



К. В. Скульський, І. В. Луценко

**РОБОТА ПРИЦІЛЬНОЇ
РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ СТАНЦІЇ
В РІЗНИХ РЕЖИМАХ**

1998

621.396

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УКРАЇНИ

Державний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
"Харківський авіаційний інститут"

C 46

К.В. Скульський, І.В. Луценко

РОБОТА ПРИЦІЛЬНОЇ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ СТАНЦІЇ
В РІЗНИХ РЕЖИМАХ

навчальний посібник

Научно-техническая
библиотека
"ХАИ"



mt0224034

НАУКОВО-ТЕХНІЧНА
БІБЛІОТЕКА

Національного аерокосмічного
університету ім. М.Є. Жуковського
Харківський авіаційний інститут

Харків "ХАИ" 1998

621.396.967(045.8)

УДК 629.735.33.0523

Робота прицільної радіолокаційної станції в різних режимах / К.В. Скульський, І.В. Луценко. - Навч. посібник. - Харків: Держ. аерокосмічний ун-т "Харк. авіац. ін-т", 1998. -36 с.

Викладено принцип побудови блока синхронізатора прицільної радіолокаційної станції, робота каналу керування антеню та супроводження цілі за кутовими координатами, робота далекомірною каналу, системи селекції рухомих цілей та каналу індикації прицільної радіолокаційної станції.

Для студентів, що проходять військову підготовку за профілем ВПС. Може також бути корисним для технічного складу авіаційних частин.

Іл. 12. Бібліогр.: 2 назви

Рецензенти: д-р техн. наук А.Ф. Величко,
канд. техн. наук, доц. А.С. Василенко

© Державний аерокосмічний університет ім. М.С. Кукуцького
"Харківський авіаційний інститут", 1998

І. ПРИНЦИП ПОБУДОВИ БЛОКА СИНХРОНІЗАТОРА ПРИЦІЛЬНОЇ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ СТАНЦІЇ

І.І. Призначення та склад блока синхронізатора

Синхронізатор забезпечує:

- синхронізацію імпульсних каналів;
- інтегрування сигналів цілі;
- вобуляцію імпульсів запуску передавача та девобуляцію прийнятих сигналів;
- захист від несинхронних і синхронних імпульсних перешкод, що надходять у другому та третьому періодах;
- комутацію частот повторення.

До складу синхронізатора входять:

- кварцовий генератор (КГ);
- трирозрядний лічильник;
- схема формування строб-імпульсів (восьмирозрядний лічильник і дещифратор);
- вобулятор;
- девобулятор;
- селектор імпульсів з періоду слідування (показати на плакаті "Структурну схему блока ОЗ").

І.2. Принцип формування імпульсів блока синхронізатора

Функціональну схему блока синхронізатора зображено на рис. І.І. КГ формує гармонічну напругу з частотою 1 МГц. Імпульси позитивної полярності зі схеми вихідних імпульсів надходять на запуск генератора 30 МГц (блок О2) та на запуск синхронізатора. Для одержаних імпульсів необхідної частоти повторення використовується метод розділення частоти за допомогою три- або восьмирозрядних лічильників.

У режимі великих і середніх висот (ВСВ) переключення шин лічильників здійснюється перемикачем "Дитер" (кабіна літака).

У режимі малих висот (МВ) з блока ІІ імпульси синхронізатора формуються шляхом тимчасового порівняння на схемі збігу строб-імпульсів (на виході восьмирозрядного лічильника) з послідовністю імпульсів трирозрядного лічильника.

Тимчасове розставлення імпульсів показано на рис. 1.2. Всі відрахунки здійснюються від імпульсу нульової далекості.

Імпульси t_2 запуску передавача формуються у вобуляторі з імпульсів нульової далекості t_0 та імпульсів t_7 , що випереджають t_0 на 10 мкс. Як схема керування використовується подільник 1:3.

Керуюча напруга на вентилі надходить у протифазі, тому проходять t_0 або t_7 (два t_0 , один t_7). Отже, період слідування імпульсів t_2 такий: T_0 , $T_0 - 10$, $T_0 + 10$, T_0 і т.п. У режимах МВ при селекції цілей ВСВ-СЦ подільник 1:3 виникається. При цьому вентиль t_0 буде відкритим а t_7 - закритим.

1.3. Захист від синхронних і несинхронних імпульсних перешкод

Відображені від цілі сигнал і перешкода з виходу приймача (рис. 1.3) надходять у девобулятор, де відновлюється період слідування імпульсів T_0 . Таким чином, синхронні перешкоди, що надходять у другий та третій періоди, перетворюються у несинхронні. З виходу девобулятора імпульси цілі та несинхронні перешкоди надходять на селектор імпульсів з періоду слідування. Вони надходять через суматор на регулюючий підсилювач, коефіцієнт підсилення якого пропорційний амплітуді імпульсів цілі з виходу лінії затримки, що регулюється (для накопичення імпульсів цілі без втрат).

Ультразвукова лінія затримки (УЗЛЗ) складається з двох послідовно з'єднаних ліній затримки (кварцової та магнісової з різними за знаком затримками).

Накопичення енергії сигналу здійснюється таким чином.

Сигнали цілі та перешкоди з виходу регулювання лінії затримки надходять на схему збігу (СЗ) а суматор. Якщо період слідування імпульсів дорівнює T_0 , то на СЗ кожний попередній імпульс збігається з наступним імпульсом з виходу девобулятора та проходить на вихід блока СЗ (імпульс цілі, що інтегрується). Аналогічний збіг буде в суматорі, внаслідок чого на вхід СЗ надходитиме вже сумарний сигнал.

- 6
- t_0 імпульс нуля далькості
 - t_1 імпульс запуску розгортки індикатора і маніпулятора приймача
 - t_2 імпульс запуску передавача
 - t_3 імпульс запуску генератора лінійної затримки малого далекоміра (ГЛЗ)
 - t_4 імпульс запуску ГЛЗ пам'яті
 - t_7 імпульс запуску ГЛЗ великого далекоміра
 - t_9 імпульс витривання ГЛЗ
 - t_{11-1} позитивний імпульс АРПШ
 - t_{11-2} негативний імпульс АРПШ
 - t_{12} імпульс строблювання II індикації перешкода
 - t_{13} імпульс строблювання I індикації перешкода
 - t_{16} імпульс фіксації розгортки індикатора
 - t_{14} імпульс зриву маніпулятора приймача
 - t_{20} імпульс запуску вбудованого контролю
 - t_{21} опорний імпульс 35
 - t_{22} — " — 105
 - t_{23} — " — 140
 - t_{19} — " — 330
 - t_4 імпульси ЛРЗВ
 - t_{18} імпульси зон СЦ

