

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний аерокосмічний університет
ім. М.Є. Жуковського
"Харківський авіаційний інститут"

629.43

C 46

К.В. Скульський

РАДІОЕЛЕКТРОННЕ УСТАТКУВАННЯ ЛІТАЛЬНИХ
АПАРАТІВ

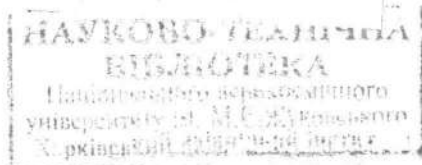
Навчальний посібник

Научно-техническая
библиотека
"ХАИ"



mt0224035

Затверджено Міністерством
Освіти України як навчальний
для студентів вищих
навчальних закладів



Харків "ХАИ" 2002

УДК 629.735.33.0523 (075.8)

Радіоелектронне устаткування літальних апаратів / К.В. Скульський.
– Навч. посібник. – Харків: Нац. аерокосмічний ун-т "Харк.
авіац. ін-т", 2002. – 165 с.

ISBN 966-662-017-0

Викладено основні відомості про призначення, тактико-технічні дані та принцип роботи деяких видів радіоелектронного устаткування літальних апаратів. Наведено їх функціональні схеми. Розглянуто питання розташування радіоелектронного устаткування на літальному апараті та призначення органів керування і контролю.

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

Іл. 72. Табл. 5. Бібліогр.: 6 назв.

Рецензенти: д-р техн. наук, проф. А.В. Кобзєв,
д-р техн. наук А.Ф. Величко,
канд. техн. наук, доц. М.І. Зинов'єв

Гриф надано 17.06.2002 Міністерством освіти і науки України

ISBN 966-662-017-0

© Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
"Харківський авіаційний інститут", 2002 р.

ВСТУП

Різноманітність бойових задач, що вирішуються авіацією, – обширність районів бойових дій, висока маневреність авіаційних частин і з'єднань, швидкодія повітряних боїв, різкі й раптові зміни бойової обстановки на землі та в повітрі, часті зміни метеорологічних умов, дії авіації вдень і вночі – все це викликає необхідність мати як на землі, так і на борту літальних апаратів досконалі радіотехнічні засоби. Бойові можливості та ефективність застосування бойових літальних апаратів значною мірою визначаються установленим на них радіоелектронним устаткуванням. Без використання радіоелектронних засобів нині політ літального апарата неможливий.

Радіоелектронне устаткування літальних апаратів можна умовно поділити на три групи: радіоапаратура зв'язку; радіоапаратура літаководіння і посадки; радіоапаратура пошуку, розпізнавання, сповіщення й активної відповіді.

Радіоапаратура зв'язку необхідна для забезпечення зв'язку між літальними апаратами в повітрі і літальними апаратами та наземними пунктами керування, внутрішнього зв'язку між членами екіпажу, а також для вирішення спеціальних завдань: пеленгації, визначення місцезнаходження членів екіпажу, що зазнали лиха, приводу вертольотів і т. д. До них належать командні, зв'язкові й аварійні радіостанції, а також літакові переговорні прилади.

Радіоапаратура літаководіння і посадки дозволяє успішно вирішувати задачі літаководіння і посадки в складних метеорологічних умовах. Процес літаководіння складається з навігаційного визначення в польоті (місцезнаходження літального апарата, напрямку, швидкості та висоти польоту) і пілотування. До складу радіоапаратури входять: автоматичні радіокомпаси, радіоапаратура системи ближньої навігації, радіовисотоміри та маркерні радіоприймачі.

Радіоапаратура пошуку, розпізнавання, сповіщення і активної відповіді призначена для пошуку і перехоплення повітряного противника, визначення державної належності літальних апаратів, попередження екіпажу про опромінення літального апарата радіолокаційною станцією перехоплення і прицілювання, індивідуального розпізнавання літальних апаратів. До складу радіоапаратури пошуку входять: радіолокаційна станція перехоплення і прицілювання, станція сповіщення про опромінення, радіоапаратура розпізнавання державної належності та літакові відповідачі.

Важливість і складність функцій, що виконуються радіоелектронним устаткуванням літаків, і специфічність умов його експлуатації ставлять

надто високі тактико-технічні вимоги до літакової радіоелектронної апаратури. Найзагальніші з них:

1. Нормальна працездатність в умовах змінних параметрів атмосфери (тиску, температури, вологості), впливу перевантажень, вібрації і перешкод.
2. Безпека в експлуатації та висока надійність протягом заданого терміну служби за різних умов експлуатації.
3. Мінімальний час приведення в робочий стан.
4. Зручність і простота експлуатації апаратури льотним та інженерно-технічним складом, мінімальна кількість органів керування, настройки і контролю.
5. Захищеність від взаємних перешкод, що створюються при роботі устаткування.
6. Мінімальна маса і габарити, взаємообмін вузлів і блоків.

1. РАДІОАПАРАТУРА ЗВ'ЯЗКУ

1.1. Загальні відомості про організацію радіозв'язку

Зв'язок будь-якого вигляду призначений для передачі повідомлень від відправника до одержувача. Радіозв'язок здійснюється за допомогою системи зв'язку, яка складається з передавача, приймача і лінії зв'язку. В передавачі повідомлення перетворюються в електричний сигнал, що надходить на лінію зв'язку. Типову структурну схему авіаційного радіопередавача показано на рис. 1.1.

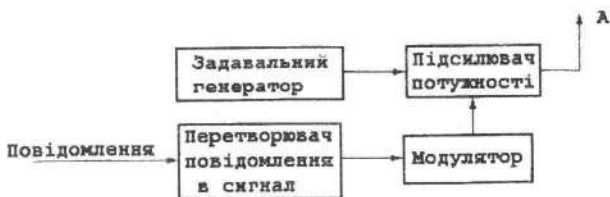


Рис. 1.1

Радіосигнал створюється з високочастотних коливань струму, одержаного в задавальному генераторі (кварцовому), посилених у підсилювачі потужності і промодульованих керуючою напругою з модулятора за законом повідомлення, що передається. Лінія зв'язку – це середовище або простір, в якому відбувається поширення радіохвиль від передавача до приймача. Приймач, який знаходиться на іншому кінці

лінії зв'язку, здійснює зворотне перетворення електричного сигналу в повідомлення, що надходить до одержувача. Типову структурну схему авіаційного радіоприймача супергетеродинного типу показано на рис. 1.2.



Рис. 1.2

У такому радіоприймачі радіосигнал посилюється не на частоті сигналу, що приймається, а на проміжній частоті, що утворюється на виході перетворювача частоти.

Авіаційні радіостанції являють собою сукупність радіоприймального і радіопередавального приладів, що працюють на одну антену. Залежно від кількості одночасних повідомлень, що передаються, розрізняють одноканальні і багатоканальні радіостанції. В одноканальних станціях одночасно здійснюється передача одного повідомлення, в багатоканальних - декілька повідомлень по даній лінії зв'язку.

За порядком обміну повідомленнями системи зв'язку можуть бути симплексними і дуплексними. При симплексному зв'язку радіостанції поперемінно працюють на передачу і приймання на одній хвилі. Коли один кореспондент веде передачу, другий у цей момент має бути на прийманні. При симплексному зв'язку не можна одночасно вести радіообмін в обох напрямках і заважати кореспонденту, який працює на передачу, наприклад, з метою з'ясування незрозумілої частини повідомлення. При дуплексному зв'язку забезпечується радіообмін одночасно в двох напрямках. У цьому випадку в будь-який момент можна передати повідомлення кореспонденту, який працює на передачу, перервати його, не чекаючи, коли він закінчить передачу і перейде на приймання.

В авіації радіозв'язок у більшості випадків є єдиним засобом безперервного керування літаками в польоті та їхньої взаємодії між собою і з іншими родами військ.

З метою керування бойовими операціями організується радіозв'язок командування, взаємодії, тилу і сповіщення для вирішення таких задач:

- 1) керування авіаційними частинами і підрозділами на землі і в повітрі;
- 2) взаємодія авіаційних з'єднань і частин з іншими родами військ;
- 3) керування авіаційно-технічними і тилловими частинами Військово-Повітряних Сил (ВПС);
- 4) сповіщення авіаційних частин на землі та екіпажів у повітрі про виявлення противника, метеоумови та ін.

Кожний вид зв'язку можна організувати за методом радіомережі та радіонапряму.

Радіомережа утворюється групою радіостанцій, що повинні підтримувати між собою зв'язок, з загальними для них радіоданими (хвиля, позивний шифр, код та ін.). При зв'язку в радіомережі одна із станцій (станція старшого командира) є основною, і на неї покладається керування роботою всіх станцій в мережі. Приймання і передача ведуться на одній основній хвилі, загальній для всіх кореспондентів. За наявності перешкод на цій хвилі за командою основної станції здійснюється перехід на запасну хвилю, яких може бути декілька. При такій організації зв'язку всі кореспонденти можуть мати по одному прийомопередавачу і можлива передача провідною станцією одного тексту всім кореспондентам. Недоліком такого зв'язку є необхідність чекання своєї черги для передачі.

Зв'язок за радіонапрямом характеризується тим, що на кожную лінію зв'язку виділяються самостійні радіозасоби з самостійними радіоданими. Цей засіб зв'язку є більш оперативним, ніж зв'язок в радіомережі, і використовується на найважливіших лініях зв'язку.

У деяких випадках застосовуються комбіновані засоби зв'язку за допомогою радіомереж і радіонапряму. При такому способі основна радіостанція веде передачу по радіомережі на хвилі свого передавача, а приймання – по радіонапрямам на хвилі передавачів підпорядкованих радіостанцій.

Основною організаційно-технічною одиницею зв'язку в авіації є вузол зв'язку. До його складу входять радіотехнічні засоби зв'язку як в наземних, так і в повітряних радіомережах і радіонапрямах.

Авіаційно-бортові радіостанції класифікуються так:

- 1) за цільовим призначенням: командні - для ближнього радіозв'язку; зв'язкові - для дальнього радіозв'язку; аварійні - для подачі сигналу лиха з місця вимушеного приземлення;
- 2) за діапазоном хвиль: ультракороткохвильові (УКХ) і короткохвильові (КХ);
- 3) за виглядом сигналів, що передаються: телефонні та телеграфні.

КХ радіостанції, як правило, є телеграфно-телефонними, а УКХ - телефонними і частотно-телеграфними.

Основні характеристики авіаційних радіостанцій: дальність дії, діапазон робочих частот, кількість хвиль, потужність передавача, чутливість приймача, вага.

Всі літакові радіостанції, як правило, здійснюють симплексний зв'язок в УКХ діапазоні і є одноканальними станціями. Однак під терміном "кількість каналів" розуміється кількість хвиль (частот), на які радіостанція може бути заздалегідь настроєна.

1.2. Радіостанція Р-832М

Радіостанція Р-832М є зв'язковою командною радіостанцією, призначеною для встановлення зв'язку в телефонному режимі між літаками і командним пунктом керування без пошуку і підстроювання частоти.

Основні тактико-технічні дані:

діапазон робочих частот:

УКХ - 118... 140 МГц ($\lambda = 2.54... 2.14$ м),

ДЦХ - 220... 389.95 МГц ($\lambda = 1.36... 0.77$ м);

кількість фіксованих хвиль зв'язку:

УКХ - 617; ДЦХ - 3400 (через 50 кГц).

Чутливість приймача - не гірше 4 мкВ. Потужність передавача $P=15$ Вт. Дальність двостороннього зв'язку між літаками на висоті 1000 м складає 150 км, між наземними радіостанціями і літаком залежно від висоти польоту дорівнює: при $H=1000$ м $D=120$ км; при $H=5000$ м $D=230$ км; при $H=10000$ м $D=350$ км.

Час переходу з одного каналу на інший - не більше 4 с, з приймання на передачу - не більше 0.5 с. Режим роботи при обов'язковому охолодженні та циклі роботи: 1 хв - в режимі ПЕРЕДАЧА, 3 хв - в режимі ПРИЙМАННЯ - до 12 год. Маса станції без з'єднувальних кабелів - 27 кг. Електроживлення: постійним струмом від бортмережі - 27 В; змінним струмом від генератора СГК-30/1.5 напругою 115 В - 400Гц. При виході з ладу основного генератора змінного струму СГК-живлення автоматично перемикається на перетворювач ПТО-1000/1500 при ввімкненому тумблері ЗАПУСК ПТО.

Принцип роботи радіостанції розглянемо за функціональною схемою радіостанції (рис. 1.3).

Передавальний тракт призначено для формування і підсилення сигналів високої частоти в УКХ і ДЦХ (дециметрові хвилі) діапазонах, модулювання цих сигналів напругою звукової частоти і випромінювання їх у простір за допомогою антени у вигляді електромагнітних хвиль.

Робочий діапазон передавача як в УКХ, так і в ДЦХ діапазонах формується у другому змішувачі передавача (він же є першим підсилювачем високої частоти (ПВЧ) приймача). Сюди надходить напруга частоти плавного генератора (блок 83) в діапазоні частот 65.008... 121.658 МГц, яка помножується множителем утричі (195.025... 364.975 МГц), і напруга проміжної частоти (ПЧ) передавача 24.965 МГц (перша ПЧ приймача). В результаті додавання формується робочий діапазон частот 220... 389.95 МГц передавача.

Проміжна частота передавача утворюється в першому змішувачі передавача через змішування сигналу першого гетеродина 22.559 МГц та сигналу з частотою 2.406 МГц датчика опорних частот.

Коливання, одержані в другому змішувачі передавача, посилюються трьома каскадами ПВЧ і надходять на вхід саме передавача (блок 41).

Блок 41 складається з трьох каскадів підсилювача потужності. Анодні навантаження являють собою укорочені півхвильові коаксіальні контури, спряжені за діапазоном. Перестроювання контурів виконується за допомогою конденсаторів змінної ємності, які механічно зв'язані загальною віссю.

Сигнал з ларингофонів, підсилений трьома каскадами підсилювача низької частоти (ПНЧ), подається на передостанній та останній (вихідний) каскади ПВЧ передавача для амплітудної модуляції. Застосування модуляції на два каскади дозволяє одержувати глибоку і неперекручену модуляцію.

Амплітудно-модульоване коливання високої частоти передавача через контакти антенного реле та фільтр НЧ надходять в антену і випромінюються в простір у вигляді електромагнітних коливань.

Напруга сигналу самопрослуховування знімається з окремої обмотки вихідного трансформатора останнього каскаду і через контакти реле, розташованого в розподільній панелі, подається на вихід ПНЧ приймача для контролю нормальної роботи передавача.

Обмотка реле вмикається в колекторне коло каскаду вмикання самопрослуховування, що відмикається напругою негативного знаку, яка з'являється на резисторі кола сітки вихідного каскаду при роботі передавача. Величина напруги самопрослуховування регулюється потенціометром, виведеним під гвинт на розподільну панель (на схемі не показано).

В УКХ діапазоні 118... 140 МГц робота тракту здійснюється таким же чином, як і в ДЦХ діапазоні, тільки замість напруги плавного гетеродина використовується напруга першої гармоніки частоти плавного генератора в діапазоні 93.012... 115.012 МГц, а проміжна частота передавача 24.988 МГц утворюється в першому змішувачі передавача через

змінення коливань першого гетеродина 22.559 МГц і гетеродина УКХ 2.429 МГц.

Приймальний тракт радіостанції призначено для виділення і підсилення сигналу, що приймається в УКХ і ДЦХ діапазонах, перетворення його в напругу проміжної частоти та одержання напруги звукової частоти.

Приймальний тракт виконується за супергетеродинною схемою з триразовим перетворенням (пониженням) частоти. Цей процес забезпечує високу чутливість і вибірність по сусідньому і дзеркальному каналах.

1.2.1. Приймання сигналів дециметрового діапазону хвиль

Під час роботи радіоприймача в діапазоні 220... 389.95 МГц сигнал через фільтр НЧ, контакти антенного реле, яке комує вхід першої лампи блока ВЧ, надходить на вхід чотирикасадного ПВЧ. Анодні контури являють собою півхвильові розімкнені коаксіальні лінії, укорочені ємностями. Це забезпечує пропускання в смугі сигналів близько 2 МГц, ослаблення по дзеркальному каналу першої ПЧ не менше 60 дБ.

Підсилений сигнал надходить на перший змішувач. На цей самий змішувач надходять потроєні (помножені) коливання з плавного гетеродина 65.008... 121.658 МГц: 195.025... 364.975 МГц. Потім коливання першої проміжної частоти, що дорівнюють 24.965 МГц, посилені в підсилювачі першої ПЧ, надходять на другий змішувач. Сюди також надходять коливання з другого гетеродина з частотою 22.075 МГц. Коливання другої проміжної частоти 2.890 МГц надходять на третій змішувач. Як коливання третього гетеродина використовують одержані шляхом багаторазового перетворення в датчикові опорних частот коливання високочастотних хвиль першого (плавного) гетеродина з частотою 2.406 МГц.

Внаслідок змішування цих сигналів у третьому змішувачі утвориться третя проміжна частота 484 кГц. В колекторне коло третього змішувача вмикається електромеханічний фільтр (ЕМФ), настроєний на частоту 43 кГц. Він забезпечує основну вибірність приймального тракту радіостанції. Полоса пропускання - на рівні 0.5, коефіцієнт прямокутності - не гірше 3.

Сигнал третьої проміжної частоти підсилюється в чотирьох каскадах ППЧ (Ш).

Напруга звукової частоти, що з'являється на навантаженні детектора через емітерний повторювач і контакти реле, які відмикають блок НЧ від блока ПЧ в режимі ПЕРЕДАЧА, подається на повторювач і трикасадний підсилювач звукової частоти (ПЗЧ). З виходу ПЗЧ напруга звукової частоти через пульт керування надходить на телефони льотчика.

У приймачі застосовано автоматичне регулювання підсилення (АРП), призначене для автоматичного підтримання постійної напруги на виході приймального тракту при зміні напруги на його вході. АРП складається з двох кілець. Перше кільце охоплює каскади підсилювача третьої ПЧ, друге - каскади підсилювача ВЧ.

У радіостанції застосовується глушник шумів (ГШ), призначений для виключення прослуховування власних шумів приймача в телефонах льотчика. ГШ за допомогою контакту реле РЗ шунтує навантаження емітерного повторювача, напруга з якого надходить на блок НЧ.

У разі появи на вході приймача сигналу, що перевищує поріг спрацьовування ГШ, реле глушника шумів спрацьовує (розриває коло, яке шунтує навантаження) і напруга звукової частоти подається на вхід ПНЧ. Поріг вмикання ГШ регулюється потенціометром, який знаходиться на пульті керування ГШ радіостанції. За бажанням льотчика глушник можна вимкнути за допомогою тумблера ГШ на пульті керування.

