержанного в эталонной линии задержки с эквивалентом высоты 15 м и гетеродинного, поступающего от передатчика через НО без задержки. Биения образуются в балансном смесителе БСИ, усиливаются в УНЧК и поступают на ИЧИ, который выдает постоянное напряжение, пропорциональное частоте биений. Это напряжение поступает на один из входов дифференциального усилителя постоянного тока УПТ. На второй вход УПТ подается опорное напряжение, величина которого соответствует входному напряжению ИЧИ при номинальном значении постоянной K радиовысотмера. УПТ обрабатывает сигнал ошибки (разность входного напряжения ИЧ2 и опорного напряжения) и управляет размахом пилообразного напряжения модулятора.

Сигнал, поступающий на вход ИЧИ канала автоподстройки, после ограничения в Ч1 используется в качестве тест-сигнала при контроле радиовысотмера.

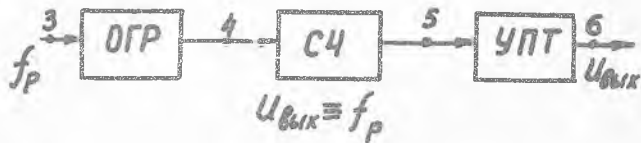
Устройство встроенного контроля работоспособности радиовысотмера осуществляет непрерывный контроль за амплитудой сигнала разностной частоты и сигнала на выходе УПТ автоподстройки. Блок контроля состоит из двух компараторов ПУ и схемы совпадения И (см. рис. 4) Если амплитуда сигнала разностной частоты в приемном канале доста -

точка для нормальной работы РВ, то на схему И (вход 1) поступает высокий уровень сигнала "Г". Аналогично, если значение напряжения УПТ соответствует номинальному значению (близкому к нулю), то на схему И (вход 2) так же подается "Г". В результате на выходе схемы И формируется высокий уровень (+18 В) сигнала исправности, а на выходе схемы ИЕ - низкий уровень (отсутствие сигнала отказа). При несоответствии хотя бы одного из сигналов номинальному в схеме формируются сигналы отказа. При этом стрелка указателя высоты заходит за черный сектор > 750 м.

В радиовысотомере РВ-5 имеется устройство установки, выдачи и индикации ОПАСНОЙ ВЫСОТЫ, которое представляет собой электромеханическое устройство, контакты которого связаны со стрелкой указателя высоты УВ. Индикация опасной высоты осуществляется с помощью сигнальной лампочки и звукового сигнала.

Блок измерения частоты

В блоке измерения частоты (БИЧ) осуществляется измерение разностной частоты сигнала (рис. 6). Блок выдает напряжение, пропорциональное высоте полета ЛА и являющееся приборным аналогом высоты. Блок состоит из ограничителя (ОГР), счетчика частоты (СЧ) и усилителя постоянного тока УПТ. Аналогичную структуру имеют измерители частоты (ИЧ) в канале автоподстройки и в блоке УРЧ. Ограничитель формирует из входного напряжения импульсы прямоугольной формы, соответствующие каждому из полупериодов сигнала (рис. 7,а). Эти импульсы используются для управления счетчиком. Назначение ограничителя - подавить паразитную амплитудную модуляцию сигнала разностной частоты.



Р и с. 6. Функциональная схема блока измерения разностной частоты БИЧ

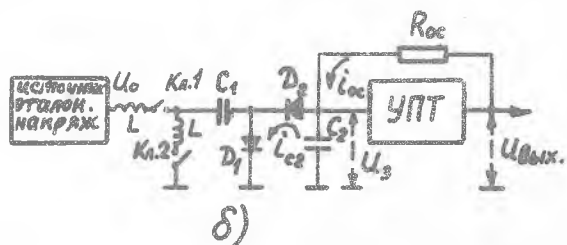
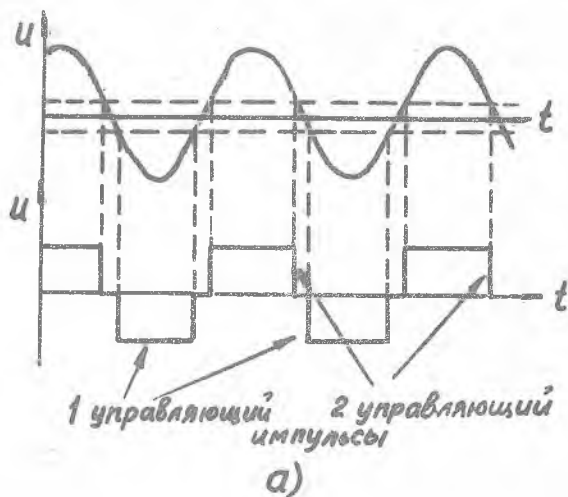
Для уяснения принципа работы счетчика обратимся к рис. 7,б. Первым управляющим импульсом замыкается ключ КЛ-1, и счетный кон-