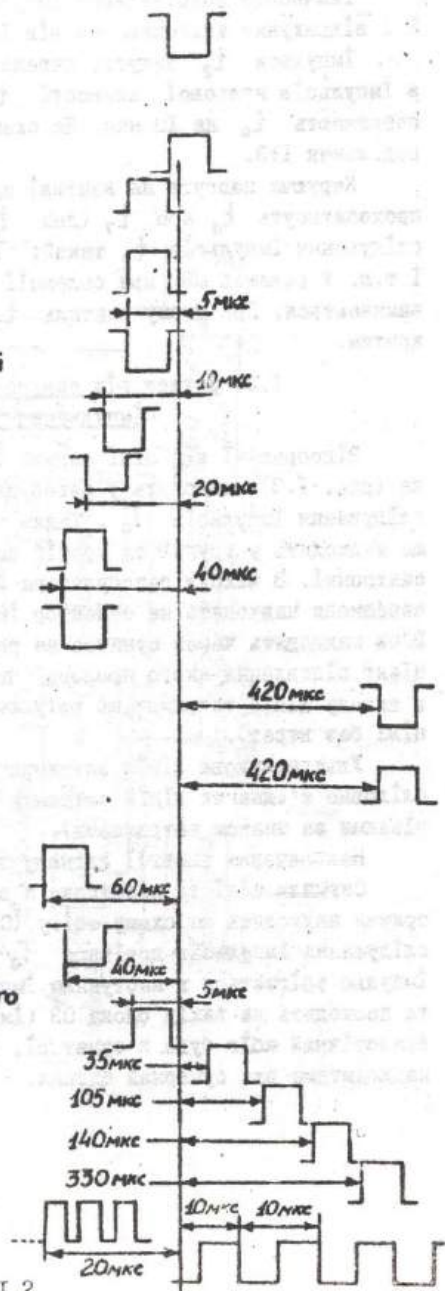


Рис. 1.2

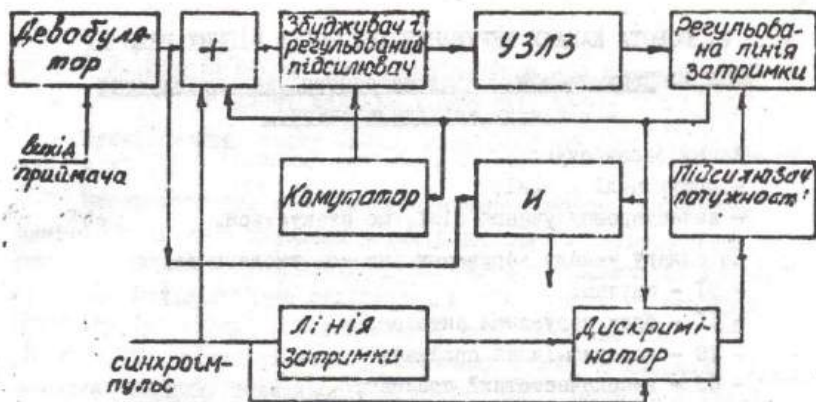


Рис. І.3

Для точного настроювання селектора на літерну частоту слухать:

- лінії затримки ($T_3 = T_4$);
- дискриміна́тор;
- підсилювач потужності;
- мотор відпрацювання;
- регульована лінія затримки.

Синхроімпульси надходять до дискриміна́тора безпосередньо через лінії затримки, де утворюються слідуючі строби. Якщо $T = T_0$, то на виході дискриміна́тора керуюча напруга дорівнює нулю. В іншому випадку керуюча напруга приводить у дію мотор відпрацювання, що змінює регулювання лінії затримки.

Суміщення функцій накопичення енергії та селекції за періодом слідування забезпечує якісне складання імпульсів цілі навіть при подавленні окремих імпульсів цілі перешкодами.

Девобулятор служить для захисту від синхронних імпульсів перешкод, що надходять у другому та третьому періодах.

СЗ та УЗЛС використовують для захисту від несинхронних імпульсів перешкод.

2. РОБОТА КАНАЛУ КЕРУВАННЯ АНТЕНОЮ В РІЗНИХ РЕЖИМАХ

2.1. Призначення, склад та основні характеристики каналу керування антеною

Канал забезпечує:

- пошук цілі у зоні;
- автосупроводжування цілі, що атакується.

До складу каналу керування антеною входять блоки:

- 01 - антена;
- II - блок керування антеною;
- I9 - логарифмічний приймач;
- 09 - високочастотний приймач;
- 29 - лінійний приймач;
- 2I - блок кутового супроводження;
- 3I - блок указання цілі радіолокаційним головкам самонаведення (PIC).

Технічні характеристики:

- ширина діаграми направленої антени - $2,6^\circ$;
- ширина діаграми направленості каналу безпечервного підсвічування - $1,7^\circ$;
- зона огляду: за азимутом в усіх режимах - $\pm 30^\circ$; за нахилом у режимі ВСЗ - $10,4^\circ$; у режимах СМВ, МВ - $8,5^\circ$;
- сектор переміщення зони огляду:
 - за азимутом - $\pm 20^\circ$;
 - за нахилом - $\pm 25^\circ$;
- зона огляду додаткових пошуків:
 - за азимутом - 16° ;
 - за нахилом - 4° ;
- стабілізація зони огляду:
 - за креном - $\pm 70^\circ$;
 - за тангажем - $\pm 35^\circ$;
- зона автосупроводження цілі за кутовими координатами:
 - за азимутом - $\pm 52^\circ$;
 - за нахилом - $\pm 25^\circ$.

2.2. Робота каналу керування антенною при пошуках цілі в режимі великих і малих висот

Функціональну схему каналу керування антенною зображено на рис. 2.1.

Високочастотна енергія передавача з виходу подільника енергії з чотирма виводами через циркулятори подається на вчетверо більший рупорний випромінювач дводзеркальної антенної системи. Горизонтально поляризована хвиля падає на непорушне дзеркало (у вигляді горизонтальної решітки з висотом ребра $h < 0,25$), відображається у напрямку рухомого дзеркала, яке повертає площину поляризації відбитої хвилі на 90° , і хвилі безперешкодно проходять крізь решітку непорушного дзеркала. Ширина променя визначається розмірами рухомого дзеркала. Переміщення променя по заданій траєкторії здійснюється схемами керування антенною за азимутом і нахилом у площині II.

2.2.1. Формування керуючої напруги за азимутом під час пошуків цілі у режимі великих і малих висот

Схема керуючої напруги за азимутом складається з фазового детектора 1, суматора 2, пристрою обмеження, двох керуючих ключів. Керуюча напруга за азимутом знімається з фазового детектора 1. При $U_{\text{фд}} > 0$ напруга фази 0° через ключ $p - n - p$ надходить на суматор 2, куди та ж подається напруга з обертового трансформатора азимута. Фаза напруги за виході суматора 2 визначається напрямком переміщення променя за рядком. Напруга з виходу суматора 2 підсилюється, обмежується та надходить на фазовий детектор 1, на другий вхід якого подається опорна напруга 115 В частотою 400 Гц з фазою 0° , і амплітудовою, пропорційною відхиленню променя від поздовжньої осі літака.

Напруга фазового детектора 1 через суматор 4 надходить до модулятора, перетворюється в ньому на зміну напруги з частотою 400 Гц, посилюється у підсилювачі потужності, а в демодуляторі перетворюється на постійну напругу тієї ж полярності, що була на виході фазового детектора 1. Для полегшення роботи в порожніх муфтах ця напруга перетворюється в широтно-імпульсному модуляторі (ШІМ) на імпульсну з постійною амплітудою, що знімається з виходу "ІР". Тривалість імпульсів пропорційна керу-

чій напрузі (напрузі фазового детектора І) з частотою слідування 400 Гц. Ця напруга відхиляє антену зліва направо.

При переході через нуль фаза напруги з обертового трансформатора (ОТ) змінюється на 180° і починає компенсувати напругу, що надходить з ключа $p - n - p$. Якщо вони однакові, то напруга фазового детектора І дорівнює нулю.

Антену за інерцією пересувається праворуч. Напруга ВТ збільшується, що приведе до зміни фази напруги на вході фазового детектора І, а тому й до зміни полярності напруги на його виході. У цьому випадку напруга фазового детектора І менша від нуля. На суматор 2 надходить напруга фази 180° через ключ $p - n - p$, а антену пересуватиметься справа наліво. Для переміщення сектора огляду за азимутом на суматор 2 надходить напруга зміщення від ручки "Зона Р - стр. Т" або від АРЛ-СМ, що збільшує або зменшує напругу на суматорі 2 залежно від того, збігається фаза напруги зміщення з фазою напруги з ВТ чи ні.

2.2.2. Формування керуючої напруги за нахилом під час пошуків цілі в режимі великих і середніх висот

Схема керуючої напруги за нахилом складається з тригера Шмітта, диференційного ланцюжка, тригерів 3, 4, 5, вентилів $B_5 - B_9$, суматорів 1, 3, підсилювача та фазового детектора 2. Напруга фазового детектора І надходить до тригера Шмітта. При $U_{Фд} > 0$ $U_{ТШ} = 5$ В, при $U_{Фд} < 0$ $U_{ТШ} = 0$ В. Останній фіксує моменти реверсу променя у площині азимута. Ці перепади напруги за допомогою диференційного ланцюжка формують негативні імпульси, що через вентилі B_8 , B_9 здійснюють по черговий запуск тригера 3.