1.2.2. Режим приймання сигналів УКХ діапазону

Під час роботи радіоприймача в УКХ діапазоні 118... 140 МГц сигнал з антени надходить на той самий чотирикаскадний ПВЧ, але у цьому випадку змінюється анодний контур. У розрив центральної жили коаксіальної лінії кожного каскаду за допомогою контактів вмикається котушка індуктивності, що разом з конденсатором на початку і в кінці коаксіальної лінії утворює УКХ контур. Смуга пропускання ВЧ тракту в діапазоні УКХ - приблизно 1 МГц.

Далі підсилення і перетворення відбувається так само, як і в ДЦХ, але з тією лише різницею, що в перший змішувач з плавного генератора подається сигнал з частотою 93.012... 115.012 МГц, внаслідок чого утвориться перша проміжна частота 24.988 МГц. Друга проміжна частота УКХ діапазону дорівнює 2.913 МГц.

Для одержання третьої проміжної частоти 484 кГц замість сигналу з частотою 2.406 МГц, що подається з датчика опорних частот (ДОЧ), використовується сигнал з частотою 2.429 МГц (третьій гетеродин УКХ). Перша ПЧ в УКХ діапазоні частот зміщується відносно першої ПЧ в ДЦХ діапазоні у зв'язку з тим, що формула перетворення частот ДЦХ діапазону в частоти УКХ діапазону має вигляд

$$F_{\text{ДЦХ}} = 3F_{\text{УКХ}} - 50$$

Система компенсації нестабільності частоти приймального і передавального трактів. Для підвищення стабільності частоти приймача і передавача в радіостанції Р-832М застосовується система компенсації

в діапазоні ДЦХ. У діапазоні УКХ задана стабільність частоти забезпечується без системи компенсації.

Основним джерелом нестабільності частоти є плавний генератор, частота якого після потроєння використовується як частота гетеродина в режимах ПРИЙМАННЯ і ПЕРЕДАЧА.

Компенсація нестабільності частоти приймача досягається застосуванням як напруги третього гетеродина приймача напруги перетвореної частоти плавного генератора. При цьому перетворення частоти здійснюється таким чином, що відхід частоти третього гетеродина дорівнює і протилежний за знаком відходу частоті першого гетеродина. Ця напруга створюється шляхом п'ятикратного перетворення частоти генератора блока 83 в ДОЧ.

Позначивши результуючу частоту кварцового генератора блока ДОЧ як $f_{ном}$, можна записати формулу для кожної фіксованої частоти радіостанції: $f_g = f_T - f_{n,з}$, де f_g – частота дискримінатора; $f_{n,з}$ – частота плавного генератора.

З формули випливає, що підвищення $f_{n,з}$ на величину Δf приводить до зменшення частоти f_g на таку ж саму величину, і навпаки. Напруга потроєної частоти $f_{n,з}$ надходить на перший змішувач приймача, а напруга потроєної частоти f_g – на третій змішувач приймача.

Оскільки $f_{n,з} \cdot 3$ і $f_g \cdot 3$ рівні і протилежні за знаком, третя проміжна частота приймача залишається постійною за наявності нестабільності $f_{n,з}$, тобто нестабільність частоти компенсується в третьому змішувачі. Компенсація частоти передавача здійснюється в процесі формування частоти сигналу передавача.

На другий змішувач передавача подається напруга плавного гетеродина, яка є утроєною за частотою напруги плавного генератора.

Для одержання частоти сигналу необхідно подати на той самий змішувач напругу з частотою, що дорівнює першій проміжній частоті приймача. Напруга цієї частоти знімається з першого змішувача передавача, на який подаються напруга гетеродина f_{zem} , стабілізованого кварцем, і потроєна частота f_g . Тому частота сигналу утворюється через додавання частот $f_{n,з} \cdot 3$, $f_g \cdot 3$ і f_{zem} :

$$f_c = (f_{n,з} \cdot 3) + (f_g \cdot 3) + f_{zem}.$$

Звідси випливає, що відхід частот $f_{n,з} \cdot 3$ і $f_g \cdot 3$, рівних і протилежних за знаком, компенсує нестабільність частот у другому змішувачі передавача і забезпечує постійність частот сигналу.

Режим частотної телеграфії (ЧТ). Для приймання і передачі інформації ЧТ в радіостанції передбачається режим ЧТ.

Вмикання радіостанції у режим ЧТ і передача інформації виконуються таким чином.

Від апаратури ЧТ надходить сигнал автоматичного керування з напругою +27 В, за допомогою якого радіостанція вмикається у режим ПЕРЕДАЧА. Водночас напруга +27 В подається від апаратури ЧТ в блок 6М - схему формування опорної напруги. Таким чином відбувається підготовка до передачі інформації.

При встановленні номінальної потужності передавача вмикається каскад самопрослуховування і сигнал готовності подається в апаратуру ЧТ. Після одержання сигналу готовності апаратура ЧТ виробляє 0 В, що відповідає посилці «0», +10 В - посилці «1». Це сприяє тому, що перший гетеродин передавача при посилці «0» генерує сигнал з частотою 22.556 МГц, а при посилці «1» - 22.562 МГц.

Модульований за частотою сигнал надходить на перший змішувач передавача і далі звичайним шляхом – у тракт передавача.

При переході на приймання сигнал автоматичного керування вмикається від апаратури ЧТ і радіостанція перемикається в режим "Приймання".

Модульований за частотою сигнал минає приймальний тракт і надходить в блок 52, де формуються відеоімпульси позитивної полярності, які подаються на апаратуру ЧТ.

Система дистанційної настройки радіостанції за принципом дії відноситься до полуавтоматичної системи, в якій оператор з пульта керування дистанційно перемикає ДОЧ на будь-яку частоту, а настройка всіх інших елементів радіостанції здійснюється автоматично за вибраною опорною частотою.

Система дистанційної настройки вирішує три основні задачі:

- вибір опорної частоти;
- автоматичну настройку плавного гетеродина за вибраною частотою;
- настройку спряжених контурів приймача.

Дистанційне встановлення опорної частоти здійснюється в ДОЧ.

Автоматична настройка плавного гетеродина за вибраною опорною частотою забезпечується за рахунок послідовної дії електромеханічної системи пошуку і системи автоматичного підстроювання частоти. При роботі означених систем індикатором настройки є частотний дискримінація ДОЧ.

Електромеханічна система пошуку впливає на частоту настройки плавного гетеродина шляхом обертання ротора конденсатора змінної ємності. Система автоматичного підстроювання, що визначає кінцеву

точність настройки, впливає на настройку гетеродина двома способами: за допомогою механічного керувального елемента (електродвигуна) і електронного керувального елемента (фероваріометра).

З метою уникнення хибної настройки поряд з означеними системами в радіостанції застосовується система вибору сектора (піддіапазону). Залежно від вибраної опорної частоти система вибору сектора визначає піддіапазон, в межах якого знаходиться необхідна частота, і вимикає ДОЧ, якщо частота гетеродина виходить за межі означеного піддіапазону.

Одночасно з настройкою плавного гетеродина настроюються механічно спряжені з ним контури приймача і передавача.

Для дистанційного керування ДОЧ, що здійснюється з винесеного пульта керування, застосовується 14-розрядний код. Роль кодових датчиків виконують два пристрої набору частоти – набірний пристрій (НП) і запам'ятовуючий пристрій (ЗП) на 20 каналів (частот).

Пошук вибраної опорної частоти здійснюється в межах всього діапазону за допомогою електродвигуна, який живиться від підсилювача постійного струму. Пошуком керує тригер з двома стійкими станами, які змінюються по краях діапазону позитивним або негативним сигналом залежно від положення ротора секторного перемикача (СП). Пошук відбувається доти, доки частота плавного гетеродина не потрапить в смугу захоплення системи автоматичного підстроювання частоти (АПЧ). У цьому випадку вихідна напруга тригера відмикається від входу підсилювача постійного струму (ППС) під впливом напруги, що знімається з детектора блока ДОЧ. З цього моменту тригером керує напруга дискримінатора.

Напруга дискримінатора використовується для точного настроювання і підстроювання плавного гетеродина. Налаштування за дискримінатором починається з моменту, коли частота плавного гетеродина потрапляє в смугу захоплення АПЧ. Напруга виходу тригера відмикається від входу ППС, а на його вхід подається напруга дискримінатора, яка водночас через фільтр АПЧ подається на вхід електронного керувального елемента (ЕКЕ). ЕКЕ змінює частоту плавного гетеродина шляхом змінювання в контурі реактивного опору. Таким чином, настройка частоти плавного гетеродина здійснюється за допомогою двох керувальних елементів – механічного та електронного. Після настроювання на задану частоту настає стан, що відповідає режиму утримання. На цьому процес настройки завершується. Механічний і електронний елементи починають працювати спільно в режимі автонастройки. ЕКЕ компенсує швидкі збурення, а механічний - повільні зміни частоти, викликані дестабілізуючими факторами.

Функціональні зв'язки Р-832М з бортовим комплексом здійснюються через підсилювач - блок РИ-65-30 з комплексу апаратури мовного інформатора РИ-65. Блок забезпечує один рівень всіх сигналів РЕУ і можливість одночасного прослуховування в телефонах льотчика сигналів такого обладнання: радіостанції Р-832М, станції С-3М, системи ближньої навігації і посадки РСБН-6С, радіокомпаса АРК-15М, радіовисотоміра РВ-4, маркерного радіоприймача МРП-56П, бортової апаратури АРЛ-СМ і системи озброєння.

У випадку зникнення всіх або декількох сигналів у телефонах (виходу з ладу блока РИ-65-30) слід увімкнути тумблер "АВАР. ТЛФ" на вертикальній частині правого пульта.

1.3. Радіостанція Р-855УМ

Літакові аварійні радіостанції призначені для подачі сигналів лиха, а також для зв'язку між членами екіпажу, які залишили літак при аварії або вимушеній посадці, з літаками та вертольотами аварійно-рятувальної служби і для зазначення місця аварії.

На озброєнні ВПС знаходиться радіостанція Р-855УМ, яка є аварійною ультракороткохвильовою приймально-передавальною телефонно-телеграфною станцією індивідуального користування. Радіостанція видається кожному членові екіпажу. Вона забезпечує безпідстроювальний двосторонній радіотелефонний зв'язок і подачу сигналу лиха тональним телеграфом, а також може використовуватись як радіомаяк для приведення пошукових літаків, обладнаних радіокомплексами УКХ діапазону.

Р-855УМ працює у метровому діапазоні хвиль на фіксованій частоті 121.5 МГц. Потужність радіопередавача станції – не менше 0.13 Вт, чутливість радіоприймача – не гірше 25 мкВ. Дальність зв'язку між радіостанціями на висоті антен 1.5 м складає не менше 800 м, дальність зв'язку з літаками у повітрі – близько 60 км. Радіостанція живиться від ртутно-цинкових батарей напругою 9 В. Батареї живлення радіостанції Р-855УМ розраховані на 60 годин безперервної роботи в режимі двостороннього зв'язку при температурі навколишнього середовища не нижче +20° С.

Радіостанція керується за допомогою кнопок ТОН, ПЕРЕДАЧА та ПРИЙМАННЯ, розташованих на боковій стінці корпусу прийомопередавача. Для передачі інформації у телефонному режимі слід натиснути кнопку ПЕРЕДАЧА і передавати повідомлення, використовуючи мікрофон (ларингофон). По закінченні передачі цю кнопку необхідно відпустити. Для приймання радіосигналів натискають кнопку

ПРИЙМАННЯ. При тональній телеграфній роботі слід окрім кнопки **ПЕРЕДАЧА** натиснути кнопку **ТОН**. У режимі **ТОН** тривалість безперервної роботи - не менше 20 год. З підвищенням температури тривалість безперервної роботи радіостанції значно скорочується.

У прийомопередавач вмонтовуються мікрофон-телефон і висувна або складена антена. Маса кожного комплекту радіостанції Р-855УМ – 900 г. Прийомопередавач радіостанції Р-855УМ розміщується у металевому герметичному корпусі, що забезпечує нормальну працездатність за будь-яких умов, у тому числі при нетривалому перебуванні у морській воді. Комплект Р-855УМ зберігається в недоторканому аварійному запасі (НАЗ).

1.4. Літаковий переговорний пристрій СПУ-7

Літаковий переговорний пристрій СПУ-7 призначено для внутрішнього літакового двостороннього телефонного зв'язку між кабінами літака, а також між кабіною і відсіками в наземних умовах.

Електроживлення літакового переговорного пристрою забезпечується постійним струмом з напругою 27 В від бортової мережі літака. Смуга відтворюваних частот складає 300... 3500 Гц, коефіцієнт підсилення за напругою - близько 100, коефіцієнт нелінійних спотворень - не більше 8%, напруга живлення ларингофонів – $(4.5 \pm 10\%)$ В.

1.5. Радіостанція Карат-М24

Вертольотні радіостанції забезпечують автоматичну зміну досить великої кількості хвиль зв'язку в польоті (до 8100). Велика кількість змінних хвиль викликана необхідністю здійснювати під час польоту зв'язок у декількох мережах (стартова мережа, мережа зв'язку вертольотів у ряду, мережа наведення, мережа взаємодії і т.ін.), зменшувати взаємні завади і підвищувати надійність зв'язку в умовах застосування противником радіоперешкод.

Зв'язкові радіостанції працюють в короткохвильовому діапазоні хвиль. Особливістю поширення коротких хвиль (КХ) є те, що вони поширюються на великі відстані просторовими променями з відбиттям від іоносфери та земної поверхні. Уздовж землі радіохвиль (поверхневі промені) поширюються на малі відстані внаслідок сильного поглинання ґрунтом. Між зоною поширення поверхневих променів та зоною влучення відбитих поверхневих променів спостерігається зона нестійкого радіозв'язку (мертва зона). Оскільки відбиття коротких хвиль виникає від іонізованого шару, електронна концентрація якого залежить

від часу, року та доби, то найбільш вигідна для зв'язку хвиля також залежить від часу доби. При цьому для зв'язку у денні години більш застосовуються хвилі до 25 метрів (денні хвилі), для зв'язку вночі – хвилі, які належать діапазону 35...120 м (нічні хвилі). Хвилі довжиною 25-35 м використовуються при сході та заході сонця (проміжні хвилі). Зазначені діапазони хвиль дозволяють забезпечити зв'язок на великі відстані за умови правильного вибору хвилі, який здійснюється спеціальними радіопрогнозами.

1.5.1. Призначення, основні тактико-технічні дані, склад та розміщення на вертольоті зв'язкової радіостанції "Карат-М24"

Радіостанція "Карат-М24" призначена до двобічного радіозв'язку з наземними радіостанціями КХ діапазону при максимальній дальності польоту вертольота, а також між вертольотами у польоті.

Основні тактико-технічні дані:

- діапазон частот з дискретною сіткою - від 2 до 10,1 МГц, через 1 кГц;
- кількість фіксованих частот зв'язку - 8100;
- чутливість приймача - не гірше 5 мкВ;
- потужність передавача - не менше 30 Вт;
- дальність радіозв'язку у телефонному режимі на висоті 1000 м - не менше 300-400 км;
- режим роботи - тривалий, безперервний, з циклами:
передавання - 5 хв,
приймання - 10 хв;
- живлення постійним струмом - 27 В;
- маса радіостанції - 18 кг.

1.5.2. Особливості побудови радіостанції

Радіостанція виконана за трансверною схемою, тобто ряд каскадів застосовується як в режимі приймання, так і в режимі передавання. До таких каскадів належать:

- підсилувач високої частоти (ПВЧ);
- збуджувач;
- підсилувач низької частоти (ПНЧ);

– антенно-узгоджуючий пристрій (АУП).

У радіостанції застосовано систему вбудованого контролю, що дозволяє за 5 с визначити несправність приймального та передавального трактів станції.

Для забезпечення постійної потужності передавача по діапазону використовується система автоматичного регулювання потужності (АРП).

Усі блоки радіостанції виконані повністю на транзисторах.

У приймальному тракті радіостанції ПВЧ мають електронне настроювання на робочу частоту за допомогою варикапів. Завдяки цьому в приймачі з передавачем відсутні електромеханічні вузли як найбільш ненадійні.

У передавальному тракті застосовано широкосмуговий підсилювач (ШСП), який працює в діапазоні частот 2...10,1 МГц без переналадження, що спростило схему та збільшило її надійність.

Передавальний тракт радіостанції призначений для формування і підсилення сигналів високої частоти, модуляції цих сигналів напругою звукової частоти та передавання їх в антену.

Передавальний тракт складається з таких каскадів (рис. 1.4):

- збуджувач, складений з генераторів грубої та точної сіток та генератора опорної частоти 500 кГц;
- 3-й змішувач;
- підсилювач проміжної частоти (ППЧ-3);
- 4-й змішувач;
- підсилювач високої частоти (ПВЧ);
- широкосмуговий підсилювач (ШСМ);
- підсилювач потужності (ПП);
- автоматичний регулятор потужності (АРП);
- модулятор (М);
- антенно-узгоджуючий пристрій (АУП).

Формування несучої частоти здійснюється таким чином. У збуджувачі за допомогою генератора опорної напруги, який працює лише в режимі передавання, формується напруга частотою 500 кГц. Ця напруга надходить до 3-го змішувача, на який одночасно подається напруга від генератора точної сітки. Внаслідок перетворення забезпечується зсув частоти генератора точної сітки на 500 кГц.

Генератор точної сітки складається з двох кварцових генераторів, які за допомогою 20 кварцових резонаторів формують сітку частот у діапазоні 11,9... 12,1 МГц з інтервалом 1 кГц. Одержана на виході 3-го змішувача напруга має дві смуги частот:

$$f_{пч} = f_{тс} \pm 500 \text{ кГц,}$$

Національного державного
університету ім. М. С. Жуковського
Харківський національний технічний

224035 mlt

тобто [11,4...11,6] МГц і [12,4...12,6] МГц.

Напруга проміжної частоти підсилюється в ППЧ-3 і надходить до 4-го змішувача, куди також подається напруга від генератора грубої сітки.

Генератор грубої сітки складається з шести кварцових генераторів з 26 кварцями і формує сітку частот у діапазоні 14.6...22.6 МГц з інтервалом між частотами 200 кГц.

Одержані внаслідок перетворення сигнали з частотою

$$f_c = f_{ГГС} - f_{ПЧ} = 2...10,1 \text{ МГц}$$

надходять до входу підсилювача високої частоти і далі подаються на широкосмуговий підсилювач, де підсилюються до потужності 20 мВт.

Надалі сигнал надходить до входу підсилювача потужності (ПП), в якому здійснюється підсилення сигналу до потужності 30-35 Вт.

У ПП високочастотний сигнал модулюється по амплітуді напругою низької частоти, яка надходить від модулятора (М), що являє собою підсилювач низької частоти.

Промодульований сигнал через антенно-узгоджувачий пристрій (АУП) надходить в антену і випромінюється у простір.

Для забезпечення постійної потужності передавального тракту по діапазону застосовано систему автоматичного регулювання потужності (АРП), яка складається з детектора сигналу несучої частоти на виході підсилювача потужності і керованого подільника, зібраного на діодах, який знаходиться в широкосмуговому підсилювачі (ШСП).