денсатор C_1 через диод D_1 заряжается до напряжения эталонного источника U_0 . Вторым управляющим импульсом размыкается ключ K_1-1 , замыкается ключ K_1-2 . При этом конденсатор C_1 разряжается через диод D_2 на конденсатор C_2 . Емкость зарядного конденсатора C_1 выбирается много меньше емкости накопительного конденсатора C_2 , поэтому конденсатор C_1 практически полностью разряжается на C_2 . За один цикл работы приращение напряжения на конденсаторе C_2 незначительно, а заряд, полученный им, $q_1 = U_0 C_1$.

Заметим, что постоянные времени цепей заряда и разряда конденсатора C_1 выбираются существенно меньше длительности управляющих импульсов. Поэтому переходные процессы, связанные с зарядом и разрядом, успевают полностью закончиться в течение длительности управляющих импульсов. Если предположить, что напряжение U_3 на зарядном конденсаторе во время работы устройства поддерживается на уровне $U_3 \ll U_0$, то средний ток счетчика составит $i_{сч} = q_1 f_p = U_0 C_1 f_p$ и определится частотой сигнала f_p . С помощью УИТ с обратной связью напряжение на зарядном конденсаторе поддерживается близким к нулю, что возможно при равенстве тока счетчика и тока обратной связи усилителя $i_{сч} = i_{ос}$, которые устанавливаются в схеме автоматически. При этом напряжение на выходе УИТ определяется следующим выражением:

$$U_{вых} = i_{ос} R_{ос} = U_0 C_1 R_{ос} f_p,$$

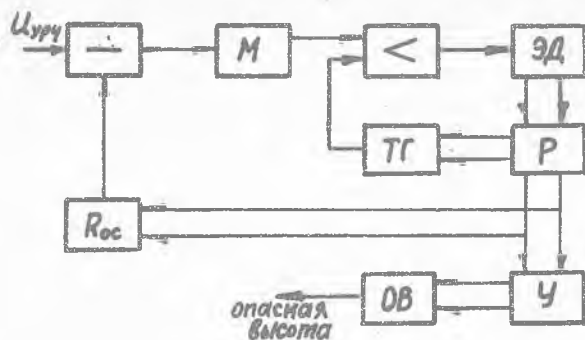
и практически не зависит от коэффициента усиления УИТ. Выходное напряжение УИТ представляет собой приборный аналог измеряемой высоты. Известно, что вольт-амперные характеристики полупроводниковых диодов в области малых токов и напряжений нелинейны. При работе на нелинейном участке характеристики по мере уменьшения тока динамическое сопротивление диода возрастает. Так как конденсатор C_1 заряжается и разряжается через диоды D_1 и D_2 соответственно, то изменение параметров диодов в процессе работы приводит к неполному заряду (разряду) конденсатора. На конденсаторе возникает остаточное напряжение, величина которого зависит от измеряемой частоты, что приводит к ошибкам при измерении. Для устранения этого в цепи заряда и разряда (последовательно ключам) вводятся индуктивности L , которые за счет ЭДС самоиндукции стабилизируют соответствующие токи.



Р и с. 7. Пояснение принципа действия счетчика импульсов: а - получение управляющих импульсов, б - схема счетчика импульсов

УКАЗАТЕЛЬ ВЫСОТЫ

Указатель высоты (рис. 8) олуит для визуального отсчета высоты полета ЛА. Для преобразования постоянного напряжения, пропорционального высоте полета, в угол поворота стрелки указателя установлена потенциометрическая следящая система. Входным элементом этой системы является модулятор М. Входное напряжение $U_{урч}$ и напряжение, снимаемое с потенциометра обратной связи R_{oc} , сравниваются (вычитаются) на входе модулятора. Разностное напряжение (сигнал рассогласования