Запуск тригерів 4, 5 здійснюється негативними перепадами напруг тригерів 3 та 4, відповідно. Перепади напруг тригерів 3, 4, 5 використовуються як керуючі для вентилів B_5 , B_6 , B_7 , відповідно.

При позитивній напрузі на вентилі він пропускає змінну напругу 400 Гц з виходу подільника. Співвідношення амплітуд напруг на виходах вентилів такі: $B_5 - U$, $B_6 - 2U$, $B_7 - 0,5U$. Застосування трьох тригерів дозволяє одержати вісім керуючих напруг за нахилом. Напруга $3,5U$ відповідає відхиленню антени вгору на 0,5 рядка вище, $3U$ - на 0,5 рядка нижче.

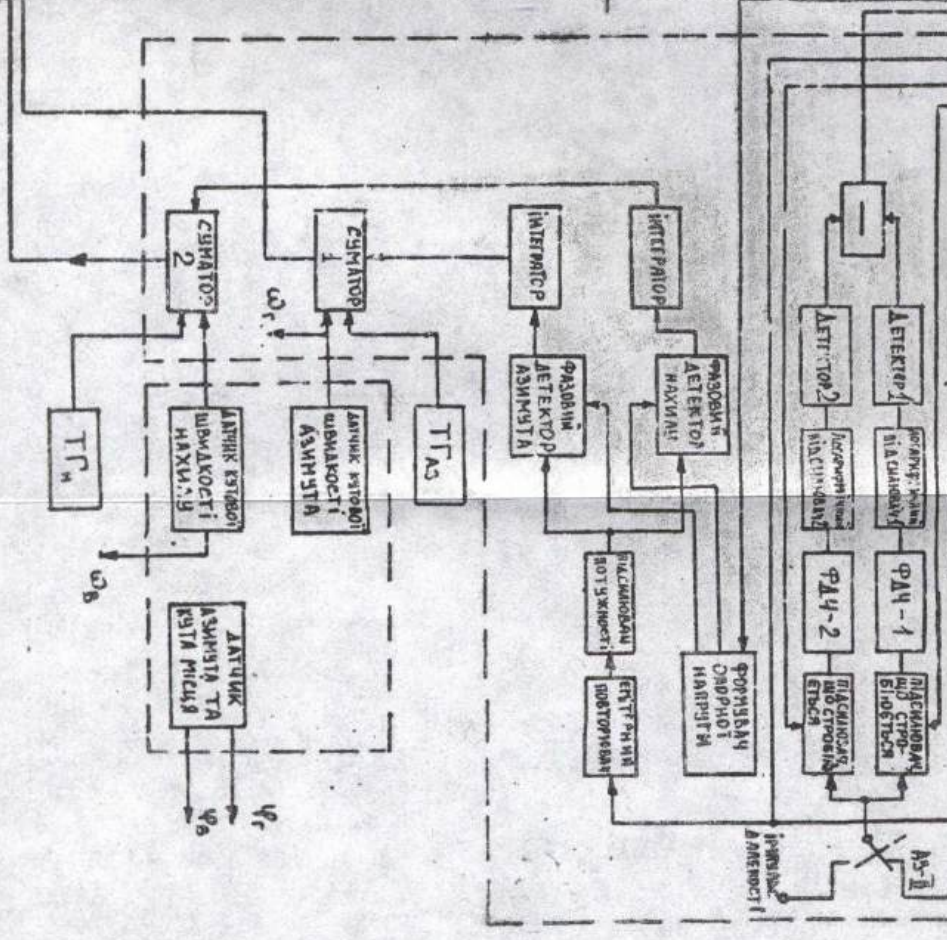
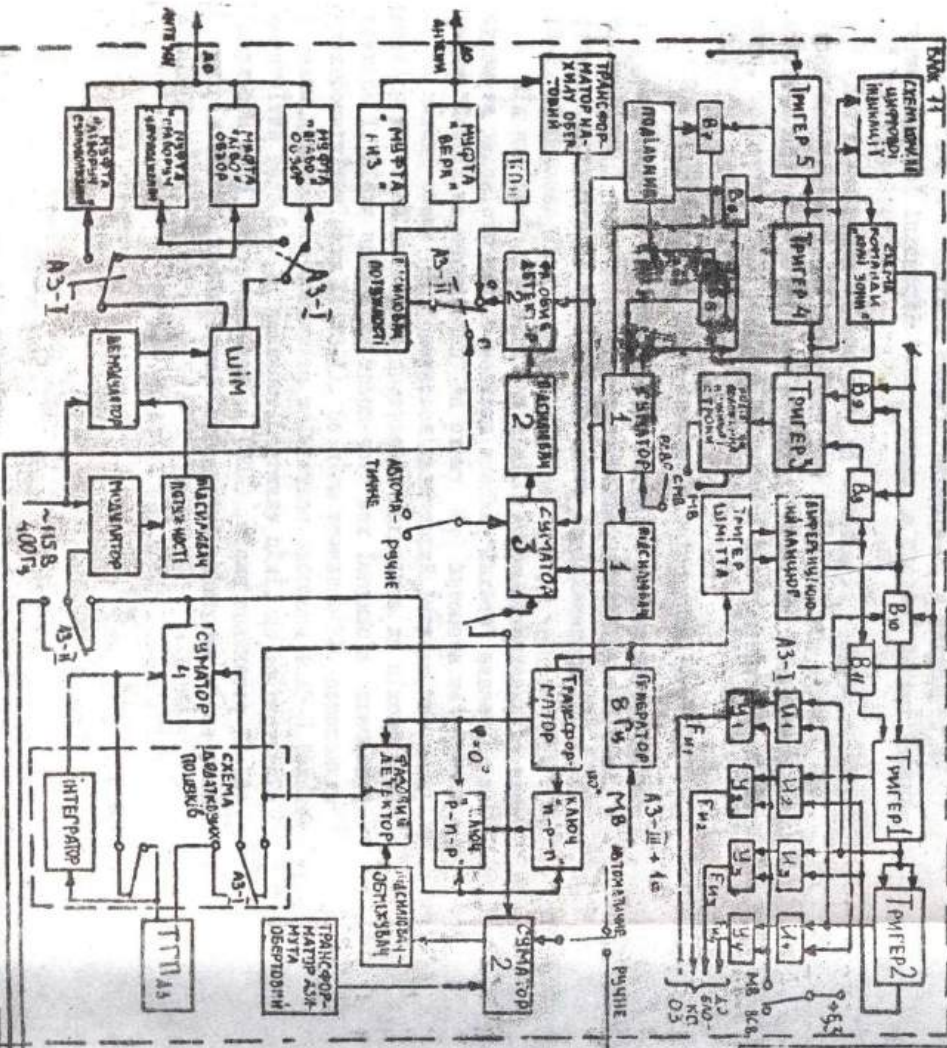
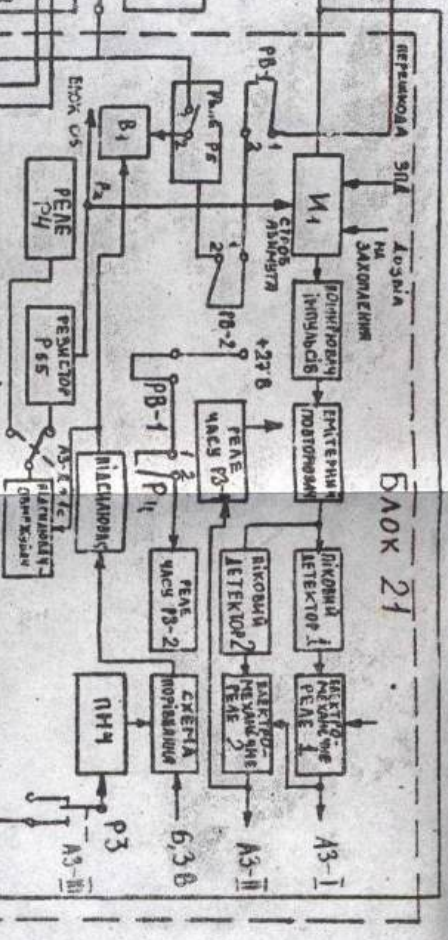
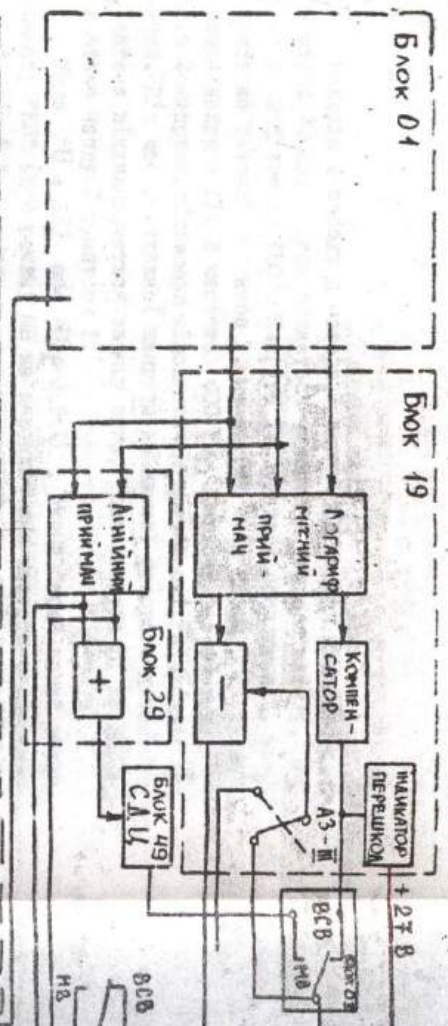