Приймальний тракт радіостанції призначений для селекції, перетворення та підсилення прийнятого сигналу і одержання напруги звукової частоти.

Приймальний тракт радіостанції здійснений за супергетеродинною схемою з подвійним перетворенням частоти. Перша проміжна частота змінюється за діапазоном, друга проміжна частота постійна і дорівнює 500 кГц.

Амплітудно-модульований сигнал від антени надходить в антенно-узгоджувачий пристрій (АУП), який узгоджує антену зі входом приймального та виходом передавального тракту радіостанції і попередньо настроєний на робочу частоту.

З АУП прийнятий сигнал надходить до входу підсилювача високої частоти (ПВЧ). Увесь робочий діапазон радіостанції розподіляється на вісім піддіапазонів, для кожного з яких застосовано окремий тракт ПВЧ. Перемикання трактів ПВЧ здійснюється за допомогою діодів.

З виходу ПВЧ підсилений сигнал надходить до входу 1-го змішувача, куди одночасно подається напруга від генератора грубої сітки (ГГС) збуджувача (1-го гетеродина). Одержана внаслідок перетворення перша проміжна частота, змінна у діапазонах:

$$f_{пч} = f_{ггс} - f_c = 11.4...11.6 \text{ МГц};$$

$$f_{пч} = f_{ггс} - f_c = 12.4...12.6 \text{ МГц},$$

надходить на ППЧ-1. Підсилена напруга надходить до 2-го змішувача, на який одночасно подається напруга від ГТС (2-го гетеродина).

З виходу 2-го змішувача напруга другої проміжної частоти (500 кГц) надходить до ППЧ-2 і далі детектується діодним детектором сигналу (Д).

Внаслідок детектування напруга низької частоти надходить до підсилювача низької частоти (ПНЧ), який навантажений на телефони.

У приймальному тракті існує система автоматичного регулювання підсилення (АРП). АРП забезпечує нормальну роботу приймального тракту при змінюванні напруги вхідного сигналу від 10 мкВ до 100 мВ.

Система вбудованого автоматичного контролю призначена до оперативного контролю (протягом 5 с) несправності приймального тракту за рівнем шумів на його виході і передавального тракту за рівнем несучої частоти та глибини модуляції.

За натиском кнопки "Контроль" на пульті керування напруга шуму з виходу приймального тракту надходить до системи автоконтролю. Якщо напруга шумів перевищить деякий рівень, то система автоконтролю спрацює і ввімкнеться передавальний тракт радіостанції. Якщо рівень несучої частоти перевищить деякий поріг, то ввімкнеться в роботу генератор напруги низької частоти 1000 Гц, вихід якого приєднаний до входу модулятора (М). Напруга несучої частоти в підсилювачі потужності (ПП) модулюється напругою частоти 1000 Гц і надходить до детектора системи автоконтролю, де детектується. Якщо глибина модуляції буде достатньої величини, засвітиться лампочка "Контроль" на пульті керування, що буде свідчити про справність приймального та передавального трактів радіостанції.

Якщо хоча б один із зазначених параметрів не відповідатиме потрібним значенням, то лампочка "Контроль" світитися не буде.

2. РАДІОАПАРАТУРА ЛІТАКОВОДІННЯ ТА ПОСАДКИ

2.1. Загальні відомості про радіонавігацію та системи посадки літаків

Основними вимогами, що ставляться до бойових дій авіації в сучасних умовах, є раптовість, ефективність, своєчасність і безперервність. Все це потребує точного виконання польоту літака за заданим маршрутом в усьому діапазоні висот з метою досягнення цілі у зазначений час, а також використання спеціальних систем посадки, що дозволять

здійснювати посадку літаків за складних метеорологічних умов удень і вночі.

2.1.1. Основні поняття авіаційної радіонавігації

Авіаційна радіонавігація – наука про радіотехнічні способи одержання інформації про положення та рух літального апарата (ЛА), а також радіотехнічні способи пілотування ЛА.

Нині за характеристиками пристроїв літаководіння розрізняють дво-, три- та чотирирівимірну навігацію. Двовимірна навігація виконує завдання та здійснює витримування тільки маршруту польоту. При тривимірній навігації до цього додаються завдання та контроль за профілем польоту. Для чотирирівимірної навігації потрібна жорстка "прив'язка" маршруту до часу та контроль поточного часу проходження точки маршруту.

Основними задачами повітряної навігації є: забезпечення точного польоту ЛА за заданою траєкторією і точного виведення ЛА на ціль і аеродром посадки в точно призначений час за допомогою найвигіднішого для даних умов способу.

Під час масового застосування авіації з'являються нові навігаційні задачі, пов'язані з безпекою польотів: забезпечення польоту ЛА в бойових порядках; попередження про зіткнення ЛА у повітрі. Кожному етапові процесу навігації відповідає режим навігації, що означає витримування напрямку, швидкості та висоти польоту ЛА.

Режим навігації визначається сукупністю великої кількості параметрів, що називаються навігаційними елементами і характеризують положення та переміщення ЛА. Залежно від фізичної суті навігаційні елементи поділяються на чотири основні групи:

- 1) що характеризують положення і переміщення центра маси ЛА відносно різних систем відліку: координати ЛА, його лінійні швидкості та прискорення;
- 2) які визначають переміщення ЛА відносно його центра мас, наприклад, кутові координати об'єкта в горизонтальній системі координат (крен, тангаж, курс), кутові координати ЛА відносно вектора швидкості (кути атаки, ковзання), кут знесення та ін.;
- 3) що визначають стан навколишнього середовища, наприклад, параметри атмосфери (температуру, тиск, напрями і швидкість вітру), магнітного поля Землі та ін.;
- 4) які характеризують положення і відносне переміщення інших об'єктів (орієнтирів, привідних радіостанцій, радіомаяків, інших повітряних і космічних об'єктів та ін.).

Ці навігаційні елементи визначаються за допомогою різноманітних технічних засобів, основаних на різних принципах. Залежно від первинного джерела навігаційної інформації технічні засоби поділяються на чотири основні групи:

- геофізичні, що використовують геофізичне поле Землі (магнітні компаси, барометричні висотоміри, показчики повітряної швидкості, гіроскопічні навігаційні прилади, інерціальні системи, окремі типи кореляційно-екстремальних навігаційних систем та ін.);
- радіотехнічні, що використовують радіосигнали, які випромінюються радіотехнічними пристроями (далекомірні, кутомірні системи, бортові радіолокаційні станції, доплерівські вимірювачі шляхової швидкості та ін.);
- астрономічні, що використовують світлове або радіовипромінювання небесних світил (астрокомпаси, секстанти, астроорієнтири, радіоастрономічні прилади та ін.);
- світлотехнічні засоби (світломаяки та інші штучні джерела світла).

Практична реалізація перелічених груп технічних засобів навігації має надто різноманітні конкретні форми у вигляді різних навігаційних пристроїв (РНП), навігаційних і комплексних навігаційних систем.

Радіонавігаційний пристрій – це радіотехнічний засіб, який діє за певним принципом і призначений для вимірювання навігаційних елементів або параметрів незалежно від наземних засобів.

Прикладом РНП є радіовисотомір, доплерівський вимірювач шляхової швидкості і кута знесення (ДВШЗ). За принципом дії вони автономні.

Радіонавігаційні системи (РНС) призначені для самостійного вимірювання навігаційних елементів або параметрів руху. РНС являють собою сукупність взаємозв'язаних бортових і наземних радіотехнічних засобів, робота яких базується, як правило, на певному принципі. Прикладами РНС є далекомірні або різницево-далекомірні системи та автоматичні радіокомпаси.

Комплексна система навігації (КСН), що використовується для спільного вимірювання навігаційних елементів або параметрів під час вирішення окремих навігаційних задач, являє собою сукупність взаємозв'язаних бортових, наземних або бортових і наземних радіотехнічних засобів (як правило, радіотехнічних і нерадіотехнічних), робота яких основана на різних принципах дії. Приклад КСН: радіотехнічна система ближньої навігації (РСБН) типу РСБН-6С, що являє собою взаємозв'язану сукупність радіотехнічної кутодалекомірної системи; системи повітряних сигналів; системи курсовертикалі і аналого-обчислювального пристрою.

2.1.2. Класифікація радіоапаратури літаководіння і посадки

Згідно з принципами радіонавігаційного призначення та засобами визначення місцезнаходження ЛА, що застосовуються зараз на практиці, авіаційні РНП і РНС можна поділити на три типи.

До першого типу відносяться РНП і РНС, за допомогою яких місцезнаходження ЛА визначається засобом ліній (поверхонь) положення. Залежно від вимірюваного навігаційного параметра, а тому й характеру ліній (поверхонь) положення РНП і РНС першого типу поділяються на кутомірні, далекомірні, різницево-далекомірні та їх комбінації, серед яких найширше використовуються кутодалекомірні РНС.

До другого типу належать РНП і РНС, що забезпечують визначення місцезнаходження ЛА способом зчислення шляху. Серед них передусім необхідно виділити доплерівські вимірювачі шляхової швидкості та кута знесення.

До третього типу відносяться РНП і РНС, що забезпечують визначення місцезнаходження ЛА оглядово-порівняльними способами (наприклад, радіотеплові пристрої та бортові РЛС огляду земної поверхні).

Принципи дії РНП і РЛС базуються на використанні деяких закономірностей поширення радіохвиль. Знання цих закономірностей дозволяє за результатами вимірювання параметрів РНП і РНС обчислювати навігаційні елементи ЛА: координати, шляхову швидкість, кут знесення.

У вільному просторі й однорідному середовищі радіохвилі поширюються прямолінійно, а вздовж поверхні Землі в далекій зоні - по дузі великого кола (ортодромії), яка з'єднує точки випромінювання і приймання найкоротшим шляхом. Ці закономірності поширення радіохвиль покладені, зокрема, в основу дії кутомірних радіонавігаційних систем, за допомогою яких визначаються напрямки в просторі.

Кутомірні РНС поділяють на радіопеленгаторні та радіомаякові. Кожна така система містить дві частини, що розташовуються в різних точках простору. Радіопеленгаторна система складається з радіопеленгатора і джерела радіохвиль, а радіомаякова - з радіомаяка і бортового радіоприймача.

Радіопеленгатор являє собою радіоприймач, призначений для визначення напрямку надходження радіохвиль. Джерелами радіохвиль у даному випадку можуть бути наземні та бортові радіопередавачі, а також джерела теплового радіовипромінювання у вигляді земних і космічних світил.

Радіомаяк являє собою наземний радіопередавач з відомими координатами, за сигналами якого з допомогою бортового радіоприймача можна визначити напрямок на радіомаяк і від нього.

Постійність швидкості поширення радіохвиль в однорідних середовищах, що дорівнює $\approx 3 \cdot 10^5$ км/с, покладена в основу далекомірних радіонавігаційних приладів і систем.

Суть радіотехнічного способу вимірювання відстані між точками приймання та випромінювання радіохвиль полягає у вимірюванні запізнення сигналів при їхньому поширенні між цими точками. За вимірним запізненням і відомою швидкістю поширення радіохвиль обчислюється відстань.

Радіотехнічні способи вимірювання швидкості ЛА базуються на ефекті Доплера. Суть цього способу полягає у вимірюванні доплерівського зсуву частоти. За вимірним доплерівським зсувом частоти коливань і швидкістю поширення радіохвиль визначається радіальна складова відносно швидкості переміщення передавача і приймача радіохвиль.

Радіохвилі під час свого поширення зустрічають перешкоди і шорсткості, відбиваються від них або розсіюються в різні боки. Ця властивість радіохвиль широко використовується при конструюванні радіовисотомірів, радіонавігаційних вимірювачів шляхової швидкості та кута знесення ЛА, радіонавігаційних пристроїв для попередження зіткнень та ін.

Головною позитивною якістю РНП і РНС є те, що їхня робота мало залежить від умов видимості, пори року і доби, а також метеорологічних умов. Вони зручні для використання у польоті і можуть забезпечувати високу точність на порівняно великій відстані, яка недосяжна для багатьох інших навігаційних засобів.

До недоліків слід віднести передусім те, що використання радіонавігаційних систем пов'язано з роботою різних наземних пристроїв (станцій). У цьому випадку радіонавігаційні системи не є автономними. Другим недоліком є те, що робота РНП і РНС може бути виявлена противником. Крім того, точність РНС і РНП багато в чому залежить від умов поширення радіохвиль.

2.1.3. Принцип побудови системи ближньої навігації та посадки

Радіотехнічна система ближньої навігації (РСБН) є кутодалекомірною системою, в якій положення літака в горизонтальній площині визначається двома координатами: похилою дальністю до точки розташування наземного радіомаяка і азимутом відносно північного напрямку меридіана, що перетинає цю точку.

Місцезнаходження літака розраховується у полярній системі координат, в центрі якої розташовується всеспрямований азимутально-далекомірний маяк.

На літакові встановлюється бортове обладнання радіотехнічної системи ближньої навігації.

Вимірювання похилої дальності польоту ЛА виконується із застосуванням методу активної радіолокації. Похила дальність визначається часом запізнення імпульсу запиту, який генерується передавачем ЛЗД-П.

Визначення азимута ЛА виконується за методом відліку часу між моментом проходження азимутальної антени напрямку на північ і моментом опромінювання ЛА сигналом обертової антени передавача азимута.

До складу наземного радіомаякового обладнання системи ближньої навігації входять азимутально-далекомірний маяк, а також малогабаритний глісадний і курсовий радіомаяки.

Азимутально-далекомірний маяк складається з ретранслятора далекоміра, азимутального радіомаяка, індикатора кругового огляду (ІКО), контрольньо-вимірjuвальної апаратури, радіостанції зв'язку електрообладнання.

Ретранслятор далекоміра містить приймач, ретранслятор-передавач (П-20Д), неспрямовану антену. Приймач пристрою забезпечує приймання запитових сигналів від літакового запитувача, їх декодування і постійну затримку, автоматичне обмеження завантаження передавача ретранслятора дальності. Крім того, з виходу приймача сигнали наземної індикації надходять на ІКО. П-20Д працює в імпульсному режимі та забезпечує передачу кодованих сигналів відповіді.

Азимутальний радіомаяк має передавач П-200 з гостроспрямованою антеною, що обертається зі швидкістю 100 об/хв, а також передавач П-20А з неспрямованою антеною. Передавач П-20А працює в імпульсному режимі та здійснює передачу кодованих опорних сигналів серії "35" і "36".

Контрольно-вимірjuвальна апаратура розташовується в апаратній машині та контрольному виносному пункті (КВП), який розташовується на відстані 130... 140 м від апаратної машини.

Апаратура контролю призначена для оперативного робочого контролю далекомірних і азимутальних каналів системи РСБН-6.

Малогабаритний посадочний курсовий радіомаяк і глісадний радіомаяк з ретранслятором випускаються окремо і можуть використовуватись в системі РСБН-6. Посадочні засоби системи розташовуються на аеродромах за спеціальною схемою.

2.1.4. Загальні відомості про системи посадки

Системою посадки літака називається технічне об'єднання радіосвітлотехнічних засобів керування, що забезпечують приведення літака в район аеродрому посадки, керування заходженням на посадку, зниження за заданою траєкторією, приземлення і зліт літака в умовах обмеженої видимості. Система посадки містить радіонавігаційні (радіотехнічні системи ближньої навігації, привідні аеродромні радіостанції, автоматичні радіопеленгатори, радіолокатори огляду льотного поля) і світлотехнічні (аеродромні світлосигнальні вогні, прожекторні станції, світломаяки та ін.) засоби.

Задачі, що вирішуються системами посадки літаків:

- приведення літаків у район аеродрому;
- керування повітряним рухом літаків у районі аеродрому, зокрема, організація послідовної посадки груп літаків з використанням зон очікування;
- розрахунок на посадку, в результаті виконання якого літак точно виходить на посадочний курс на заданій висоті польоту;
- забезпечення зниження, пілотування та візуального приземлення літака;
- організація руху літаків по льотному полю і спостереження за літаками і автотранспортом на злітно-посадочній смугі (ЗПС), стоянці і рульових доріжках;
- полегшення розпізнавання аеродрому і визначення напрямків розбігу, пробігу та руління літака в нічних умовах.

Щоб вивести літак в оптимальну точку приземлення на ЗПС з високою точністю, необхідно центр його ваги переміщувати по лінії перетинання площини посадочного курсу з площиною планування (рис. 2.1). Ця лінія називається глісадою пілотування. Кут нахилу глісади пілотування (КНГ), як правило, складає 2.5° , але може змінюватися в межах $2...5^\circ$ залежно від типу літака. Оптимальна точка приземлення знаходиться на відстані 240 м від початку ЗПС.

Для спільної роботи систем посадки з наземними засобами застосовуються літакові засоби зв'язку, радіонавігаційні системи, а також радіоапаратура систем посадки, спеціально призначена для цієї мети.

Залежно від обсягу розв'язуваних задач системи посадки літаків поділяються на просту, радіолокаційну та комплексну.

Проста система посадки літаків типу ОСП (основна система посадки) здійснює приведення літаків у район аеродрому з відстані до 340 км, захід на посадку, зниження до 50... 70 м і приземлення, але не вирішує диспетчерських задач керування рухом.

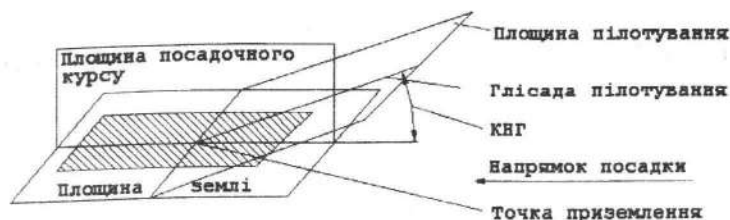


Рис. 2.1

До складу схеми входить наземне і літакове обладнання.

Літакове радіоелектронне обладнання складається з маркерного радіоприймача МРП-56П, автоматичного радіокомпаса, радіовисотоміра малих висот, командної радіостанції.

Наземні радіотехнічні засоби системи ОСП містять дальню і ближню привідні радіостанції (ДПРС і БПРС) типів ПАР-9М, ПАР-9М2, ПАР-10, маркерні радіомаяки МРМ-48, автоматичний радіопеленгатор АРП-9, АРП-11, а також радіостанції Р-843, Р-845 для керування польотами в командно-стартових мережах (КСМ) керування авіацією, що встановлюються на командно-диспетчерському пункті (КДП) стаціонарних аеродромів або на стартово-командному пункті (СКП) польових аеродромів.

Розміщення наземних радіотехнічних засобів за типовою схемою для одного напрямку посадки показано на рис. 2.2.