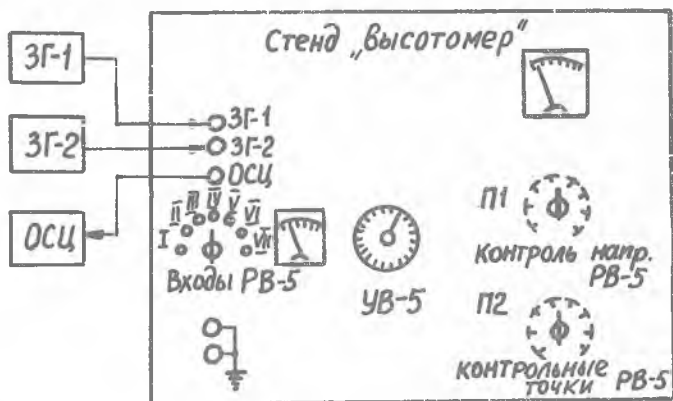


Р и с. 8. Функциональная схема указателя высоты УВ

следящей системы) преобразуется модулятором в переменное напряжение частоты 400 Гц. Амплитуда этого напряжения определяется величиной, а фаза знаком рассогласования. При изменении знака рассогласования на обратный фаза меняется на величину π . Снимаемый с выхода модулятора сигнал ошибки усиливается усилителем и подается на электродвигатель переменного тока (ЭД). Двигатель через редуктор (Р) вращает стрелку указателя и ось потенциометра в сторону уменьшения рассогласования. Так как положение стрелки указателя (У) и положение потенциометра связаны однозначно, то угол поворота стрелки оказывается пропорциональным выходному напряжению УПТ (высоте). В данной следящей системе с целью повышения ее устойчивости применена тахометрическая отрицательная обратная связь. Напряжение обратной связи снимается с тахогенератора (ТГ), сопряженного с двигателем, и подается во входной каскад усилителя. Оно пропорционально скорости вращения двигателя.

ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

В экспериментальную установку для исследования радиовысотомера РВ-5 (рис. 9) входят: стенд высотомера РВ-5, передающая и приемная антенны, два генератора звуковых сигналов ЗГ-1 и ЗГ-2 и осциллограф (индикатор высоты РВ-5 входит в состав стенда). Выход генератора ЗГ-1 подключен ко входу I стенда РВ-5, и сигнал с его выхода имитирует сигнал разностной частоты с выхода ПУР4 радиовысотомера



Р и с. 9. Схема лабораторной установки для исследования радиовысотомера РВ-5

РВ-5. Подключение этого генератора к конкретным точкам РВ-5 определяется переключателем "Входы РВ-5". Связь положений переключателя с точками подключения ЗГ-1 и решаемые задачи экспериментального исследования приведены в табл. I. Антенны подключены к соответствующим разъемам блока РВ-5.

Т а б л и ц а I

Режимы РВ-5

Положение переключателя "Входы РВ-5"	Задачи эксперимента	Точка подключения ЗГ-1 к РВ-5
I	Изучение принципа действия РВ-5	ЗГ-1 отключен от РВ-5
II	Исследование блока измерения РВ-5	Вход блока измерения частоты
III, IV, V, VI	Исследование АЧХ усилителя разностной частоты при различных частотных характеристиках	Вход блока УРЧ
VII	Исследование погрешности измерения высоты от девиации частоты	- "

Выход генератора 3Г-2 подключен ко входу П стенда РВ-5, и сигнал с его выхода поступает на вход измерителя частоты ИЧ1 канала автоподстройки постоянной высотомера. Этот генератор используется только при исследовании погрешности измерения высоты от величины девиации частоты зондирующего сигнала. Осциллограф подключается к клемме "Осц." стенда РВ-5, используется для наблюдения сигналов в контрольных точках и при снятии АЧХ усилителя разностной частоты. По индикатору высоты (ИВ) стенда радиовысотомера РВ-5 определяется измеряемая высота. С помощью переключателя П2 "Контрольные точки РВ-5" производится подключение к осциллографу исследуемых сигналов. Положение переключателя и соответствующие им подключаемые контрольные точки приведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Коммутация рабочих точек РВ-5

Положение переключателя П2	Контрольные точки	Место подключения в схеме
1-12	1	Вход УРЧ
2-13	2	Выход I каскада УРЧ
3-14	3	Выход УРЧ
4-15	4	Выход ограничителя блока измерения частоты
5-16	5	Выход частотного детектора блока измерения
6-17	6	Выход усилителя постоянного тока блока измерения
7-18	7	Вход ИЧ1 блока автоподстройки
9-20	9	Выход модулятора передатчика

С помощью переключателя "Контроль напряжения РВ-5" и измерительного прибора контролируют питающие напряжения радиовысотомера РВ-5.