Fig. 21

Напруга з виходу суматора I через підсилювач надходить до суматора 3, куди також подається напруга з тригера нахилу, зсу- нутого за фазою на 180° . Напруга із суматора, посилюючись, над- ходить на фазовий детектор 2, на другий вхід якого подається опорна напруга 115 В частотою 400 Гц. З виходу фазового детек- тора 2 напруга, підвищена підсилювачем потужності, надходить на муфти. Під час позитивної напруги на виході фазового детектора 2 антена відхиляється зверху вниз, доки напруга ВТ не дорі- кватиє напрузі суматора I.

Якщо $U = 3U$ або $U = 3.5U$, схема "край зони" видає команду "КЗ" (для режиму МВ на переключення частоти слідування F_{u1} , F_{u4}). Напруга з виходу тригерів 3, 4 надходить до схеми цифрової індикації (номер рядка на системі єдиної індика- ції (СЕІ)).

Для переміщення зони огляду за нахилом на суматор 3 пода- ється напруга зміщення від ручки ΔH (блок 24) або АРЛ-СМ, що збільшує або зменшує напругу на виході суматора 3 залежно від того, збігається фаза напруги зміщення з фазою напруги з ОТ чи ні.

2.2.3. Принцип побудови автоматів захоплення блоку 2I

Посилений та продетектований сигнал з виходу логарифмічно- го приймача I через компенсатор сигналів, прийнятих з бічних пелюстків, суматор I блок 03 надходить до індикатора РЛС I АЗ-I, АЗ-II блока 2I.

Під час суміщення вісмітка цілі із зноєм захоплення за ази- мутом та далькістю шляхом натиску кнопки "Захват" видається ко- манда "Дозвіл на захоплення" на схему $И_1$ автомата захоплення I. На виході схеми $И_1$ формується негативний імпульс, що поши- ряється та через емітерний повторювач надходить до пікового дет- ектора I. Після прийняття трьох-чотирьох імпульсів спрацьовує електромагнітне реле I (АЗ-I). За цією командою РЛС переходить у режим додаткового пошуку та знімається заборона з АЗ-II (елект- ромагнітне реле 2). За наявності сигналу цілі, що збігається з імпульсом зони пошуку далекою (ЗПД), після прийняття І2-І6 імпульсів піковим детектором 2 спрацьовує електромагнітне реле 2 (АЗ-II).

2.3. Робота каналу керування антеною при супроводженні цілі в режимі великих і середніх висот

Сигнали з виходів логарифмічних приймачів І і 2 після компенсації сигналів за бічними пелюстками надходять на схему відокремлення різницевих сигналів (обчислювальне влаштування), що стробіжитьс я імпульсами цілі до команди АЗ-Ш та імпульсами далькості після спрацювання АЗ-Ш.

Різницеві сигнали азимута та нахилу з виходу блока І9 через контакти реле ВСВ-МВ, еміттерний повторювач і підсилювач потужності надходять на фазовий детектор азимута та нахилу блока 2Т, на інші виходи яких подаються опорні напруги з генератора опорної напруги (ГОН).

Виділений сигнал помилки азимута (нахилу) інтегрується та надходить на суматор І (2), на який подається напруга негативного зворотного зв'язку з тахогенератора азимута ($TГ_{аз}$) (тахогенератора нахилу ($TГ_{н}$)) та датчика кутової швидкості за азимутом і нахилом. В результаті сигнал азимута (нахилу) з виходу суматора І (2) надходить на вхід підсилювача потужності блока ІІ. Величина цього сигналу та його полярність визначаються величиною та знаком кута між рівносигнальним напрямком променя та лінією візування цілі в горизонтальній та вертикальній площинах.

Під дією керуючої напруги антена переміщується в напрямку на ціль. Під час напрямку на ціль з рівносигнальним напрямком променя сигнал помилки на виході фазового детектора схеми виділення сигналу помилки дорівнюватиме нулю, і переміщення променя антени припиняється.

Сигнали, пропорційні азимуту та нахилу цілі, з координатора подвоєння надходять до аналого-обчислювальної машини (АОМ) і через блок обробки РЛ інформації - на екран СЕІ (ціль), а також на координатор цілевказання ракет. Сигнали, пропорційні кутовим положенням променя антени та променя головки самонаведення, надходять до блока 3-І, на виході якого утворюються сигнали непогодження у вертикальній та горизонтальній площинах, які через радіоблок зв'язку надходять до системи відпрацювання головки ракети, суміщуючи рівносигнальний напрямок променя головки самонаведення з напрямком на ціль.

2.4. Робота каналу керування антенною при пошуках цілі в режимі малих висот

Керування за азимутом і нахилом виконується так само, як і в режимі ВСВ. У блоці ІІ вмикається схема формування керуючих напруг на переключення частот слідування імпульсів (2 тригери, 4 схеми "И" та 4 ключові схеми "У"). Імпульси негативної полярності з виходу диференціального ланцюжка відповідно до часу стану променя антени на кордонах зони огляду за азимутом за допомогою вентилів V_{10} , V_{11} здійснюють запуск тригера І. Тригер 2 запускається перепадами напруг тригера І. У результаті формується чотири напруги, що надходять на схему збігу. При надходженні на обидва входи схеми збігу позитивної напруги на ІІ виході формується сигнал, що відкриває ключову схему $У_1$ і пропускає сигнал 6,3 В до блоку ОЗ для формування частоти F_{m1} . При огляді на наступному рядку відкривається $У_2$ та у блоці ОЗ формується F_{m2} і т.п.

У момент переходу променя з нижнього рядка на верхній формується команда "Край зони" (КЗ), за якою замикаються вентиля V_{10} , V_{11} . І до блоку ОЗ не надійде команда на переключення частот повторення і т.п.