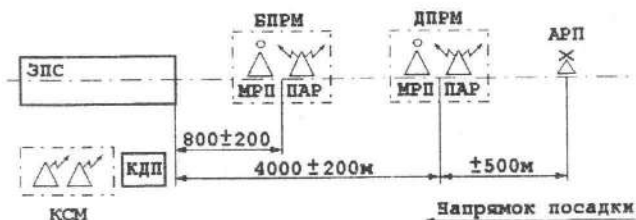


Рис. 2.2

Привідні радіостанції розташовуються по осі злітно-посадочної смуги (ЗПС) з боку заходу на посадку: ближня - на відстані 850 ± 200 м від початку ЗПС, дальня - на відстані 4000 ± 200 м. Привідні радіостанції разом з установленими на них маркерними радіомаяками утворюють ближній і дальній привідні радіомаркерні пункти (БПРМ і ДПРМ) аеродрому. Автоматичний радіопеленгатор (АРП) розташовується на відстані ± 500 м від дальньої привідної радіостанції.

Привідна радіостанція ДПРМ необхідна для приведення літаків, обладнаних автоматичними радіокомпасами (АРК), в район аеродрому і виконання передпосадочного маневру у цьому районі. Привідна радіостанція БПРМ призначена для витримання напрямку польоту літака з посадочним курсом після прольоту ДПРМ. У цьому випадку АРК автоматично (або вручну) перемикається на робочу частоту привідної радіостанції БПРМ, а льотчик додержується того ж посадочного курсу, що й при польоті на ДПРМ. У разі виходу з ладу привідної радіостанції ДПРМ приведення літака може здійснюватися за допомогою привідної радіостанції БПРМ. Розпізнавання привідних радіостанцій ДПРМ здійснюється за дволітерними, а БПРМ – однолітерними телеграфними позивними.

За допомогою автоматичного радіопеленгатора контролюють місцезнаходження літака відносно аеродрому і вихід його у район аеродрому за командою з землі у випадку несправності АРК. Командно-стартові УКХ і КХ радіостанції системи ОСП забезпечують безперервний і двосторонній радіозв'язок керівника польотів з літаками.

У системі з радіомаяковою групою типу ПРМГ (посадочна радіомаякова група ПРМГ-5) за допомогою двох наземних радіомаяків (курсого КРМ-5 і глісадного ГРМ-5) створюється глісада пілотування. Сигнали цих радіомаяків приймаються спеціальними літаковими приймачами і перетворюються у показання двострілкового індикатора, за допомогою якого льотчик визначає відхилення літака від заданої глісади пілотування. Усуваючи ці відхилення, льотчик утримує літак на глісаді пілотування. Система посадки з радіомаяковою групою більш досконала порівняно із системою посадки з привідними радіостанціями, але потребує розташування на літакові системи ближньої навігації РСБН-6С.

Радіолокаційна система посадки (РСП) (РСП-6, РСП-6МН, РСП-10) призначена для регулювання руху літаків на дальніх і ближніх підходах до аеродрому посадки, а також для послідовного виходу літаків на ЗПС аеродрому й їхнього зниження до висоти 20...30 м у складних метеорологічних умовах шляхом подачі команд екіпажу літака через УКХ радіостанцію зв'язку.

До складу наземного обладнання даної системи входять посадочно-диспетчерська радіолокаційна система і пересувна електростанція.

До складу посадочно-диспетчерської радіолокаційної системи входять: двоканальний диспетчерський радіолокатор (ДРЛ), двоканальний посадочний радіолокатор (ПРЛ), автоматичний УКХ радіопеленгатор, три радіостанції зв'язку УКХ діапазону, два магнітофони для запису радіообміну, пульти індикаторів (індикатори дальнього і ближнього огляду і два індикатори глісади).

За допомогою наземних РПС визначається місцезнаходження літака відносно аеродрому посадки в горизонтальній і вертикальній площинах. На борт літака команди керування передаються керівником польотів по радіолінії зв'язку.

Приведення літаків у район аеродрому здійснюється за допомогою АРК, АРП і командних радіостанцій. Індивідуальне розпізнавання літаків виконується за допомогою АРП і літакового відповідача або АРП та апаратури систем державного розпізнавання.

Диспетчерські радіолокатори систем РСР працюють в дециметровому, а посадочні - у сантиметровому діапазонах хвиль.

Диспетчерський радіолокатор вирішує задачі дальнього виявлення літаків і забезпечення безпеки польотів у районі аеродрому шляхом контролю взаємного положення літаків та їхнього індивідуального розпізнавання, а також виведення літаків у точку початку зниження для пробивання хмарності та контролю за зниженням.

Дальнє виявлення літаків виконується у пасивному або активному режимі. У пасивному режимі здійснюється приймання відбитих від літака високочастотних імпульсних сигналів, а в активному - сигналів, які передаються літаковим відповідачем у момент опромінювання імпульсами запиту ДРЛ. Дальність виявлення в активному режимі значно більша, ніж у пасивному.

За допомогою посадочного радіолокатора контролюються висота і курс літаків, що знижуються при пробиванні хмарності; з висоти 2000 м керування ведеться по глісаді пілотування і курсу посадки до висоти 20...30 м. Як і в ДРЛ, радіолокація може виконуватись у пасивному або активному режимі.

Комплексні системи посадки є найдосконалішими. Вони забезпечують приведення літаків у район аеродрому, виявлення і спостереження за літаками на підходах до аеродрому, організацію послідовної посадки групи літаків з використанням зон очікування, задання лінії пілотування літакам під час зниження, контроль за повітряним рухом в районі аеродрому і безперервне указання відстані до початку ЗПС.

До складу наземного обладнання цієї системи входять: радіотехнічне обладнання, яке визначає основні тактико-технічні характеристики системи, і світлотехнічне обладнання, що забезпечує візуальне приземлення на останньому етапі пілотування.

До складу наземного радіотехнічного обладнання входять: дальня і ближня привідні радіостанції, автоматичний УКХ радіопеленгатор, радіолокаційна станція огляду ОРЛ, диспетчерська радіолокаційна станція ДРЛ, два курсових радіомаяка КРМ-Ф, два глісадних радіомаяка ГРМ-2, чотири маркерних радіомаяка МР-48, вузол зв'язку (об'єднує по два комплекти командних радіостанцій Р-824, Р-820М, Р-118, Р-800).

Наземне світлотехнічне обладнання складається із стаціонарного комплексу ліхтарів «Свеча-57», світломаяка КИС-3 або КИС-2С, прожекторної станції АПМ-90.

Комплексна система посадки гарантує приймання і безпечно зниження до висот 20... 30 м окремих літаків, а також груп, які йдуть на аеродром посадки під час хмарності до 10 балів, вертикальної видимості 50... 100 м і горизонтальної видимості 500... 1000 м. Пропускна здатність - 20... 30 літаків за годину.

Комплексні системи дозволяють маневрувати своїми засобами, що значно поширює оперативні-технічні можливості цих систем. Залежно від умов польоту в комплексних системах може використовуватись або весь комплекс обладнання, або тільки його частина.

2.2. Автоматичний радіокомпас АРК-15М

Автоматичний радіокомпас АРК-15М призначений для літаководіння за сигналами привідних радіостанцій та радіостанцій широкого мовлення.

За допомогою АРК-15М вирішуються такі задачі:

- політ на радіостанцію і від неї з візуальною індикацією курсового кута радіостанції (ККР);
- визначення пеленга на радіостанцію за допомогою даних про курс літака за навігаційно-пілотажним приладом (НПП);
- виконання заходу на посадку з використанням обладнання системи ОСП;
- приймання та прослуховування сигналів привідних радіостанцій і радіостанцій широкого мовлення в діапазоні 150.0...1799.5 кГц, а також команд керівника польотів при використанні АРК як аварійного зв'язкового приймача у випадку відмови радіостанції Р-832М.

Автоматичний радіокомпас АРК-15М має такі *тактико-технічні дані*: діапазон частот - 150.0... 1799.5 кГц; чутливість приймача у режимі ТЛФ в діапазоні 150...200 кГц - не гірше 8 мкВ, в діапазоні 200.0... 1799.5 кГц - не гірше 5 мкВ; точність установлення частоти - ± 100 Гц; кількість фіксованих частот - 3300 (з дискретністю 500 Гц); точність індикації ККР при польоті на радіостанцію - $\pm 2^\circ$; чутливість по приводу - 50 мкВ/м (для спрощеного варіанта); дальність дії при взаємодії з радіостанцією ПАР-8Б (ПАР-8); при $H=1$ км - не менше 180 км, при $H=10$ км - не менше 340 км; електроживлення - постійним струмом напругою 27 В і змінним струмом напругою 36 В 400 Гц; вага радіокомпаса з простим пультом керування - 13 кг.

Радіокомпас АРК-15М – автоматичний літаковий радіопеленгатор (спрощену функціональну схему його зображено на рис. 2.3). Антена радіокомпаса являє собою дві взаємно перпендикулярні рамкові антени, які складають блок рамкових антен, що встановлюється на літаку таким чином, щоб площа витків однієї з антен збігалась з поздовжньою віссю літака; площа витків другої антени у цьому випадку буде перпендикулярна до поздовжньої осі літака.

Для зв'язку рамкових антен зі входом приймача використовується безконтактний індуктивний гоніометричний перетворювач сигналу, який далі для спрощення іменуватиметься гоніометром.



Рис. 2.3

Гоніометр – це дві взаємно перпендикулярні нерухомі статорні котушки і одна рухома – пошукова (ПК). Статорні котушки розміщуються взаємно перпендикулярно, кожна підмикається до відповідної рамкової антени. Пошукова котушка розміщується у просторі між статорними котушками, де струмами рамкових антен створюється електромагнітне поле. Таким чином, ПК обертається в моделі цього електромагнітного поля, яке існує навколо нерухомої рамкової антени. Електрорушійна сила, яка знімається з неї, підводиться до входу підсилювача каналу

рамки. Така антенна система з точки зору спрямованих властивостей еквівалентна одній спрямованій рамковій антені.

Фізичні процеси, які протікають в колах радіокомпаса, зображено тимчасовими діаграмами напруг на рис. 2.4.

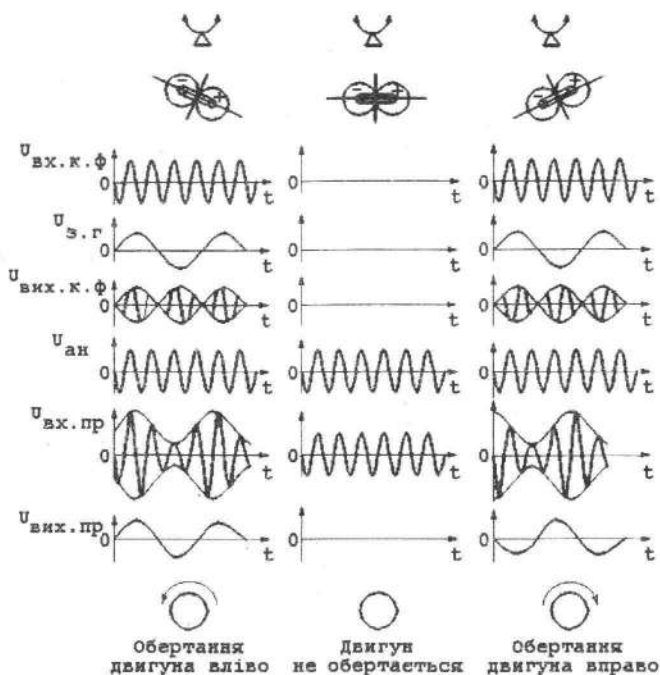


Рис. 2.4

Діаграма спрямованості рамкової антени в горизонтальній площині має вигляд вісімки з двома максимумами і мінімумами. Вихідний сигнал рамкової антени дорівнює нулю тоді, коли радіохвилі поширюються перпендикулярно до її площини. Фаза вихідного сигналу рамкової антени змінюється на 180° при переході через напрямок нульового приймання, який умовно позначається знаками плюс і мінус.

З виходу рамкової антени сигнал надходить в підсилювач високої частоти каналу рамки, де підсилюється і зсувається за фазою на 90° для фазування сигналу каналу рамки із сигналом неспрямованої антени.

Комутатор фази являє собою два діодних ключа, які керуються напругою 135 Гц від звукового генератора $U_{з.г}$. Напруга з підсилювача каналу

рамки $U_{\text{вх.к.ф}}$ подається на комутатор фази, робота якого еквівалентна механічному перемиканню виводів рамки. Комутатор фази повертає фазу напруги в каналі рамки на 180° через кожні півперіоди коливань частоти генератора. З виходу комутатора фази напруга надходить на контур складання. Туди ж надходить і напруга від неспрямованої антени $U_{\text{ан}}$, амплітуда і фаза якої не залежить від напрямку надходження хвилі. Внаслідок цього на вході приймача створюється сумарний сигнал $U_{\text{вх.пр}}$, амплітуда якого періодично змінюється. Обв'їдна амплітудно-модульованих коливань має частоту звукового генератора. Глибина модуляції пропорційна куту відхилення рамки від напрямку нульового приймання, а фаза обв'їдної протилежна для випадків правого і лівого відхилення рамки від напрямку на радіостанцію.

Використання двох антен в АРК спричинене тим, що характеристика діаграми спрямованості рамкової антени має вигляд вісімки, тобто два мінімуми, які відрізняються один від одного на 180° . Це призводить до неоднозначності визначення пеленга. Для усунення цього недоліку в АРК застосовуються дві антени з комбінованою діаграмою спрямованості. На рис. 2.5, а показано, як сигнал від неспрямованої антени $E_{\text{ан}}$ складається із сигналом рамкової антени $E_{\text{р}}$. Перед складанням необхідно виконати дві умови: по-перше, сигнал рамкової антени $E_{\text{р}}$ повернути за фазою на 90° таким чином, щоб $E_{\text{ан}}$ і $E_{\text{р}}$ були у фазі, а по-друге – зрівняти амплітуди сигналів.

Діаграма спрямованості комбінованої антени в полярних координатах має вигляд кардіоїди. При змінненні фази електрорушійної сили (ЕРС) рамкової антени можна утворювати рівносигнальний напрямок і визначати пеленг рівносигнальним способом (рис. 2.5, б).

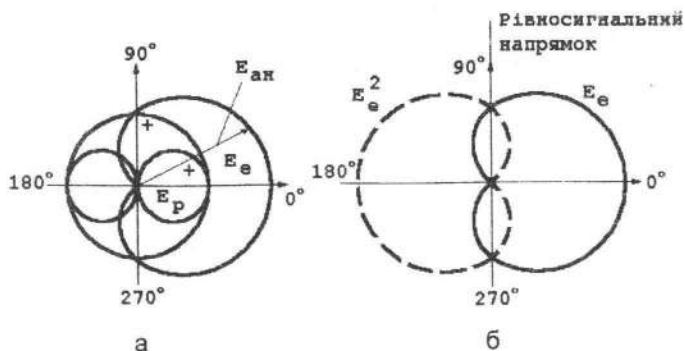


Рис. 2.5

Розглянемо роботу автоматичного радіокомпаса за функціональною схемою.

2.2.1. Режим КОМПАС

У цьому режимі радіокомпас працює як автоматичний пеленгатор. Приймання сигналів здійснюється водночас по каналах рамкової та неспрямованої антен. Результуюча напруга з контуру складання надходить до приймача радіокомпаса, що виконується за схемою супергетеродинного приймача з одноразовим перетворенням частоти.

Амплітудно-модульований сигнал надходить на фільтр зосередженої селекції (ФЗС), який забезпечує вибірковість приймача. Сигнал з виходу ФЗС надходить на змішувач, навантаженням якого є контур проміжної частоти (ПЧ), настроєний на частоту 500 кГц. Як елементи налаштування використовуються варикапи.

З навантаження змішувача напруга надходить в тракт ПЧ. У схемі застосовується електромеханічний фільтр зі смугою пропускання 2.7 кГц, який і забезпечує вибірковість.

У кінцевому підсилювачі ПЧ у режимі ТЛГ здійснюється амплітудна модуляція напруги ПЧ напругою з частотою 800 Гц, що надходить з модулятора ТЛГ.

У приймачі застосовується схема автоматичного регулювання підсилення (АРП), яка забезпечує постійну напругу на виході тракту ПЧ при змінній амплітуді приймальних сигналів. Вихідним пристроєм тракту ПЧ є детектор. Детектор виробляє напругу низької частоти (НЧ), яка надходить на виході телефонного каналу і підсилювач компасного каналу.

Тракт НЧ компасного каналу забезпечує підсилення сигналу узгодження з наступним відпрацюванням його до нуля. На вхід схеми керування з детектора сигналу надходить напруга узгодження. Ця напруга подається на підсилювач компасного каналу, з виходу якого надходить на підсилювач потужності, навантаженням якого є керуюча обмотка виконавчого двигуна. Під дією цих напруг двигун починає обертатися і через редуктор повертати пошукову котушку (ПК) гоніометра до тих пір, доки сигнал узгодження не дорівнюватиме нулю. З метою плавного підходу ПК гоніометра до положення, що відповідає ККР, на вхід підсилювача компасного каналу надходить напруга зворотного зв'язку, що створюється тахогенератором, величина якої пропорційна швидкості відпрацювання виконавчого двигуна.

Водночас з поворотом ПК гоніометра і виконавчим двигуном повертається датчик безконтактного синусно-косинусного трансформатора БСКТ-220-1Д. З вихідних обмоток БСКТ напруга надходить в схему індикації ККР приладу НПП.

2.2.2. Режим АНТЕНА

У даному режимі досягається якісне приймання сигналів привідних радіостанцій і команд керівника польотів, бо у цьому випадку відмикаються вхідні кола рамкової антени і керуюча схема компасного каналу, а до входу приймача АРК-15М підмикається тільки спрямована антена, і компас працює як звичайний супергетеродинний приймач.

2.2.3. Режим РАМКА

У цьому режимі радіокомпас використовується як приймач, але з рамковою антеною на вході. Це дозволяє шляхом повороту пошукової катушки гоніометра (короткочасно натиснувши кнопку РАМКА) пеленгувати радіостанцію за мінімальним рівнем сигналу. У режимі РАМКА вмикається автоматична система керування (АСК), знімається напруга звукового генератора з комутатора фаз. Для живлення двигуна напруга з частотою 135 Гц подається від звукового генератора через фазозсувне коло та підсилювач компасного каналу на керуючу обмотку двигуна. Цей режим є допоміжним і звичайно використовується в умовах високого рівня електростатичних перешкод.

Функціональні зв'язки АРК-15М з бортовим комплексом здійснюються таким чином: автоматичний радіокомпас видає в систему автоматичного керування (САК) сигнал ККР для індикації на навігаційно-пілотажному приладі (НПП).

На пульт керування радіостанції Р-832М надходить сигнал ПОЗИВНИЙ АРК.

АРК-15М одержує з маркерного радіоприймача сигнал ПЕРЕКЛЮЧЕННЯ НА БПРС (ближню привідну радіостанцію) для перестроювання частоти радіокомпаса.