СОДЕРЖАНИЕ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

I. Ознакомиться с лабораторной установкой, измерительной аппаратурой, высотомером РВ-5 и его органами управления и индикации (принцип работы высотомера и его основные характеристики должны быть изучены до лабораторного занятия).

2. Соединить измерительную аппаратуру со стендом в соответствии со схемой лабораторной установки (см. рис. 9).

3. С разрешения преподавателя (лаборанта) включить лабораторную установку и измерительную аппаратуру: включить питание 27 В, 115 В, 400 Гц, 220 В, 50 Гц.

4. Изучить принцип действия радиовысотомера РВ-5 по осциллограммам в различных точках схемы РВ-5, для чего:

переключатель ВХОДЫ РВ-5 поставить в положение I;

снять осциллограммы сигналов в контрольных точках в соответствии с табл. 2;

проанализировать полученные результаты и сделать выводы.

5. Исследовать блок измерения частоты.

Переключатели ВХОДЫ РВ-5 поставить в положение II, П2 - в положение 6-17. Уровень сигнала ЗГ-1 поддерживать 1 В. Изменяя частоту ЗГ-1 в диапазоне 0...160 кГц, снять зависимость показания указателя высоты и напряжения на входе блока измерения частоты от разностной частоты (устанавливать не менее 10 значений частоты).

6. Исследовать амплитудно-частотные характеристики блока усиления разностной частоты.

Переключатель П2 поставить в положение 3-14. Изменяя частоту звукового генератора ЗГ-1 от 1 до 200 кГц, снять АЧХ УРЧ при четырех положениях переключателя ВХОДЫ РВ-5:

III - включен ФНЧ 0-4,5 кГц

IУ - - " - 0-30 кГц

У - - " - 0-160 кГц

УГ - - " - 10 кГц и ФНЧ 160 кГц (полоса 10-160 кГц).

Амплитуду выходного напряжения при этом поддерживать несколько выше напряжения отказа радиовысотомера.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Функциональная схема радиовысотомера РВ-5.

2. Результаты экспериментов в виде таблиц и графиков, необходимые расчеты.

3. Выводы о проделанной работе.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В чем заключается принцип действия частотного метода измерения высоты (дальности)?
2. Каковы основные особенности построения РВ-5?
3. Зачем и каким образом осуществляется автоматическое изменение частотных характеристик приемного канала?
4. Назначение и принцип действия канала автоподстройки постоянной радиовысотомера
5. Назначение и принцип работы устройства контроля работоспособности РВ-5.
6. Назначение и принцип работы блока измерения.
7. Каковы задачи экспериментального исследования и каким образом осуществляется их выполнение?

ЛИТЕРАТУРА

1. Дымов А.И. и др. Радиотехнические системы. - М.: Советское радио, 1975, - 440 с.
2. Теоретические основы радиолокации /Под ред. В.Е.Дулеви-ча.- М.:Советское радио, 1978, - 607 с.
3. Радионавигационные системы летательных аппаратов /Под ред. П.С.Давыдова. - М.:Транспорт, 1980, - 448 с.
4. Сосновский А.А., Хаймович И.А. Авиационная радионавигация: Справочник. - М.: Транспорт, 1980, - 255 с.

Составители: Василий Яковлевич Г р о м ч е в,
Анатолий Иванович М а х о в

ИССЛЕДОВАНИЕ ЧАСТОТНОГО РАДИОВЫСОТОМЕРА

Редактор Е.Д. А н т о н о в а
Техн. редактор Н.М. К а л е н ю к
Корректор Т.И. П а й к и н а

Подписано в печать 17.09.85 г. Формат 60x84^I/16
Бумага оберточная белая. Оперативная печать.
Усл.п.л. 1,2. Уч.-изд.л. 1,0. Т. 300 экз.
Заказ 6092 Бесплатно.

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

Областная типография имени В.П.Мяги,
г. Куйбышев, ул. Венцека, 60.