При натиску кнопки "Захват" спрацьовує АЗ-І, знімається заборона з АЗ-ІІ, РЛС переходить у режим додаткових пошуків (як у ВСВ), замикаються V_{10} , V_{11} , тобто вмикається схема формування керуючих напруг. Після АЗ-ІІ РЛС переходить на автосупроводження цілі за кутами і дається команда на захоплення цілі з далькості (знімається заборона з АЗ-ІІІ).

2.5. Робота каналу керування антенною при супроводженні цілі в режимі малих висот

Суміш сигналів цілі та фону Землі після підсилення в лінійних приймачах І, 2 надходить на схему виділення різницеових сигналів азимута та нахилу (блок 2І), яка складається з двох ідентичних каналів СРЦ (селекція рухомих цілей) та обчислювального приладу.

Вхідним елементом кожного каналу є підсилювач, що стробіюється. Як імпульс строба служить імпульс далекоміра. Далі імпульсний сигнал подається на фазовий детектор частот, який

здійснює виділення сигналу f_d та перенесення його до області проміжної частоти. З виходу фазового детектора частот безперервний сигнал f_d із сумарною амплітудою для першого каналу та різницевою для другого надходить на вхід логарифмічного підсилювача.

Детектори 1, 2 виділяють об'єктну частоту сигналів. На виході обчислювального приладу буде сума пом'якшених за амплітудою сигналів азимута та нахилу. Вона аналогічна сигналу на виході приладу " - " блока 19 у режимі БСВ. Тому цей сигнал подається на вхід виділення сигналу помилки замість сигналу з блока 19.

2.6. Повинні побудови схеми захисту від мережної перешкоди

При супроводженні цілі в РСЛ використовується багатомпульсний метод пеленгації.

Для таких систем ефективною є перешкода, створена з двох точок під кутом $\varphi < \theta_{0.5}$ (рис.2.2). Якщо передавачі 1, 2 працюють по чергово з частотою перемикавання, меншою за граничну частоту смуги пропускання системи автосупроводжування, то антена системи переходить із супроводжування точки 1 на супроводжування точки 2, тобто буде розгойдуватися. Це характеризуватиметься стрибкоподібною зміною сигналу. Захист полягає у відключенні виходу блока 29 від входу блока 21. Схема складається з РВ-1, РВ-2 та переговорного приладу. Схема вмикається за командою АЗ-П. При цьому на підсилювач низьких частот порогового приладу надходить сигнал помилки з виходу блока 19. Напруга 27 В подається на РВ-1.

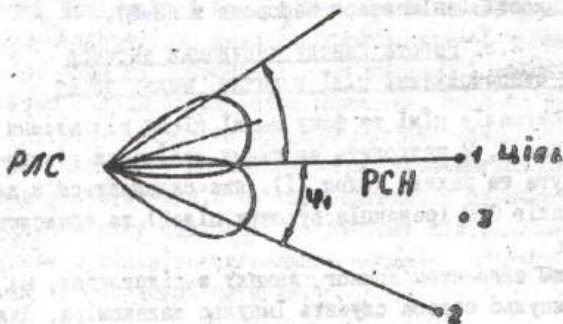


Рис. 2.2

Через одну секунду на виході РВ-І формується АЗ-П+ІС: замикаються контакти І, 2 РВ-І, у навантаження підсилювача-об'єктувача вмикається Р4.

За наявності перешкоди (з виходу індикатора перешкод) напруга +27 В через контакти І, 2 РВ-І, І, 2 РВ-2 надходить на Р5, підключаччи контактами І, 2 вентиль В₁ до входу схеми виділення сигналу помилки. Якщо шумова перешкода утвориться джерелом, що відстоїть від цілі, що супроводжується, на кут $\varphi < \theta_{0,5}$ то стрибком збільшується амплітуда сигналу на виході компенсатора перешкод (блок І9). Якщо напруга перевищить 6,3 В, то програмове вмишування сформує сигнал, який відкриє вентиль В₁, що змушує вхід схеми відокремлення сигналу помилки.

При тривалості сигналу з однієї точки більше двох секунд схему захвату потрібно вмикати. Спрацьовує РВ-3 і своїми контактами розриває ланцюг з напругою 27 В на Р5. Це має місце на частоті перемикачання менше 0,25 Гц. Відбувається згладження джерела перешкоди.

3. РОБОТА ДАЛЕКОМІРНОГО КАНАЛУ ПРИЦІЛЬНОЇ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ СТАНЦІЇ

3.1. Призначення, склад та основні характеристики далекомірного каналу прицільної радіолокаційної станції

Далекомірний канал забезпечує пошук та автосупроводжування цілі за дальністю у зоні, встановленій вручну льотчиком, або за целеказівкою із Землі, та видачу даних в АОМ про дальність до цілі та швидкість зближення $V_{зб}$ з нею.

До складу далекомірного каналу РЛС входять:

- великий далекомір (ВД);
- схема пошуку;
- малий далекомір (МД);
- селектор сигналів рухомої цілі;
- аналізатор перешкод;
- автомат захоплення (АЗ-Ш).

Основні характеристики такі:

	ВД	МД
діапазон пошуку за дальністю	0,6...40 км	0,3...3 км
зона пошуку цілю	9 км	4,5 км
швидкість пошуку	15 км/с	15 км/с

помилка виміру далькості	150 м	23 м (0,3...1,5 км)
		30 м (1,5...2 км)
		40 м (2...3 км).

Далекомірний пристрій виробляє такі сигнали:

- Імпульси зони пошуку далекоміра;
- Імпульси стробілювання з далькості;
- АЗ-III;
- АЗ-III+2С;
- АЗ-IV;
- U_A , U_{60} ;
- $U_{мд}$.

3.2. Принцип роботи великого далекоміра спеціальної радіолокаційної станції

Функціональну схему далекомірного пристрою зображено на рис. 3.1.

Розглянемо режим автосупроводжування цілі. Запускаючи імпульс t_7 з блока ОЗ надходить на генератор лінійної затримки (ГЛЗ) ВД. ГЛЗ виробляє імпульс далькості, тимчасовий стан якого залежить від величини керуючої напруги U_{60} , що подається з виходу катодного повторювача (КП) 2. Імпульс далькості надходить на ліній затримки, з відводів якої знімаються "напівстроби далькості", що через контакти Р1 надходять на перші входи схем збігу тимчасового дискримінатора ВД. На другі входи схем збігу подається імпульс цілі, який пройшов схему захисту від перешкод.

Як результат порівняння тимчасового стану слідуючих імпульсів та імпульсу цілі на виході тимчасового дискримінатора з'являються імпульси збігу, які через контакти Р2, інтегруючі ланцюги І, 2 та ВУ І, 2 надходять на вхід схеми інтегратора І.3 виходу інтегратора І через КП сигнал надходить на вхід інтегратора ІІ, на виході якого утворюється напруга U_{60} , пропорційна далькості до цілі. Вона надходить до інших блоків через контакти Р3 та ГЛЗ.

Зміна положення імпульсу цілі викликати змiну тривалості імпульсів збігу на виходах тимчасового дискримінатора, що приводить до зміни величини керуючої напруги U_{60} та переміщення напівстробів далькості в бік переміщення цілі, тобто здійснюва-

тиметься автосупроводжування цілі за далькістю. Напруга U_d знімається з КНІ і подається на вхід схеми пам'яті, схему захисту від імпульсних перешкод, які відводяться у режимі МБ, та на вихід каналу через контакти Р19 та Р17.

3.3. Принцип роботи автомата захоплення великого далекоміра

Функціональну схему автомата захоплення великого далекоміра прицільної радіолокаційної станції зображено на рис. 3.2.