2.3. Радіовисотомір РВ-4

Радіовисотомір малих висот РВ-4 призначений для вимірювання істинної висоти польоту літака. Він забезпечує безперервне автоматичне видавання даних висоти, звукову сигналізацію проходу небезпечної висоти, а також світлову індикацію ненадійності радіовисотоміра.

Радіовисотомір РВ-4 складається з таких основних конструкційних вузлів і блоків:

- прийомопередавача ПП-4А;
- двох антенних систем (приймальної та передавальної);
- показчика висоти РВ-4А;
- контрольного рознімання Ш4 «Контроль РВ»;

- автомата захисту мережі «РВ МРП»;
- лінії затримки;
- комплекту кабелів і фідерів.

Блоки та вузли радіовисотоміра РВ-4 розміщуються на літаку в таких місцях:

- прийомопередавач ПП-4А - в ніші бака на лівому борті фюзеляжу;
- антени: передавальна - внизу повітрязабирача праворуч, приймальна - внизу повітрязабирача ліворуч;
- контрольне рознімання Ш4 «Контроль РВ» - поруч з прийомопередавачем;
- показчик висоти РВ-4А (ручка «Установка висот» та індикаторна лампа ненадійної роботи висотоміра) - в кабіні на приладовій дошці; автомат захисту мережі «РВ МРП» - на правій горизонтальній панелі кабіни.

Основні тактико-технічні дані РВ-4:

-діапазон вимірюваних висот	0... 1500 м;
-похибка вимірювання висоти	0.6 м при $H < 10$ м, 6% від H при $H > 10$ м;
-середня частота НВЧ-генератора	2000 ± 10 кГц;
-смуга модуляції	0... 85 МГц;
-частота модуляції	175 ± 8 МГц;
-потужність передавача	0.5 Вт;
-діапазон установлення небезпечної висоти	0... 1500 м;
-тривалість звукового сигналу небезпечної висоти	4... 8 с;
-діапазон установлення заданої висоти	20... 1500 м;
-електроживлення радіовисотоміра	~ 115 В 400 Гц; -27 В;
-вага комплекту (без кабелів і фідерів)	близько 19 кг.

Оскільки принцип вимірювання висоти в радіовисотомірах один і той же, то у подальшому розглянемо функціональну схему тільки радіовисотоміра РВ-4 (рис. 2.6). Вивчити функціональну схему РВ-4 можна на підставі принципу роботи радіовисотоміра.

Принцип дії радіовисотоміра базується на порівнянні частоти прийнятого сигналу після відбиття від землі і частоти прямого сигналу, який надходить безпосередньо з передавача. Змінна напруга різницевої частоти перетворюється в постійну напругу, пропорційну висоті польоту.

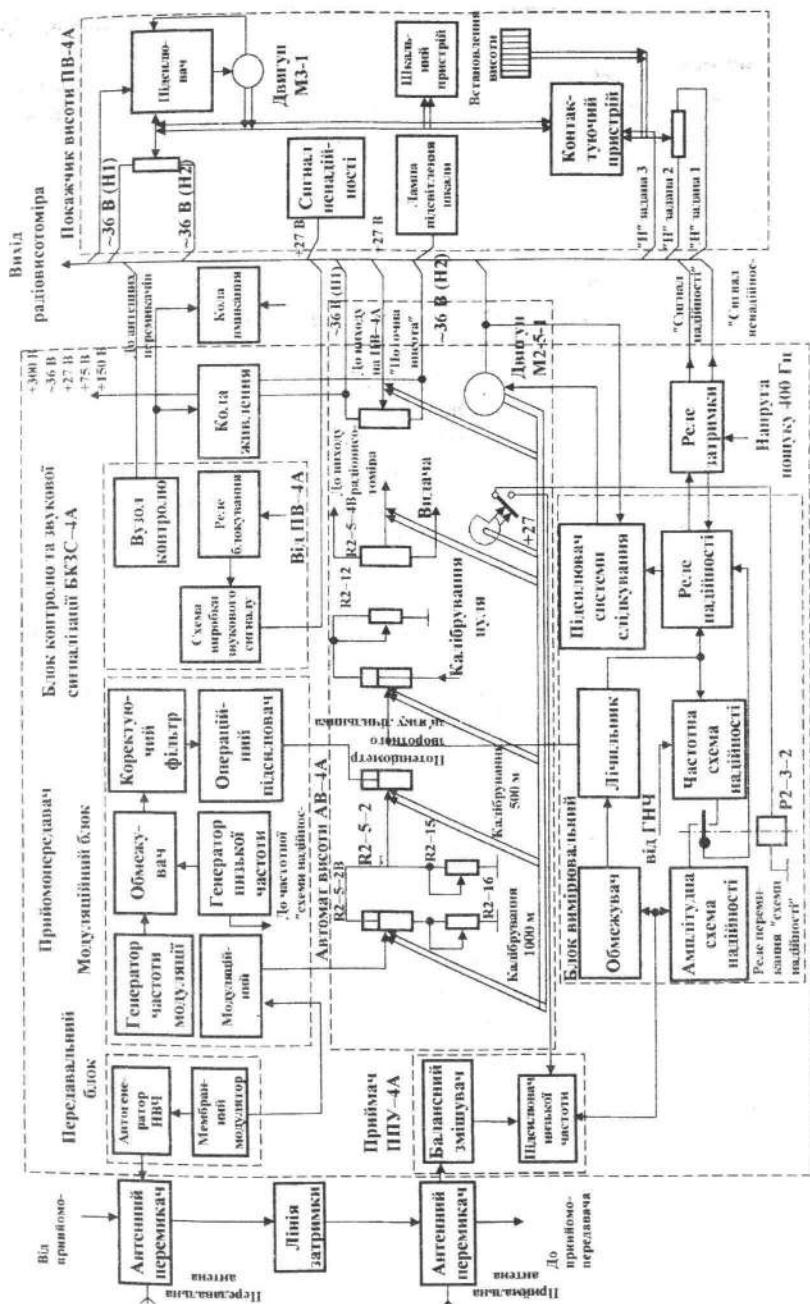


Рис. 2.6

Розглянемо роботу радіовисотоміра за функціональною схемою (див. рис. 2.6).

Генератор НВЧ через передавальну антену випромінює за напрямком до землі частотно-модульовані електромагнітні коливання (прямий сигнал). Ці ж коливання по кабелю надходять на змішувач.

Напруга для частотної модуляції коливань генератора НВЧ генерується блоком модуляції. Генератор частоти модуляції є джерелом прямокутних імпульсів, які після цього обмежуються і додатково модулюються за амплітудою синусоїдальною напругою генератора низької частоти. Амплітудна модуляція імпульсів виконується з метою усунення систематичної похибки радіовисотоміра. Коректувальний фільтр використовується для надання імпульсам строго прямокутної форми з крутими фронтами, бо тільки такі імпульси забезпечують частоти передавача за симетричним пилкоподібним законом.

Посилені в операційному підсилювачі імпульси надходять на потенціометр R2-5-2б, який є одним з елементів слідувальної системи, яка називається автоматом висоти. Напруга, яка знімається з потенціометра R2-5-2б, підсилюється в модуляційному підсилювачі і подається на мембранний модулятор. Рух мембрани (обклашки конденсатора контуру коливань) відбувається за симетричним пилкоподібним законом.

Сигнал передавача, відбитий від землі, приймається антенною і надходить на балансний змішувач із запізненням на час t_3 , що залежить від висоти польоту. Частота цього сигналу в балансному змішувачі порівнюється з частотою сигналу, що надійшов до приймача безпосередньо з передавача, яка утвориться на навантаженні змішувача; напруга підсилюється в підсилювачі низької частоти і надходить на обмежувач у блок вимірювання БВ-4А. Обмежені за амплітудою імпульси надходять на лічильник імпульсів, який виробляє постійну напругу, пропорційну частоті імпульсів, тобто висоті польоту літака. Ця напруга порівнюється у лічильнику з напругою, що знімається з движка потенціометра зворотного зв'язку R2-5-2а. Якщо напруга зворотного зв'язку не компенсує напругу лічильника, результуюча напруга з виходу лічильника надходить через реле надійності на підсилювач слідувальної системи, яка перетворює постійну напругу в змінну і посилює її. З моменту подачі напруги двигун починає обертатися, що приводить до пересування движків потенціометрів автомата висоти доти, доки не відбудеться повна компенсація напруги лічильника.

При польотах на висотах, які перевищують 50 м, напруга зворотного зв'язку (незважаючи на переміщення движка потенціометра R2-5-2а) залишається постійною і такою, що дорівнює максимальній величині, тобто висоті 50 м, а напруга на потенціометрі R2-5-2в буде змінюва-

тись, що приведе до зміни смуги модуляції, тобто мірою висоти у цьому випадку буде зміна смуги модуляції.

При зміні висоти частота биття не дорівнюватиме значенню для висоти 50 м, а тому й нулю, і напруга на виході підсилювача слідкувальної системи переміщуватиме движки потенціометрів автомата висоти до тих пір, доки смуга модуляції, а тому й кут повороту автомата висоти не відповідатимуть вимірюваній висоті.

Для перетворення значень висоти в кут повороту стрілки покажчика висоти використовується потенціометрична система стеження. Вхідним сигналом підсилювача цієї системи є змінна напруга, яка знімається з потенціометричного мосту, створеного потенціометром-датчиком висоти R2-5-2а і потенціометром відпрацювання R3-23 (покажчика висоти).

При розбалансуванні потенціометричного мосту з підсилювача слідкувальної системи подається напруга на двигун, який повертає стрілку покажчика висоти і водночас пересуває движок потенціометра R2-5-4а до усунення розбалансу. При цьому стрілка покажчика та движок потенціометра устанавлюються в положення, що відповідають висоті польоту.

Функціональні зв'язки РВ-4 з бортовим комплексом здійснюються таким чином:

1. РВ-4 видає в систему автоматичного керування (САК) одноразову команду «Ноп» (небезпечна висота), яка при включеному тумблері блока небезпечної висоти (БНВ) використовується для забезпечення режиму автоматичного відведення літака з небезпечної висоти.
2. РВ-4 видає у виріб 323 сигнал поточної висоти і одноразову команду «Н 1500». Ці сигнали використовуються для відображення позначок висоти і перемикання шкал на індикаторі системи єдиної індикації (СЕІ).
3. РВ-4 видає через РИ-65-30 в шоломофони льотчика звуковий сигнал при проходженні «небезпечної висоти».

2.4. Маркерний радіоприймач МРП-56П

Маркерний радіоприймач є частиною літакового устаткування системи посадки (УСП) і призначений для приймання сигналів УКХ маркерних радіомаяків, які сигналізують момент прольоту літаком ДПРМ або БПРМ, за допомогою сигнальної лампочки МАРКЕР на приладовій дошці та звукового сигналу, що з'являється в телефонах гермошолома.

Маркерний радіомаяк працює на фіксованій частоті 75 МГц. Високочастотні коливання випромінюються антеною маяка, модулюються частотою 3000 Гц і маніпулюються одно- або дволітерним телеграфним

позивним. Діаграма спрямованості антенної системи маяка у вертикальній площині має «факельну» форму з максимальним випромінюванням уверх.

Маркерний радіоприймач – це приймач прямого підсилення з фіксованою настройкою на частоту 75 МГц.

Функціональну схему МПР-56П зображено на рис. 2.7.

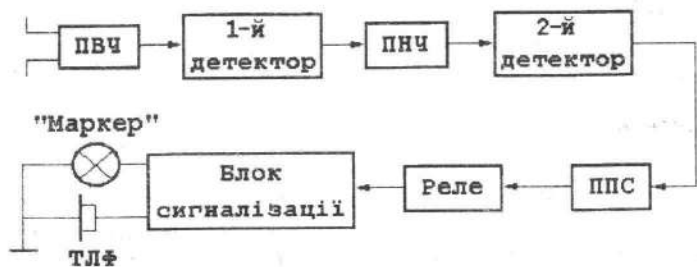


Рис. 2.7

Принцип роботи маркерного радіоприймача полягає в прийманні імпульсів високочастотної енергії, які випромінюються маркерним радіомаяком (МРМ), і перетворенні їх в такі самі за тривалістю імпульси постійного струму, які викликають спалахування сигнальної лампочки МАРКЕР і появу звукового сигналу в телефонах гермошолома льотчика.

Прийнятий антеною високочастотний сигнал МРМ підсилюється каскадом ПВЧ і детектується. На вході першого детектора одержуємо напругу низької частоти 3000 Гц, яка після підсилення в ПНЧ детектується другим детектором. Одержані імпульси постійного струму подаються на підсилювач постійного струму (ППС). В анодне коло ППС вмикається обмотка реле, контактами якого замикається коло живлення сигнальної лампочки "маркер" і обмотки додаткового реле в блоці сигналізації. Контакти додаткового реле замикають коло подачі напруги частотою 400 Гц до телефонів гермошолома льотчика і коло перестроювання АРК з частоти ДПРМ на частоту БПРМ.

Вага комплексу МПР-56П разом із з'єднувальними кабелями - 6.7 кг; чутливість приймача - 1.5... 3.0 мВ; електроживлення - 27 В; ~115 В 400 Гц.

2.5. Система ближньої навігації РСБН-6С

Радіотехнічна система ближньої навігації (РСБН) є кутодалекомірною системою. Місцезнаходження літака визначається у полярній системі координат, в центрі якої установлюється всеспрямований азимутально-далекомірний радіомаяк. На літакові розміщується бортове устаткування РСБН.

Похила дальність вимірюється за методом відліку часу запізнення, ретрансльованого наземним далекоміром-ретранслятором запитного імпульсу дальності, який випромінюється антеною передавача.

Азимут визначається тимчасовим інтервалом між моментом проходження обертовою азимутальною антеною напрямку на північ і моментом опромінювання літака сигналом цієї антени.

Для вирішення навігаційних задач в РСБН-6С прийнято ортодромічну систему координат, яка дозволяє здійснювати навігацію за будь-якими маршрутами в єдиній системі координат на площі 6000×6000 км.

Координати літака обчислюються в РСБН-6С за даними автономних систем і корегуються точними радіотехнічними даними. Використання радійного та автономного способів знаходження координат збільшує перешкодозахищеність апаратури.

Політ за маршрутом виконується курсовим способом з використанням проміжних пунктів маршруту (ППМ) та індикацією заданого курсу і дальності літака відносно ППМ.

Перед польотом програмується такі параметри:

- ортодромічні координати чотирьох аеродромів, обладнаних радіомаяками, і трьох ППМ;
- курс посадки $\psi_{злс}$ і винесення радіомаяка Z відносно осі ЗПС;
- кут збіжності меридіанів для кожного аеродрому, що дорівнює куту між географічним і ортодромічним меридіанами.

Як наземне обладнання для вирішення задач навігації використовують радіомаяк РСБН-2Н або РСБН-4Н, для вирішення задач інструментальної посадки – маяки ПРМГ-4.

На спрощеній структурній схемі системи РСБН (рис. 2.8) зображено такі ВЧ-сигнали: а – “35” і “36”; б – ВІДПОВІДЬ Д; в – АЗИМУТ; г – ЗАПИТ Д _П_П_; РОЗПІЗНАВАННЯ; ВІДПОВІДЬ ІНДИКАЦІЇ _П_П_П_; д – ВІДПОВІДЬ ІНДИКАЦІЇ; в – ЗАПИТ ІНДИКАЦІЇ.

Передавач через антенно-фідерну систему 6 посилає пари імпульсів коду запиту дальності. Прийняті наземним приймачем 7 сигнали декодуються, перетворюються, запускають наземний далекомірний передавач відповіді П-20Д 9 і випромінюються всеспрямованою антеною 8.

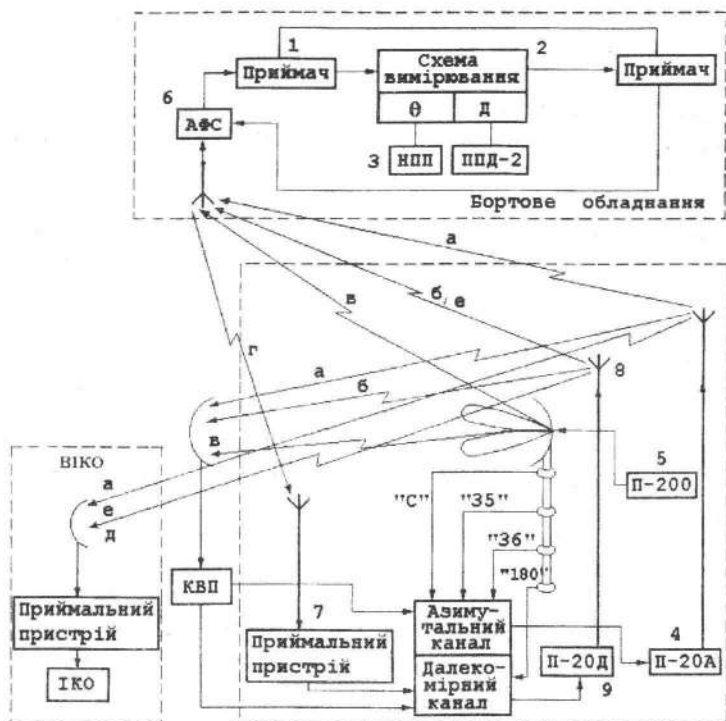


Рис. 2.8

Прийняті літаковою АФС сигнали радіомаяка надходять на вхід приймача 1, де перетворюються і надходять на вимірювальну схему, в якій автоматично вимірюється тимчасовий зсув між запитним сигналом і сигналом відповіді (похила дальність). Значення вимірної дальності відображається на індикаторі ПД-2 на борту літака.

Азимут літака вимірюється за допомогою прийнятих на борту азимутального та опорних сигналів "35" і "36", що випромінюються відповідно передавачами 4 (П-20А) і 5 (П-200).

Азимутальний сигнал випромінюється обертовою азимутальною антеною, що має гостроспрямовану двопелюсткову діаграму спрямованості.

На осі антени азимутального сигналу встановлюються магнітоелектричні датчики опорних сигналів серії "35" і "36" (кількість сигналів за один оберт антени відповідно дорівнює 35 і 36). Якщо азимутальна антена спрямована на географічну північ, то відбувається збі

сигналів "35" і "36", що є початком відліку азимута. Відлік часу триває до того моменту, доки бортова апаратура не прийме сигнал азимутального передавача. Схема вимірювання 2 видає на прилад НПП 3 значення азимута θ .

Система ближньої навігації РСБН-6С має такі тактико-технічні дані: дальність дії апаратури у режимі радіокорекції – в межах геометричної видимості, але не більше 496 км; діапазон робочих частот по каналу зв'язку "земля–літак" – 905.1...966.9 МГц; діапазон робочих частот по каналу зв'язку "літак–земля" – 772...808 МГц; кількість частотно-кодкових каналів у режимі навігації та посадки – 40; похибка видачі полярних координат на індикаторні прилади: за ККР – $2\sigma = 2^\circ$; за дальністю – $2\sigma = (0.2 + 0.03 D)$ км; електроживлення від бортмережі – 27 В; ≈ 115 В, 36 В 400 Гц; вага комплексу – 77.5 кг.