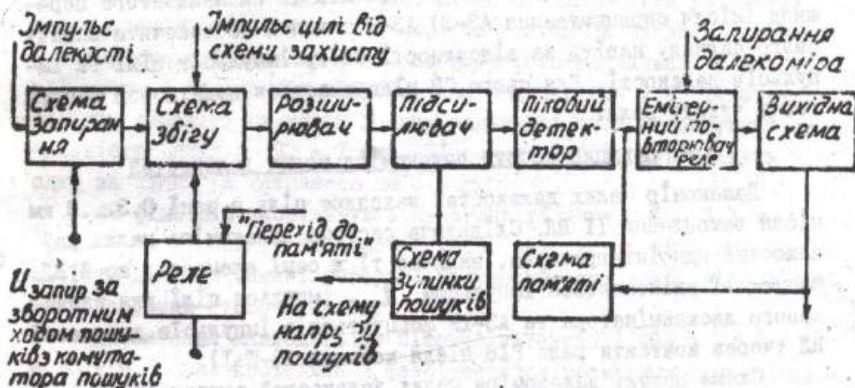


Рис. 3.2

АЗ призначено для переключення далекоміра з режиму пошуку до режиму автосупроводжування. До захоплення за кутовими координатами АЗ закрито напругою "закриття далекоміра" з блока 2І. Після зняття зазначеної напруги (за командою АЗ-П блока 2І) АЗ одержує дозвіл на захоплення. Для цього на АЗ подається імпульс цілі зі схеми захисту від перешкод та імпульс далькості ВД. При 16...20 збігах цих імпульсів у їх схемі з'являється негативний імпульс, який подирається до ІОС мкс та після підсилення надходить на піковий детектор. Напруга, що дорівнює 8-9 В, з пікового детектора через емісійний повторювач передається на підсилювач постійного струму; навантаженням його є обмотка реле, після спрацювання якого АЗ видає сигнал АЗ-Ш. Для вилучення захопленої цілі при зворотному ході пошуку викликується схема записання, на яку подається напруга, що замикає. Щоб імпульси да-

лекості не "проскочили" імпульс цілі, під час пошуку імпульс збігу надходить на схему зупинки схема пошуку, який видає сигнал на схему напруги пошуку, і генерація напруги цією схемою припиняється.

При короткочасному зниканні імпульсів цілі передбачено схему пам'яті АЗ. Після захоплення цілі вона забезпечує підключення додаткового конденсатора (50 мкФ) до виходу пікового детектора. За наявності команди "Перехід на пам'ять із сигналізатора перехід (після опрацювання АЗ-Ш) АЗ-Ш повинен забезпечити видачу свого сигналу навіть за відсутності збігу імпульсів цілі та імпульсів далькості. Для цього СЗ відкривається додатковою напругою з виходу реле.

3.4. Принцип роботи далекоміра малих далькостей

Далекомір малих далькостей захоплює ціль в зоні 0,3...3 км після захоплення ІІ ВД. Слідкувача система далекоміра малих далькостей одноінтеграторна, включає ті ж самі елементи, що й ВД. Запуск ІІ здійснюється імпульсом t_0 . Імпульси цілі для тимчасового дискримінатора та АЗ-ІУ формуються з імпульсів далькості ВД (через контакти реле Р18 після команди АЗ-Ш+І).

Схема пошуку далекоміра малих далькостей запускається імпульсом t_0 , що надходить на компаратор початку і кінця діапазону пошуку, де напруга з далекоміра малих далькостей порівнюється з постійними напругами, що відповідають початку та кінцю діапазону пошуків, що приводить до зменшення або збільшення напруги далекоміра малих далькостей.

Закінчення пошуку здійснюється за допомогою реле Р9, яке спрацьовує за командою АЗ-ІУ, що формується на виході АЗ МД за збігом імпульсів далькості з ВД та з ГЛЗ МД.

До команди АЗ-Ш+І напруга далекоміра малих далькостей надходить на схему пошуку від АРЛ-СМ через КР4. Після команди АЗ-Ш+І напруга далекоміра малих далькостей подається з виходу інтегратора через КР4. Зменшення або збільшення напруги далекоміра малих далькостей в схемі пошуку забезпечує переміщення імпульсу далькості на виході ГЛЗ МД.

4. РОБОТА СИСТЕМИ СЕЛЕКЦІЇ РУХОМИХ ЦІЛЕЙ ПРИЦІЛЬНОЇ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ СТАНЦІЇ

4.1. Робота системи селекції рухомих цілей на етапі пошуку цілі

Функціональну схему системи селекції рухомих цілей (СРЦ) зображено на рис. 4.1.

На виході амплітудного детектора І виділяється результат биття сигналу цілі та фону Землі. Це сигнал надходить через суматор низької частоти (СНЧ) на вхід багатоканальної фільтрової системи (блоки 49А, В, 59), яка складається з 49 фільтрувальних каналів, на кожен з яких подається свій селектувальний за далькістю імпульс $\tau_i = 1$ мкс. Ці селектувальні імпульси йдуть один за одним із затримок на 1 мкс.

49 фільтрів забезпечують перегляд ділянки $D = 7,5$ км (0...20 км). Каскад, що стробіється, перетворює лише сигнали цілі та ділянки земної поверхні, вилучення яких з РЛС відповідає часу затримки строб-імпульсу.

Ці сигнали надходять на піковий детектор І СНЧ з $\Delta f = 10$ кГц. Після проходження фазоінвертора практично синусоїдальна напруга з частотою об'єктної відсінпульсів строб каскаду за наявності сигналу цілі подається на балансний модулятор, де здійснюється модуляція гармонічної напруги частотою 300 Гц, яка формується допоміжним генератором КГ-300.

У модуляторі несуча частота подається на 25...30 дБ, а в режекторному фільтрі - на 30...40 дБ. Навантаженням каскадно-го підсилювача є основний фільтрувальний елемент - електромеханічний фільтр, смуга пропускання якого дорівнює 1,66 кГц, а частота настроювання - 301,745 кГц. Виділені сигнали частоти Доплера підсилюються в підсилювачі проміжної частоти (ППЧ) і детектуються. Амплітуда U пропорційна амплітуді сигналу Доплера. Напруга надходить на вихідний каскад, що стробіється, і на вхід схеми автоматичного регулювання підсилювання (АРП). АРП працює за проникним сигналом фону Землі, не реагує на сигнал цілі та забезпечує постійність рівня фону Землі на виході блока 49.

На вихідний каскад, що стробіється, подаються ті ж самі селектувальні імпульси, що й на вхідний.

Вихідний каскад формує відеоімпульси з постійною напругою на виходах детекторів, що визначають дальність до цілі.

Відеоімпульси цілі надходять через блок 05 в канал індикації та в канал СРЦ блоків 21, 06.

4.2. Робота системи селекції рухомих цілей на етапі супроводжування цілі

Систему СРЦ у цьому режимі передбачено для однієї за дальності цілі, що супроводжується. Це однакові за схемним рішенням вузли. На вхідні селектори за дальності подаються слідуючі імпульси з генератора дальності І (ГД) і з виходу суматора блока 29 (складання сигналу цілі+перешкода).

При збігу цих сигналів на виході каскадів, що строюються, формуються імпульси збігу, тривалість яких визначається мірою перекриття слідуючими імпульсами імпульсу цілі.

Робота каналів аналогічна роботі блока 49. На виході детектора створюється постійна напруга, амплітуда якої пропорційна мірі перекриття слідуючими імпульсами імпульсу цілі. За відсутності збігів напруга дорівнює нулю.

Напруга з виходів кожного з двох детекторів фільтрується каналів перетворюється в імпульси постійної амплітуди, тривалість яких дорівнює напрузі детектора, за схемою ШІМ. Запуск керуючого тригера здійснюється першим слідуючим імпульсом. Фронтом імпульсу керуючого тригера запускаються вихідні тригери і генератор пилоподібної напруги (ГПН), напруга якого надходить на схему порівняння. Перевертаються вихідні тригери імпульсом з виходу схеми порівняння (в момент, коли $U_{\text{ГПН}} = U_{\text{вст}}$). Інформація про неузгодженість за дальністю укладено в різниці тривалостей імпульсів на виході схеми ШІМ (як і в БСВ).

На виході ГД-І ВД виникає сигнал помилки, що приведе до зміни U_d , а тому й до зміни положення слідуючих імпульсів.

При знаходженні цілі точно між слідуючими імпульсами тривалості імпульсів на виході ШІМ однакові.

5. РОБОТА КАНАЛУ ІНДИКАЦІЇ ПРИЦІЛЬНОЇ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ СТАНЦІЇ

5.1. Призначення, склад і принцип побудови каналу індикації

Канал індикації призначено для формування та відтворення на екрані СБІ командно-пілотажних (КП), радіолокаційних (РЛ) та теплопеленгаційних (ТП) візміток залежно від режиму роботи комплексу радіскерування (РК).

До складу каналу індикації входять блоки:

- 45 - блок обробки КП інформації;
- 35 - блок обробки РЛ інформації;
- II - блок обробки ТП інформації;
- 23 - блок обробки інформації від РСН-6С;
- 25 - блок телевізійних камер;
- 15 - блок розгортки;
- 05 - індикатор;
- 57 - стабілізатор струму фокусування;
- 65 - блок автономного регулювання яскравості;
- 67 - блок терморегулювання телевізійних камер;
- 75 - блок дистанційного регулювання каналу індикації.

Для суміщення цієї інформації на загальному індикаторі використовується телевізійний засіб, для чого кожний вид інформації відображається спочатку на своєму індикаторі, після чого зображення проєктується на мішені видиконів телекамер. Потім ці зображення складаються в одне, що проєктується в нескінченність за лінійну зору пілота та спостерігається на відображувачі АСН-23-Д.

5.2. Прилад обробки та індикації командно-пілотажної інформації

Функціональну схему каналу індикації зображено на рис. 5.1. Прилад призначено для формування КП інформації на екрані СБІ.

До складу приладу обробки та індикації входять:

- блок 45;
- блок 28;

- Індикатор Л4;
- блок 25.

Принцип побудови приладу: КП інформація від датчиків надходить на перетворювачі вхідних сигналів, що служать для узгодження електронного комутатора з датчиками КП сигналів.

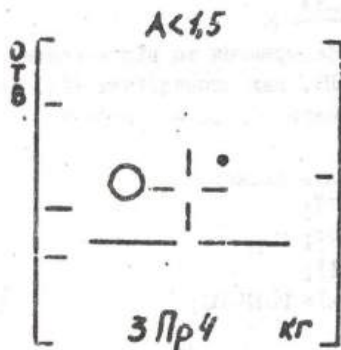


Рис. 5.2

У перетворювачах ці сигнали перетворюються в постійні напруги, що надходять на електронний комутатор, який являє собою сукупність селекторів. Команди з вхідних сигналів надходять на свій селектор. Далі сигнали перетворюються в розгортаючі струми для системи, що відхиляє кінескоп Л4 блока 25. КП мітки формуються на екрані Л4 у вигляді різноманітних індексів (рис. 5.2).

Для формування розгортаючих напруг служать генератор синусо-

їдальної напруги.

Управління селекторами електронного комутатора здійснюється із синхронізатора. Для висвітлення КП міток використовуються імпульси позитивної полярності схеми блокування.

5.3. Погляд обробки та індикації радіолокаційної інформації

Прилад призначено для формування РД інформації на екрані індикатора.

До його складу входять блоки:

- 35 - блок обробки РД інформації;
- 25 - індикатор Л5.

Запуск приладів формування струмів розгортки здійснюється імпульсами t_0 , що надходять з блока ОЗ на ГПН, який формує імпульси пилкоподібної форми з тривалістю, що відповідає шкалам далькості: 240, 120; 60, 30 км.

У режимі огляду на екрані СБІ формується розгортка "далькість - азимут". Напруга ГПН подається на підсилювач Y , а на підсилювач X надходить напруга, пропорційна азимуту антени φ_r . У режимі супроводжування формується тільки розгортка за

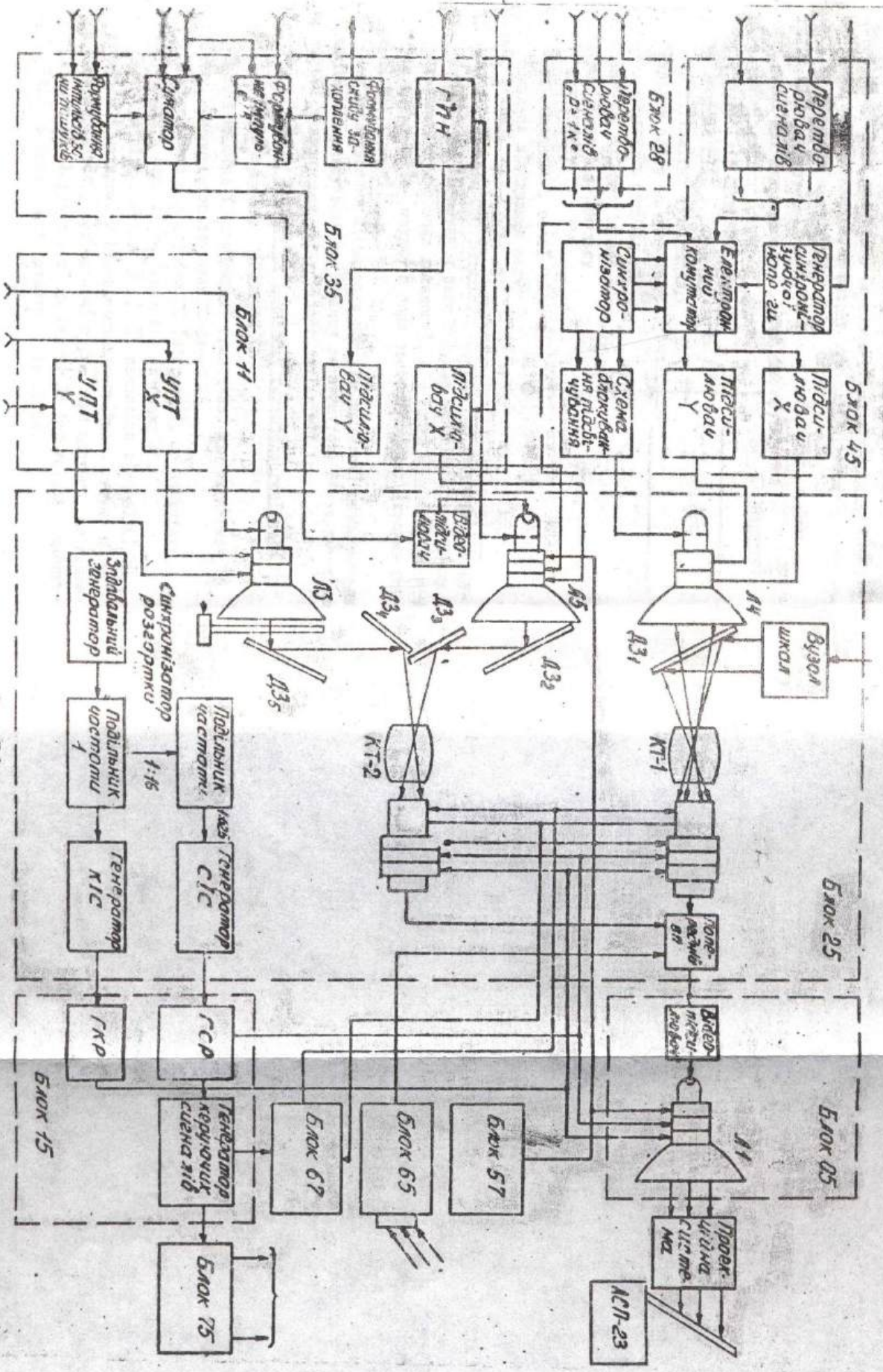


Рис. 51

далекістю. Імпульси цілі з блоків 03, 19 подаються на суматор блока 35. Сюди ж надходять імпульси міток пізнання та міток зони пошуків далекоміра. З виходу суматора відеосигнали надходять на кінцевий відеопідсилювач (ВІ) індикатора і далі - на катод Л5. Для формування міток пізнання надходять імпульс від СР30 апаратури та імпульс цілі з блока 03 для селекції мітки пізнання. При їхньому збігу за часом на суматор надходить імпульс пізнання $\tau = 5$ мкс із затримкою 16 мкс від імпульсу цілі (рис. 5.3).