Функціональну схему каналу вимірювання дальності (блок БВАД) зображено на рис. 2.9. У цьому каналі вимірюється час між запитним сигналом і сигналом відповіді ретранслятора.

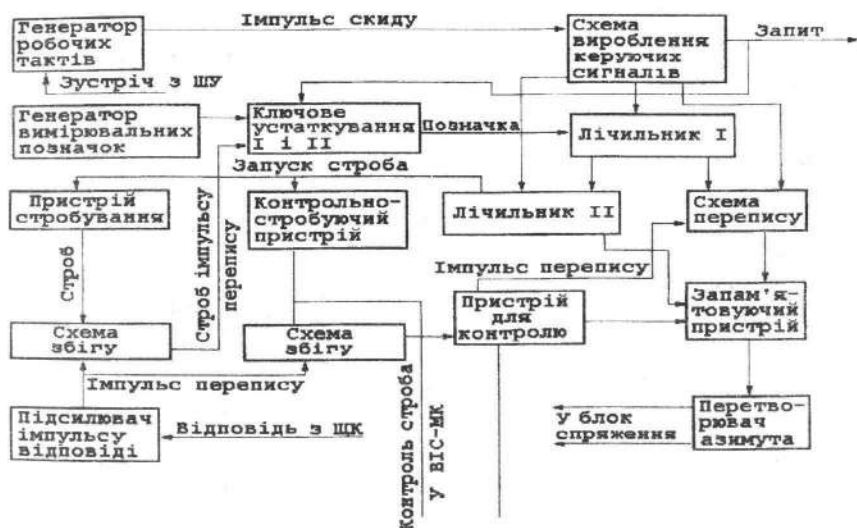


Рис. 2.9

Пусковий імпульс з генератора робочих тактів з частотою 30 Гц надходить на ключ і відкриває його, задаючи таким чином початок робочого такту. Вимірювальні імпульси з генератора вимірювальних позначок проходять через відкритий ключ і надходять на вхід 12-розрядного

вимірювального лічильника. Тривалість імпульсів – $\tau=0,25$ мкс, інтервал між ними – 1 мкс. Лічильник підраховує кількість імпульсів до моменту закриття ключового пристрою (з приходом імпульсу відповіді).

Імпульси з третього розряду лічильника подаються на схему формування запитних імпульсів. Таким чином, на лічильнику встановлюється число, пропорційне дальності до радіомаяка, плюс 0.6 км. При надходженні імпульсу перепису з пристрою контролю в схему перепису одержане число з лічильника переписується в запам'ятовуючий пристрій. При надходженні імпульсу віднімання з контрольного пристрою відбувається віднімання від одержаного числа 0.6 км. Таким чином, у запам'ятовуючому пристрої знаходиться число, пропорційне виміряній дальності.

Функціональну схему субблока вимірювання азимута (блок БВАД) зображено на рис. 2.10.

У цьому блоці на 15-розрядному двійковому лічильникові вимірюється час між моментом збігу сигналів "35" і "36" і азимутальним імпульсом. Для цього необхідно здійснити синхронізацію лічильника. Лічильник ТОЧНО синхронізується імпульсами "36", які надходять через 10° шляхом установаження його в нульове положення, лічильник ГРУБО – імпульсами "35", що випромінюються у момент розвороту азимутальної антени на 185.14° відносно напрямку на північ, шляхом установаження його в положення "180°". Таким чином, у момент синхронізації лічильника "грубо" на ньому встановлюється 180° , а на лічильнику "точно" – 5.14° . Продовжуючи заповнюватись імпульсами генератора, лічильник на час розвороту антени на північ налічуватиме 360° і установається в нульове положення, задаючи початок відліку.

Розглянемо детальніше процес синхронізації лічильника.

Сигнал початку стробування імпульсу ОП "36" подається в схему тригера строба ОП "36" з лічильника "точно" при заповненні його до 9.4° . Строб "36" подається на вхід схеми керування та контролю імпульсу "36", на інший вхід якої надходить з підсилювача утворювача імпульсу ОП "36".

При збігу імпульсу ОП "36" зі стробом "36" подається синхронізуючий імпульс на скидання лічильника "точно". Заднім фронтом цього самого імпульсу закривається тригер строба "36".

При заповненні лічильника ГРУБО до 180° на тригер строба 180° подається сигнал, і строб 180° надходить на "схему керування та контролю" 180° , на другий вхід якої подається імпульс ОП "35" з підсилювача утворювача. При збігу імпульсу ОП "35", строба 180° та імпульсу лічильника ТОЧНО при досягненні в ньому 5.14° виділяється імпульс,

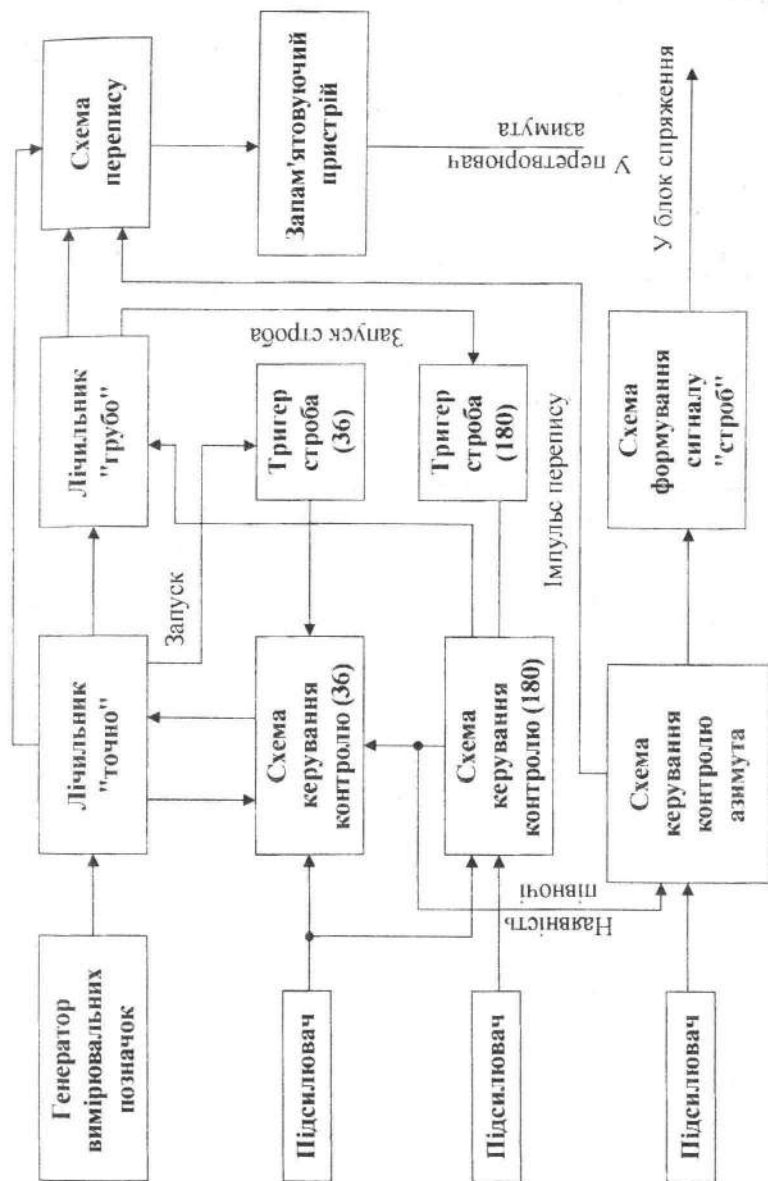


Рис. 2.10

який обнулює лічильник ГРУБО; задній фронт цього імпульсу закриває тригер строба 180°.

Азимутальний імпульс підсилюється і надходить на схему керування та контролю азимута, з якої подається сигнал ІМПУЛЬС ПЕРЕПISУ в схему перепису, і число з вимірювального лічильника переписується в запам'ятовуючий пристрій.

При взаємодії з бортовим комплексом система РСБН-6С видає такі сигнали:

1) в систему САК:

- сигнал, пропорційний відхиленню від програмної висоти зниження ΔH або висоти стабілізації в режимі заходу на посадку;
- сигнал заданого курсу Ψ_3 для індикації на НПП;
- сигнал істинного курсу польоту Ψ_1 для режиму ПОВЕРНЕННЯ;
- сигнали, пропорційні відхиленню від рівносигнальних зон за курсом ϵ_k і глісадою ϵ_r ;
- сигнали разових команд: ГОТОВНІСТЬ Д, ГОТОВНІСТЬ Г, СПРАВНІСТЬ РСБН (включення в САК зовнішніх режимів, пов'язаних з РСБН), ПОВЕРНЕННЯ РАДІЙНЕ (підімкнення на НПП Ψ_1 від блока зворотної напруги у режимі повернення), СКИДАННЯ (ручне керування - при поверненні на незапрограмований аеродром), ПОСАДКА (переключення САК у режим ПОСАДКА);
- сигнал курсового кута радіостанції ККР - для НПП;
- сигнал РАДІООРІЕНТИР (РО) (відключення каналу керування САК у вертикальній площині);

2) в антенно-фідерну систему:

- сигнал разової команди ПЕРЕКЛЮЧЕННЯ АНТЕН (підключення до передньої антени при недостатньому рівні азимутального сигналу у випадку роботи із задньої антени, і навпаки);
- сигнал ПОСАДКА для підключення передньої антени;

3) у СО-69:

- сигнал блокування при роботі СЗД-П;

4) у виріб ЗЗД-III:

- сигнал ПОВЕРНЕННЯ РАДІЙНЕ;
- сигнал, пропорційний відхиленню від програмної висоти зниження ΔH ;
- сигнали разових команд ГОТОВНІСТЬ Д, ГОТОВНІСТЬ Г, СПРАВНІСТЬ РСБН (включення в РЛС зовнішніх режимів, пов'язаних з РСБН).

Система РСБН-6С одержує з інших систем такі сигнали:

- 1) значення поточної висоти H_n - від датчика висоти ДВ-30;

- 2) значення повітряної швидкості V_u - від датчика повітряної швидкості ДВС-10 при відмові системи повітряних сигналів СВС для обчислення координат;
- 3) з системи СКВ-2Н:
 - сигнали ВІДМОВА СКВ, поточного Ψ_n і заданого Ψ_3 курсів;
- 4) з відповідача СО-69 - сигнал бланкування приймача СПАД-2И.

2.6. Доплерівський вимірювач шляхової швидкості та кута знесення ДИСС-15М

"ДИСС-15" призначений для автоматичного безперервного вимірювання та індикації складових шляхової швидкості в режимі малих швидкостей, шляхової швидкості та кута знесення в режимі навігації, а також для зчислення та індикації координат місцезнаходження вертольота та видачі цих даних до інших бортових пристроїв.

"ДИСС-15" спільно з іншими приладами (автопілотом, радіовисотоміром...) дозволяє виконувати:

- виведення вертольота в точку із заданими координатами;
- висіння та посадку вертольота за відсутності інформації про напрям та силу вітру;
- висіння та керування рухом вертольота за відсутності візуальної видимості.

"ДИСС-15" видає в "САУ-В24-1" сигнали поздовжньої, вертикальної та поперечної складових шляхової швидкості вертольота та сигнал, пропорційний куту між вектором шляхової швидкості та напрямом на дану точку.

Тактико-технічні дані:

- вид випромінювання – безперервний $f=13325 \pm 30$ МГц;
- діапазон виділених доплерівських частот 5-4000 Гц;
- випромінювана потужність 10 Вт;
- робочий діапазон висот:
 - в режимі навігації 10-3000 м;
 - в режимі висіння: над сушею 2-1000 м;
 - над морем (≥ 1 бала) 5-500 м;
- діапазон вимірювання W в режимі "Навігація" 50-399 км/г;
- діапазон вимірювання кутів знесення в режимі "Навігація" $\pm 45^\circ$;
- діапазон зчислення ортодромічних координат:
 - відстань вздовж ортодромії ± 999 км;

бокове відхилення від ортодромії	± 499 км;
- середньоквадратична похибка вимірювання: для шляхової швидкості	$0,5\% \pm 1,5$ км/г;
кута знесення	$25'$;
- кути візування променів антени: у вертикальній площині	65° ;
у горизонтальній площині	45° ;
- час готовності до роботи	15 хв;
- час безперервної роботи	6 год;
- живлення	27 В, 115 В 400 Гц, 36 В 400 Гц;
- вага	70 кг.

Принцип роботи "ДИСС-15М" розглянемо за функціональною схемою (рис. 2.11).

"ДИСС-15М" – трипроменевий доплерівський вимірник з нерухомою антеною безперервного випромінювання із зовнішньою когерентністю. ВЧ сигнал з виходу генератора НВЧ через хвилепровідний комутатор надходить на передавальну антену з трипроменевою діаграмою спрямованості або на еквівалент залежно від режиму роботи, встановленого на пульті контролю ("Контроль", "Робота"). Відбитий від земної поверхні сигнал приймається приймальною антеною. Промені приймальної антени збігаються з променями передавальної антени.

Сигнали з виходу приймальної антени $f_{\text{вх}} \pm F_{\text{Д},2,3}$ надходять на пристрій виділення $F_{\text{Д},2,3}$ до високочастотного блока, куди водночас надходить опорний сигнал з генератора НВЧ. На виході пристрою виділення доплерівського сигналу утворюються напруги, пропорційні зсувам частоти. Знак сигналу (фази) відповідає руху вертольота у просторі. Даний сигнал, який проходить підсилювач низької частоти (ПНЧ) і обмежувач, надходить у вигляді послідовності прямокутних імпульсів, що прямують з доплерівською частотою, на пристрій поділу за знаком. Залежно від фазового зсуву ($\pm \frac{\pi}{2}$) між напругами, що надходять на вхід приладу 3, на виході буде виділятися "+F_д" або "-F_д" (імпульсна напруга, що прямує з частотою Доплера).

На виході перетворювача частоти виділяються постійні напруги, пропорційні трьом складовим вектора швидкості вертольота, у зв'язаній з вертольотом системі координат. На виході пристрою перетворення координат в результаті складання сигналів з виходу перетворювача частоти та від гіровертикалі (МТВ-1СУ) по крену і тангажу утворюються сигнали, пропорційні векторам швидкості в горизонтальній (земній) системі координат у вигляді постійних напруг, які надходять на індикатор

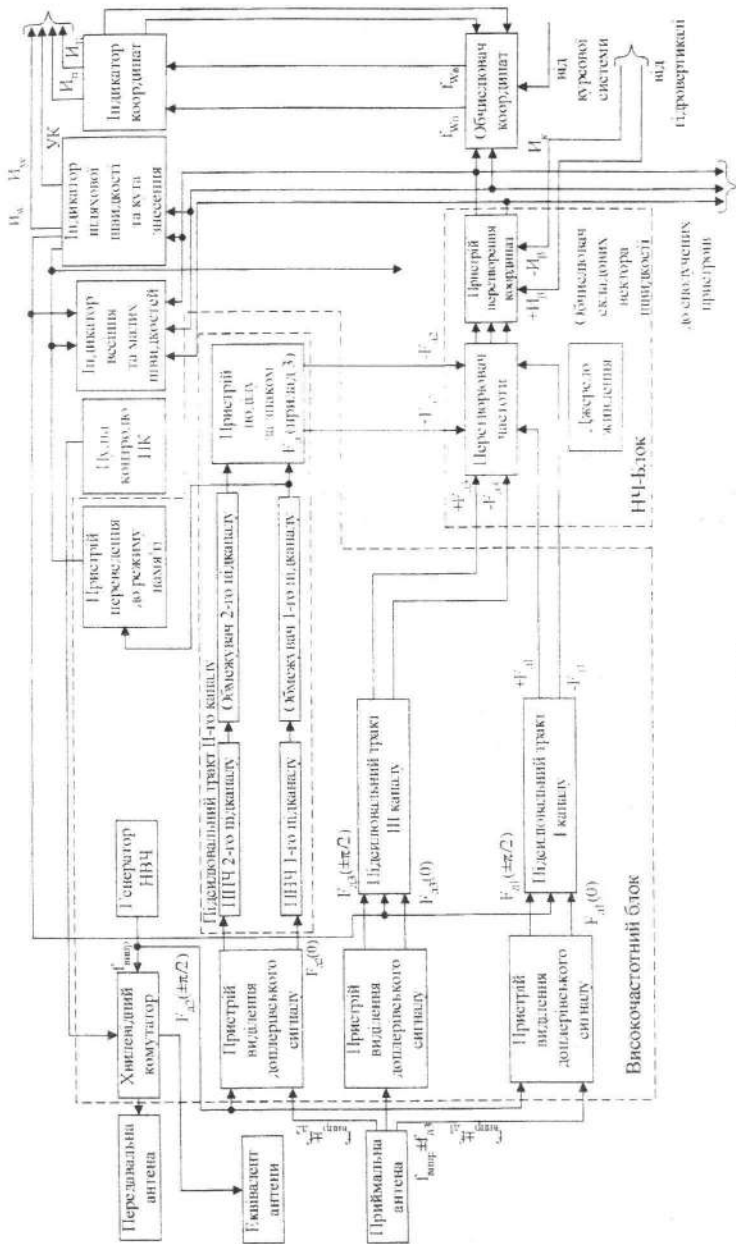


Рис. 2.11

висіння та малих швидкостей (V_x, V_y, V_z) і на індикатор шляхової швидкості та кута знесення. Обчислювальник координат перетворює сигнали, що надходять в імпульси, частоти проходження яких пропорційні швидкості вертольота вздовж ортодромії та перпендикулярно до неї. Вони подаються на індикатор координат для індикації ортодромічних координат місцезнаходження вертольота.

3. РАДІОАПАРАТУРА ПОШУКУ, РОЗПІЗНАВАННЯ, СПОВІЩЕННЯ ТА АКТИВНОЇ ВІДПОВІДІ

3.1. Принципи радіолокації

Радіолокацією називається галузь радіоелектроніки, яка використовує явище відбивання електромагнітних хвиль з метою виявлення і визначення місцезнаходження об'єктів. Пристрій, за допомогою якого це здійснюється, називається радіолокаційною станцією (РЛС).

В основу радіолокаційних способів виявлення цілей і вимірювання їхніх координат покладено використання таких властивостей електромагнітних хвиль:

- 1) відбиття радіохвиль від об'єктів, які зустрічаються на шляху їхнього поширення;
- 2) поширення радіохвиль з постійною швидкістю в середовищі, яке має однорідні електричні властивості;
- 3) прямолінійність поширення радіохвиль і можливість їхнього випромінювання (приймання) з різною інтенсивністю і в різні напрямки за допомогою антен спрямованої дії.