При захопленні своєї цілі імпульси пізнання надходять в схему блокування АЗ.

Рис. 5.3

Після накопичування 200 імпульсів (0,2 с) РЕС переходить у режим пошуків. Для формування зони пошуків за дальністю з блока 06 надходять імпульси зони дальності, а з блока 01 - імпульси зони азимута (φ_{Γ}). Із імпульсів зони за допомогою диференціювання формуються два короткі імпульси.

Час засвічування міток зони пошуків дальності визначається тривалістю імпульсу зони захоплення за азимутом. В результаті на екрані СЕІ з'являються дві горизонтальні лінії (рис. 5.3).

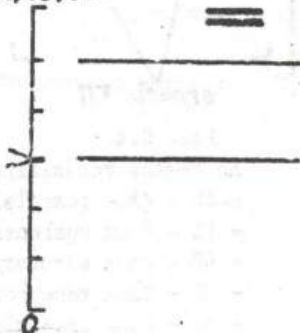
5.4. Прилад обробки та індикації теплодеформаційної інформації

Прилад обробки ТП інформації призначено для спряження ТП з електроіпромежевою трубкою Л3 блока 25.

До складу приладу обробки ТП інформації, що надходить з ТП-23Е, входять блок ПІ та індикатор Л3 блока 25.

На входи підсилювачів X і Y подаються відповідні ТП за азимутом і нахилом. У підсилювачах постійного струму ці сигнали перетворюються у розгортаючі струми для системи, що підключає кінескоп Л3. У результаті на екрані Л3 формується прямокутний ТП РАСТР в координатах азимут - кут місця.

240, 120, 60, 30



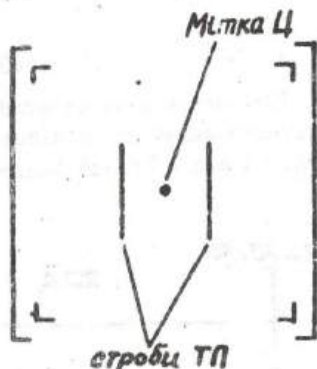


Рис. 5.4

Відеосімпульси цілі з ТП-23Е надходять транзитом через блок ІІ безпосередньо на модулятор трубки ІЗ. Вигляд ТП інформації зображено на рис. 5.4.

5.5. Принцип побудови схеми перетворення та індикації

Телевізійну схему призначено для оптико-електронного перетворення КП, РІ і ТП світлової інформації в єдиний TV-сигнал та його відображення на загальному індикаторі.

До складу телевізійної схеми входять блоки:

- 25 - блок телевізійних камер;
- 15 - блок розгортки;
- 65 - блок автоматичного регулювання яскравості;
- 57 - блок терморегулювання;
- 57 - блок стабілізації струму фокусування;
- 75 - блок дистанційного регулювання.

Світлові зображення на Л4 проєктуються на відповідні ділянки мішені видикона за допомогою напівпрозорого дзеркала та об'єктива О₁, встановленого в телекамеру КТ-1. Світлове зображення запісується на мішені видикона у вигляді потенціального рельєфу.

Для нормальної роботи мішені блок 67 підтримує постійність робочої температури ($t = 25...30^{\circ}$). Зчитування потенціального рельєфу з мішені здійснюється електричним променем видикона, розгортка - блоком 15, фокусування променів - блоком 57.

Сигнал зчитування після попереднього підсилення в телевізійній камері надходить у проміжний ВП блока 25. Світлове зображення РІ і ТП інформації за допомогою дзеркал 2-5, об'єктива О₂ проєктуються на відповідні ділянки мішені КТ-2 і далі - на передній ВП, з якого єдиний телевізійний сигнал подається на ВП телевізійного індикатора (блок 05) і далі - на модулятор кінескопа ЛІ. Яскравість зображення на телевізійному індикаторі регулюється блоком 65. Зображення з екрана і за допомогою оптичної системи проєктуються в нескінченність і спостерігається

на відомому склі АСП-23Д.

Для регулювання розмірів растрів розгортки видиконів КТ-І, КТ-2 і телевізійного індикатора та їх центрування використовується блок дистанційного настроювання (блок 75).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ТА РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Радиоэлектронное оборудование летательных аппаратов : В 2 ч. / Под ред. В.И. Гертоградова. М., 1978. Ч. 2.

2. Радиоэлектронное оборудование прицельной системы С-23-Д-Ш / Под ред. М.В. Максимова. М., 1975.

ЗМІСТ

1. ПРИНЦИП ПОБУДОВИ БЛОКА СИНХРОНІЗАТОРА ПРИЦІЛЬНОЇ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ СТАНЦІЇ.	3
1.1. Призначення та склад блока синхронізатора.	3
1.2. Принцип формування імпульсів блока синхронізатора.	3
1.3. Захист від синхронних і несинхронних імпульсних перешкод.	5
2. РОБОТА КАНАЛУ КЕРУВАННЯ АНТЕНОЮ В РІЗНИХ РЕЖИМАХ.	8
2.1. Призначення, склад та основні характеристики каналу керування антеною.	8
2.2. Робота каналу керування антеною при пошуках цілі в режимі великих і середніх висот.	9
2.3. Робота каналу керування антеною при супроводженні цілі в режимі великих і середніх висот.	12
2.4. Робота каналу керування антеною при пошуках цілі в режимі малих висот.	13
2.5. Робота каналу керування антеною при супроводженні цілі в режимі малих висот.	13
2.6. Принцип побудови схеми захисту від мерехтливої перешкоди.	14
3. РОБОТА ДАЛЕКОМІРНОГО КАНАЛУ ПРИЦІЛЬНОЇ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ СТАНЦІЇ.	15
3.1. Призначення, склад та основні характеристики далекомірного каналу прицільної радіолокаційної станції.	15
3.2. Принцип роботи великого далекоміра прицільної радіолокаційної станції.	16
3.3. Принцип роботи автомата захоплення великого далекоміра.	17
3.4. Принцип роботи далекоміра малих дальностей.	18
4. РОБОТА СИСТЕМИ СЕЛЕКЦІЇ РУХОМИХ ЦІЛЕЙ ПРИЦІЛЬНОЇ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ СТАНЦІЇ.	19
4.1. Робота системи селекції рухомих цілей на етапі пошуків цілі.	19
4.2. Робота системи селекції рухомих цілей на етапі супроводжування цілі.	20

5. РОБОТА КАНАЛУ ІНДИКАЦІЇ ПРИЦІЛЬНОЇ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ СТАНЦІЇ.	21
5.1. Призначення, склад і принципи побудови каналу Індикації.	21
5.2. Прилад обробки та індикації командно-пілотажної Інформації.	21
5.3. Прилад обробки та індикації радіолокаційної Інформації.	22
5.4. Прилад обробки та індикації тепlopеленгаційної Інформації.	23
5.5. Принципи побудови схеми перетворення та Індикації.	24
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ТА РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.	25

Костянтин Володимирович Скульський
Ігор Володимирович Луцько

РОБОТА ПРИЦІЛЬНОЇ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ СТАНЦІЇ
В РІЗНИХ РЕЖИМАХ

Редактори: Н.М. Сигульська,
Л.О. Кузьменко

Зв. план, 1998

Підписано до друку 03.09.98

Формат 60x84 1/16. Папір офс. № 2, Офс. друк.

Умовн.-друк. арк. 2. Облік.-вид. арк. 2,25. Т. 50 прим.

Замовлення 160. Ціна вільна

Державний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
"Харківський авіаційний інститут"

310070, Харків-70, вул. Чкалова, 17

Ротапринт друкарні "ХАІ"

310070, Харків-70, вул. Чкалова, 17