Завдяки відбиттю радіохвиль за допомогою високочутливого приймача можна прийняти частину відбитої від об'єкта енергії та встановити факт існування об'єкта на шляху поширення радіохвиль.

Вхідне рівняння для розрахунку дальності до цілі

$$D = \frac{C\Delta t}{2},$$

де C – швидкість поширення радіохвиль; Δt – час поширення радіохвиль від локатора до цілі й назад.

Завдяки можливості спрямованого випромінювання та приймання радіохвиль і прямолінійності їхнього поширення визначається напрямок на об'єкт їхнього відбиття. Антени РЛС мають спрямовані властивості. При цьому у більшості випадків для передачі та приймання електромагнітної енергії використовується одна і та ж сама антена. Інформація про місцезнаходження цілі міститься в радіолокаційних сигналах.

Радіолокаційні сигнали можна одержати різними методами. Найпоширенішим є спосіб активної радіолокації, оснований на опромінюванні цілі електромагнітною енергією та прийманні відбитих від цілі радіохвиль приймальним пристроєм РЛС (системи первинної радіолокації).

У деяких випадках використовуються радіолокаційні сигнали, які утворюються за методом активної відповіді (системи вторинної радіолокації). При цьому сигнал, випромінений РЛС, забезпечує спрацювання устновленого на об'єкті ретранслятора (відповідача), який випромінює активний сигнал. РЛС приймає сигнали відповіді. Такі системи застосовуються для розпізнавання цілі та збільшення дальності радіолокаційного спостереження "своїх" об'єктів, які мають малу відбивну поверхню.

Досить часто застосовують спосіб пасивної радіолокації, що полягає в прийманні сигналів сучасного радіовипромінювання цілей (радіотеплового, від радіоелектронних пристроїв та ін.).

Більшість РЛС працюють в імпульсному режимі. Спрощену блок-схему такої станції зображено на рис. 3.1.



Рис. 3.1

Взаємодією всіх елементів РЛС керує синхронізатор. Як синхронізатори використовують схеми, що формують імпульси напруги малої тривалості із заданим періодом прямування T_0 . У модуляторі формуються потужні імпульси певної тривалості, необхідні для модуляції генератора. В генераторі НВЧ створюється потужний радіоімпульс тієї ж тривалості, який потім випромінюється антеною радіолокатора. Антенний комутатор спрямовує височастотну енергію з генератора НВЧ в антену, замикаючи при цьому вхід приймача, а у випадку приймання відбитого сигналу - з антени в приймач. У діапазоні сантиметрових хвиль як генератор НВЧ використовують магнетрон.

Через час t після випромінювання зондувального імпульсу відбувається приймання відбитого від об'єкта імпульсу. На вхід приймача окрім відбитих сигналів просочується й енергія зондувальних сигналів. Це відбувається внаслідок близького розташування передавача і приймача або використання для випромінювання та приймання енергії загального антенно-фідерного пристрою. З метою запобігання попадання енергії зондувального сигналу в приймач на вході приймача встановлюються розрядники захисту приймача (РЗП). З виходу приймача відбиті від цілі імпульси надходять на індикаторний пристрій, який дозволяє спостерігати ціль і визначати відстань до неї. В РЛС, як правило, застосовуються приймачі супергетеродинного типу, як індикатори - електронно-променеві трубки.

Обчислення кутових координат цілі базується на переміщенні у просторі вузькоспрямованого променя антени за заданою траєкторією та синхронному переміщенні разом з ним розгортки по екрану індикатора. Кут, який визначається при цьому за індикатором повороту антени, дозволяє робити відлік кутових координат цілі.

Для виділення сигналів цілі на фоні відбиттів від земної поверхні в РЛС застосовується апаратура селекції рухомих цілей (СРЦ) із зовнішньою когерентністю, яка виділяє сигнал доплерівської частоти f_g від рухомої цілі. Згідно з ефектом Доплера частота зондувального сигналу відрізняється від частоти відбитого від рухомої цілі сигналу на величину f_g - частоти Доплера:

$$f_{\text{зонд}} - f_{\text{відб}} = f_{\text{д}} = \frac{2 \cdot V_{\text{збл}}}{\lambda},$$

де $V_{\text{збл}}$ - швидкість зближення.

Виділення f_g рухомої цілі здійснюється фільтрами доплерівської частоти.

Як опорний сигнал використовується сигнал фону земної поверхні.

3.2. Апаратура радіолокаційного розпізнавання

Виникнення і розвиток радіолокації дозволяє виявляти цілі на значних відстанях за будь-яких метеорологічних умов, але за позначками цілі на екрані індикатора РЛС не можна визначити їхню державну належність. Тому для визначення належності цілі в армії, авіації та флоті застосовується апаратура радіолокаційного розпізнавання. Задача розпізнавання цілей вирішується за допомогою відповідачів, які приймають сигнали запиту РЛС, або спеціальних запитувачів (наземних, літакових, корабельних), що посилають відповідні кодовані сигнали, за

характером яких визначається належність даної цілі до збройних сил певної країни.

Тільки впевнене розпізнавання виявленої цілі дозволяє успішно вирішувати більшість тактичних задач, таких, як вчасна підготовка системи ППО до відбивання нальоту противника, наведення літаків-перехоплювачів на літаки противника, відкриття вогню зенитною артилерією та ін.

Існує ряд способів розпізнавання, але жоден з них, окрім радіолокаційного, не задовольняє вимоги, які ставляться до сучасних систем розпізнавання. Основні вимоги такі:

- 1) автоматичне розпізнавання на великих відстанях і в короткий час;
- 2) можливість безпомилкового і простого читання сигналів розпізнавання;
- 3) незалежність розпізнавання від метеорологічних умов, часу доби, а також швидкості та висоти польоту літака;
- 4) великі скритність і перешкодозахищеність, які дозволяють вести розпізнавання в умовах застосування противником перешкод;
- 5) відповідність основних тактичних показників апаратури розпізнавання тактичним даним РЛС, що працюють у комплексі з апаратурою розпізнавання;
- 6) висока надійність розпізнавання, яка виключає можливість помилкових атак "своїх" об'єктів та імітацію противником відповідних сигналів;
- 7) велика пропускна здатність, що дозволяє виконувати надійне розпізнавання цілі при одночасній роботі великої кількості радіоелектронних систем;
- 8) простота керування, невеликі габарити і вага апаратури, необхідна висотність та ін.

Запитувач і відповідач є невід'ємними елементами будь-якої системи радіолокаційного розпізнавання. Блок-схему однієї з них зображено на рис. 3.2.

Запитувачі та відповідачі являють собою малопотужні приймально-передавальні імпульсні РЛС. Для розпізнавання виявленої цілі вмикається запитувач, який посилає запитувальні сигнали, на які відповідач автоматично відповідає кодованими сигналами. Ці сигнали спостерігаються на екрані запитувача у вигляді точок, що визначають дальність і азимут цілі.

У системі розпізнавання кодуванню підлягають як сигнали запиту, так і сигнали відповіді, що підвищує перешкодозахищеність каналу запит - відповідь.

Системи радіолокаційного розпізнавання звичайно розрізняють за способом запиту. Запит може здійснюватися безпосередньо РЛС або

спеціальним запитувачем. У першому випадку система називається суміщеною, в другому - автономною.

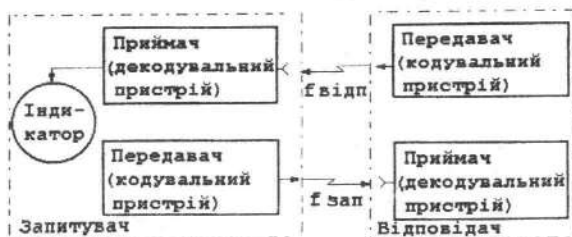


Рис. 3.2

На літакові-виробі 2М використовується автономна система, в якій запит виконується спеціальним запитувачем. Запитувач здійснює також приймання і розшифрування сигналів відповіді. В автономній системі частоти каналу розпізнавання і РЛС різні. На об'єктах розпізнавання встановлюються відповідачі, а за необхідності взаємного розпізнавання – запитувачі та відповідачі. Запит ведеться запитувачем після того, як РЛС, з якою він спільно встановлений, виявила ціль. При опроміненні "свого" літака на індикаторі РЛС над позначкою цілі з'являється водночас позначка розпізнавання (внаслідок синхронізації частоти посилення РЛС і запитувача). Автономна система дає можливість користуватися однотипними відповідачами, вести роботу на частоті, що відрізняється від частоти РЛС, мати різні частоти запиту і відповіді, застосовувати кодування запиту і забезпечувати достатню скритність роботи шляхом вмикання запитувачів лише на час, необхідний для розпізнавання.

3.3. Станція оповіщення про опромінення С-3М

Станція призначена для попередження льотчика про опромінювання літака радіолокаційними станціями перехоплювання і прицілювання, які працюють у сантиметровому діапазоні хвиль, імпульсами тривалістю 0.2...5.0 мкс і частотою повторювання $(700 \pm 300) \dots 8000$ Гц.

Приймання сигналів опромінювання забезпечується в зоні 360° за азимутом і $\pm 45^\circ$ за кутом місця. Зона приймання сигналів поділена на чотири сектори: два передніх і два задніх. Попередження льотчика здійснюється за допомогою світлової та звукової сигналізації при опромінюванні літака з будь-якого напрямку. С-3М не приймає сигнали, частота слідування яких нижче 400 Гц, для виключення впливу бортової

мережі. Крім того, передбачається захист від дії одиничних імпульсних перешкод. Маса станції без з'єднувальних кабелів – не більше 3 кг. Електроживлення станції здійснюється постійним струмом +27 В і змінним струмом 115 В 400 Гц.

функціональну схему станції С-3М зображено на рис. 3.3.

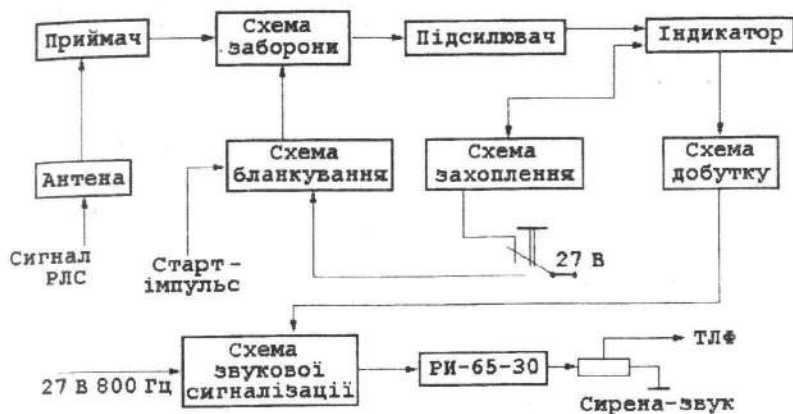


Рис. 3.3

Станція С-3М являє собою 4-канальний детекторний приймач. Кожний канал приймача працює автономно і обслуговує один з чотирьох секторів, на які умовно поділяється простір навколо літака.

Електромагнітні коливання будь-якої поляризації від РЛС випромінювання приймаються будь-якою з чотирьох антен і надходять на детекторний приймач, де перетворюються у відеоімпульси, підсилюються і подаються на спеціальну схему заборони, яка усуває випадкову роботу в разі надходження одиничних імпульсів і шумів. Крім того, параметри схеми підібрані таким чином, щоб через схему могли проходити тільки імпульси з частотою повторення більше 400 Гц.

Підсилені вихідним підсилювачем імпульси подаються на лампочки індикатора, водночас через діодний суматор – на схему звукової сигналізації, яка являє собою нормально відкритий каскад, що працює в ключовому режимі. Сюди з блока живлення надходить напруга 27 В, яка пульсує з частотою 800 Гц. З надходженням імпульсів із суматора каскад закривається і з колекторного навантаження імпульси звукової сигналізації (800 Гц) надходять через блок РИ-65-30 і потенціометр СИРЕНА-ЗВУК до телефонів льотчика. (У випадку вимикання звукового сигналу вимикачем ЗВУК-ВМК.-ВИМК., який на літаку не діє, напруга

27 В подається на індикатор для підсвічування трафарету ЗВУКУ НЕМАЄ).

Для того, щоб уникнути спрацювання світлової та звукової сигналізації при роботі РЛС на даному літаку, є схема бланкування, яка під дією старт-імпульсу бортової РЛС виробляє імпульс бланкування тривалістю порядку 30 мкс, що замикає приймальні канали С-ЗМ. При натисканні кнопки ПЕРЕВІРКА на індикаторі С-ЗМ імпульс бланкування знімається, приймальні канали залишаються відкритими і зондувальні імпульси бортової РЛС, проминувши приймальні канали, викликають спрацювання світлової та звукової сигналізації.

Необхідно відзначити, що дана станція дозволяє льотчику дізнаватись про момент переходу станції з режиму ОГЛЯД в режим АВТОСУПРОВІД, що важливо для льотчика, бо він, одержавши таку інформацію, мусить виконати протиракетний маневр і застосувати індивідуальні засоби захисту, бо найближчим часом (за секунди) противник може здійснити пуск ракети. У режимі ОГЛЯД лампочка сектора спалахуватиме при кожному опромінуванні літака, що передається променем РЛС, і водночас прослуховується звуковий сигнал. У цьому випадку тривалість паузи в декілька разів більша за тривалість часу індикації опромінування. З наближенням атакуючого літака тривалість паузи зменшується і кількість прийнятих імпульсів за одиницю часу збільшується, що призводить до підвищення частоти спрацювання сигналізації. У режимі АВТОСУПРОВІД станція С-ЗМ приймає майже безперервну послідовність імпульсів, які надходять із суматора на схему захоплення. Нагромаджувальні каскади схеми забезпечують рівень напруги, необхідний для спрацювання вихідного каскаду схеми, а напруга 27 В постійно подається на лампочки індикації. У режимі ОГЛЯД через велику шпаруватість імпульсів, які надходять на вхід С-ЗМ, напруга нагромаджувального каскаду не досягає необхідного рівня для спрацювання вихідного каскаду і схема світлової сигналізації працює у звичайному режимі.

Під час атаки літака противника під ракурсом $1/4$ або $3/4$ із середніх близьких дистанцій можливе спрацювання двох сусідніх каналів спалахування двох суміжних лампочок. По лампочці, яка спалахує першою, роблять висновок про напрямок атаки (сектор опромінення). При опромінуванні літака "прямо – спереду", "прямо – ззаду", "прямо – праворуч", "прямо – ліворуч" приймання сигналів здійснюється двома сусідніми каналами, що і приводить до синхронного спалахування двох лампочок.

3.4. Літаковий відповідач СО-69

Нині з метою керування повітряним рухом (КПР) широкого поширення набули вторинні радіолокаційні системи.

Основні переваги вторинних систем порівняно з первинними: значно більша дальність дії радіодалекомірів; відсутність перешкод від метеофакторів і місцевих предметів; можливість автоматичного розпізнавання літаків (одержання бортового номера), а також безперервного контролю висоти польоту; автоматична передача з борту літака даних про залишок палива та інших повідомлень.

Система вторинної радіолокації (ВРЛ) призначена для розв'язування задач КПР на трасах і в зоні аеродрому. ВРЛ містить як бортове (відповідачі), так і наземне (вторинні радіолокатори й апаратура відображення інформації) обладнання. Вторинний наземний радіолокатор здійснює запит відповідачів літаків, які знаходяться у зоні його дії. Для запиту звичайно застосовують двоімпульсні інтервальні коди. Бортові відповідачі аналізують відповідні кодові посилки. Структура коду відповіді залежить від режиму роботи відповідача. Для відповіді використовуються дво- і триімпульсні інтервальні коди. За допомогою цих сигналів у вторинному радіолокаторі визначаються радіолокаційні координати літака, у зв'язку з чим їх часто називають координатними кодами.

Відповідач у режимі КПР випромінює окрім координатних коди, що містять різноманітну інформацію (номер, висота та ін.). Ці коди називаються інформаційними.

Відповідні коди приймаються вторинним радіолокатором і транслюються на командно-диспетчерський пункт (КДП).

Апаратура КДП служить для визначення радіолокаційних координат літаків (дальності, азимута), а також одержання додаткової інформації (номера, висоти) безпосередньо на робочих пультах диспетчера КПР.

Літаковий відповідач СО-69 призначений для роботи в активному режимі: радіолокаційних систем посадки типу РСР; радіолокаційних систем керування повітряним рухом, що мають висотні радіолокатори (ВРЛ) із апаратурою приймання інформації; обзорних РЛС типу П-35; спеціальних систем.

Основні тактико-технічні дані СО-69:

1. Режим РСР. Робота з диспетчерськими РЛС:

- перший приймальний канал: частота приймача - 835...840 МГц; чутливість приймача - 84 ± 4 дБ/Вт; ширина смуги пропускання - не менше 6 МГц; заглушення бокових пелюсток за запитом - триімпульсне;

- другий приймальний канал: частота приймача - 1030 МГц; чутливість приймача - 104 ± 4 дБ/Вт; ширина смуги пропускання - 6 МГц; заглушення бокових пелюсток за запитом - триімпульсне;
- передавальний канал: частота передавача - 730, 740, 750 МГц, потужність передавача - не менше 250 Вт, тривалість імпульсу - 0.6... 1.0 мкс.

2. Режим РСР. Робота з посадочними РЛС: частота приймальних сигналів - перший діапазон; чутливість приймача - 65 ± 3 дБ/Вт; заглушення бокових пелюсток за запитом - методом з плаваючим порогом; параметри передавача аналогічні розглянутому раніше.

3. Режим КПр. Робота з диспетчерськими РЛС: параметри приймального каналу та передавального каналу передачі аналогічні розглянутим; обсяг інформації, що передається: бортовий номер - 100000 номерів; висота - до 30 км (градація 10 м); залишок палива - 15 повідомлень. Для передачі цієї інформації відповідач спряжений з системою повітряної швидкості (СПШ) та паливоміром.

4. Режим КПр, робота з посадочними РЛС. У цьому режимі запити за курсом та глісадою роздільні, рівень заглушення бокових пелюсток більш високий.

Електроживлення СО-69 від джерел перемінного струму - напругою 115 В 400 Гц і 36 В 400 Гц; від джерела постійного струму - напругою 27 В; вага - 17.3 кг.

Режими роботи відповідача СО-69:

1. Режим РСР застосовується при роботі з вітчизняними системами РСР-6, РСР-7, що не мають апаратури приймання та відображення цифрової інформації, яка надходить з борту та роздільного кодування запитів РЛ за курсом та глісадою.

2. Режим КПр застосовується при роботі з вітчизняними диспетчерськими ВРЛ системи КПр, що мають апаратуру відображення інформації, яка надходить від відповідача. При цьому автоматично видається інформація про номер літака або висоту польоту та залишок палива (залежно від запиту). У режимі КПр відповідач працює з посадочними ВРЛ, що мають роздільне кодування запитів курсу та глісади.

3. Режим П-35 вмикається при роботі з оглядовими РЛС типу П-35.

4. Режим 023М застосовується при використанні передавача відповідача в інших системах.

Літаковий відповідач працює з диспетчерським і посадочним радіолокаторами. Диспетчерські радіолокатори, що входять до складу радіолокаційних систем посадки, для запиту літакових відповідачів використовують двоімпульсні інтервальні коди з інтервалами 14 і 9.4 мкс.

Окрім основних імпульсів запиту до посилки додається третій, додатковий імпульс для усунення приймання відповідачем сигналів запиту за боковими "пелюстками" діаграми спрямованості антен наземної РЛС.

Якщо запит відбувається від диспетчерського радіолокатора у вигляді двоімпульсного коду з інтервалом 14 мкс, то відповідний сигнал має двоімпульсний код, аналогічний за функцією відбитому сигналу, за допомогою якого визначаються координати літака (дальність та азимут). Цей код називається координатним. Крім того, у цьому випадку на землю може передаватися інформація про висоту польоту, витрату палива та сигнал лиха.

При надходженні сигналу запиту від ДРЛ з інтервалом 9.4 мкс відповідний сигнал окрім координатного коду містить інформацію про бортовий номер літака.

При запиті від посадочного радіолокатора двоімпульсним кодом з інтервалом 5.4 мкс відповідний сигнал містить двоімпульсний координатний код з інтервалом 9 мкс. У випадку запиту одиничним імпульсом оглядового радіолокатора відповідний сигнал складається з двоімпульсного координатного коду з інтервалом 4 мкс.

Розглянемо роботу С0-69 за функціональною схемою: прийомопередавач (рис. 3.4), шифратор (рис. 3.5), блок посадочних сигналів (БПС) (рис. 3.6).

3.4.1. Режими РСР та КРР

Прийняті антенами вертикальної та горизонтальної поляризації сигнали запиту надходять на вхід двоканального супергетеродинного приймача (1Ф1 та 1Ф2).

Перший канал приймає сигнали на частоті 1030 МГц, другий – на частоті 835... 840 МГц. Селекція частоти виконується двома фільтрами у блоці високої частоти. З фільтрів сигнали надходять на змішувач.

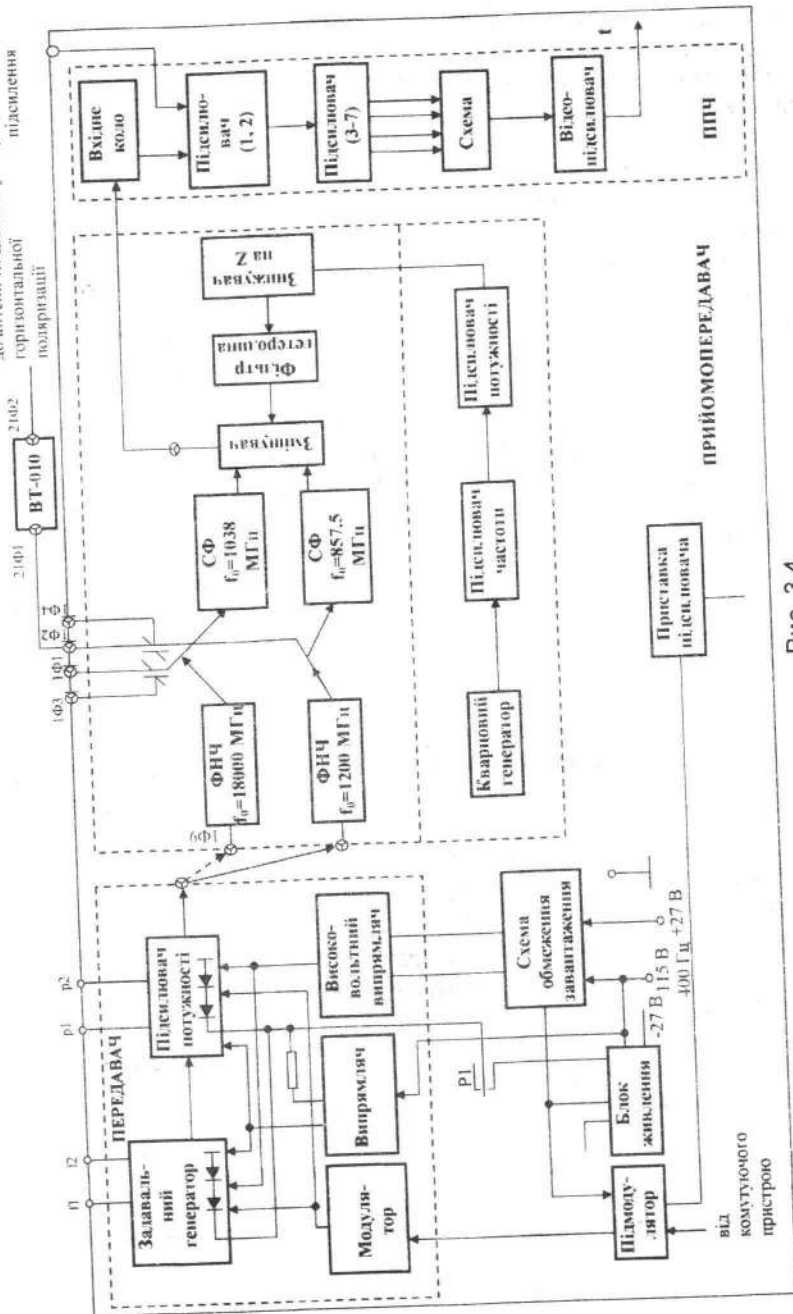
Гетеродин складається з кварцового генератора, двох каскадів множення та підсилювача потужності. Частота гетеродину – 933.75 МГц, проміжна частота – 96.25 МГц.

Перетворений за частотою сигнал надходить на ППЧ. У другому каскаді ППЧ передбачається регулювання підсилення. 3-7-й каскади додатково навантажуються на детектори, сигнали з яких складаються на суматорі для одержання логарифмічної амплітудної характеристики – з метою заглушення запитів боковими "пелюстками".

З виходу ППЧ протестовані сигнали надходять на вхід шифратора. На вході шифратора є схема регулювання порога з обмежувачем завантаження третього діапазону. Ця схема призначена для заглушення більш слабких запитів при великій їх кількості. Обмежувач працює за

регулювання
ділення
горизонтальної
поляризації

до антени III діапазону



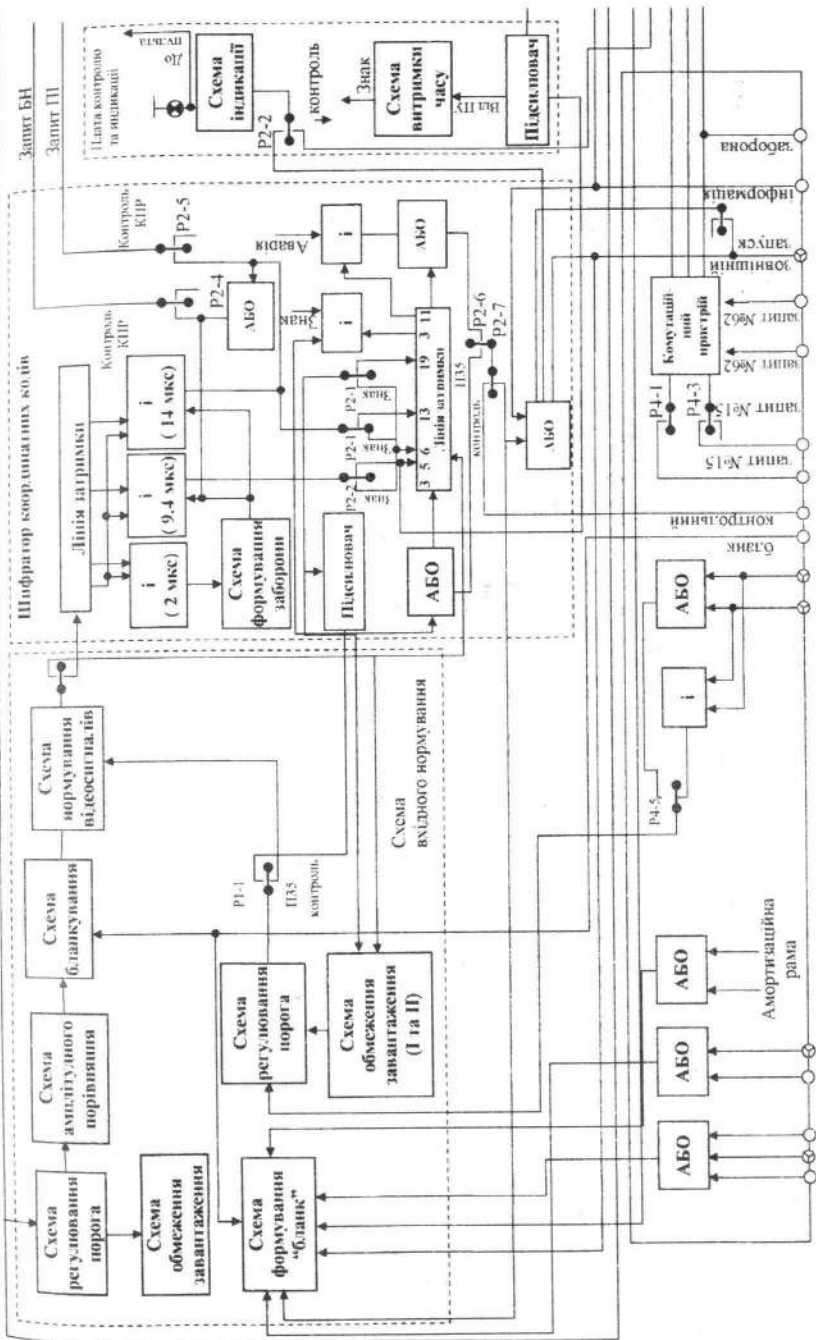


Рис. 3.5

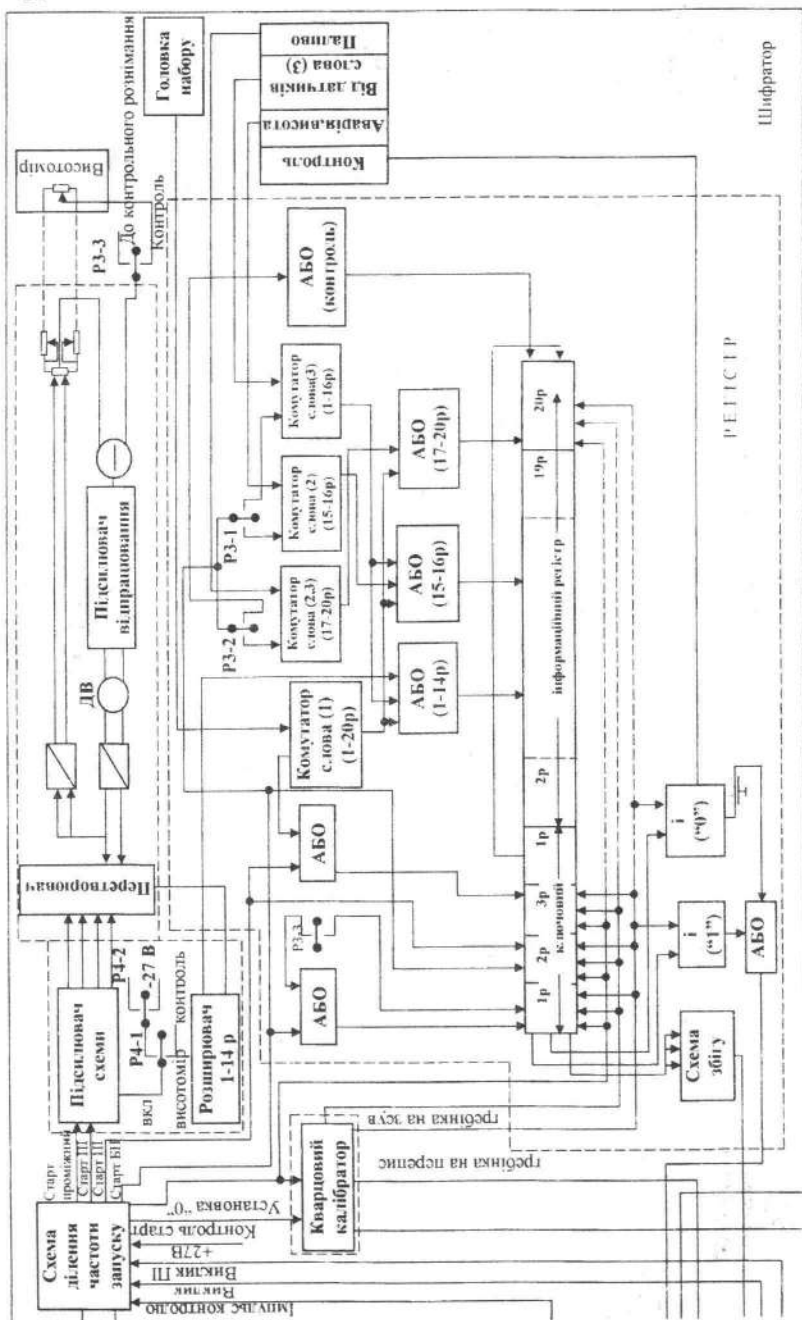


Рис. 3.5. Закінчення

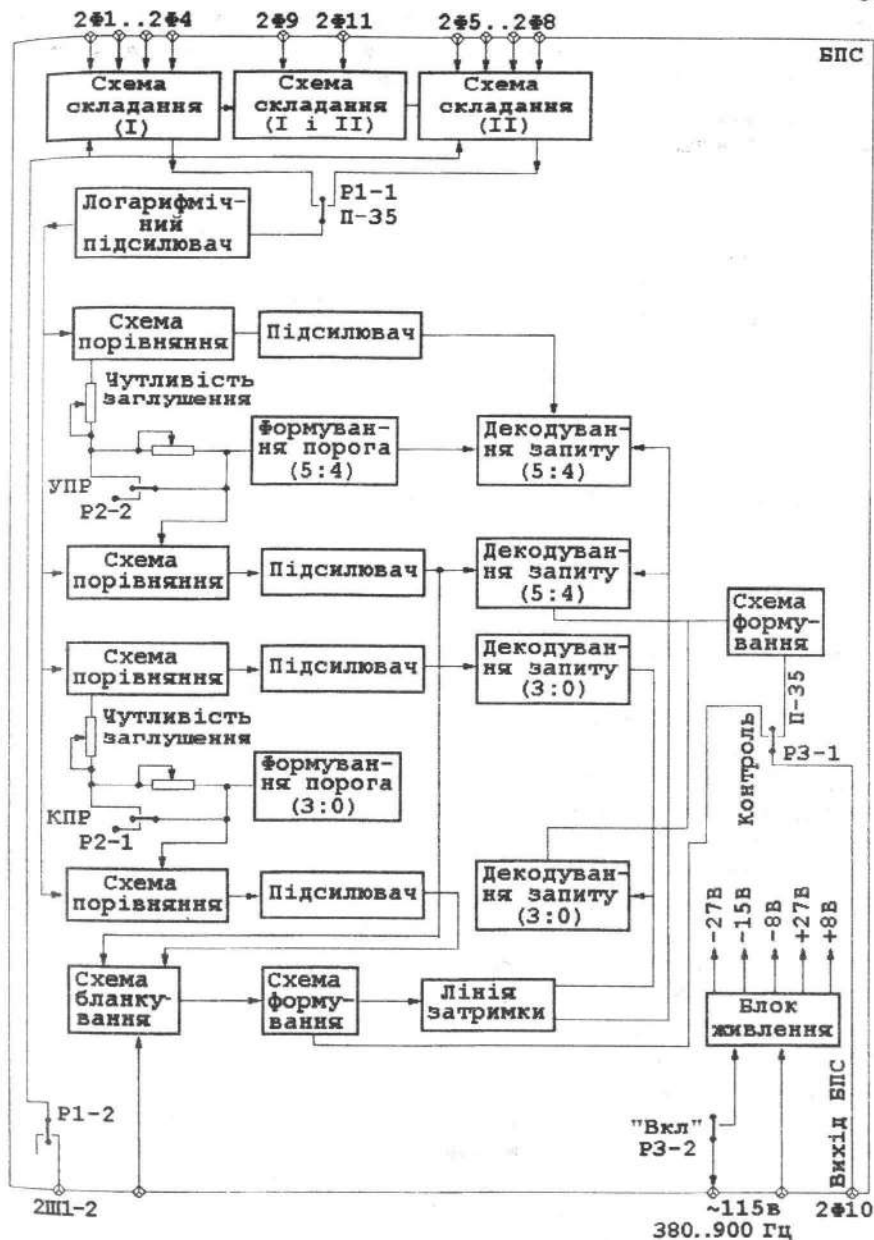


Рис. 3.6

принципом зміни порога: при збільшенні завантаження підвищується поріг на вході, що не дозволяє проходити більш слабким сигналам, і, таким чином, забезпечується завантаження відповідача.

Схему порівняння триімпульсного заглушення амплітуди імпульсів запиту P1, P3 та заглушення P2 зображено на рис. 3.7.

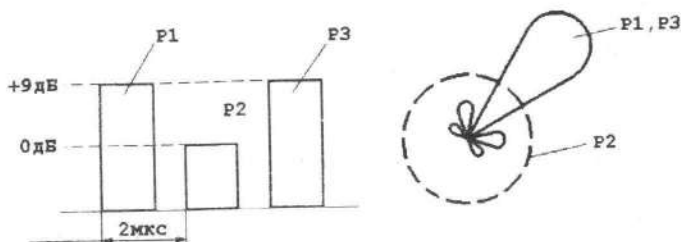


Рис. 3.7

Якщо амплітуда імпульсу заглушення P2 менша за P1 та P3, то імпульс P2 заглушується імпульсом P1. Якщо амплітуда P2 дорівнює амплітуді імпульсів P1 та P2 або перевищує її, то на дешифратор надходять всі імпульси. Через схему бланкування і нормування сигнали потрапляють на схему декодування.

Схема бланкування не пропускає сигнали запиту при надходженні сигналу БЛАНК Σ з метою виключення спрацьовування відповідача від перешкод, що створюються передавачами інших бортових систем, а також у режимах П-35, контролю, 5У15.

Декодований сигнал з виходу лінії затримки декодування надходить на відповідне відведення лінії затримки кодування для формування відповідного координатного коду, а також на обмежувач завантаження третього діапазону. За наявності імпульсу заглушення P2 у коді запиту в платі ШКК декодується код 2 мкс, а схема заборони виробляє сигнал, який забороняє декодування кодів запиту 9.4 і 14 мкс.

При передачі сигналу АВАРІЯ до відповідного двоімпульсного коду додається третій імпульс, що випереджає останній імпульс на 6 мкс.

При натиску кнопки ЗНАК формуються коди індивідуального розпізнавання (6 мкс), які за допомогою схеми витримки часу передаються протягом 10...30 с.

Сформовані координатні коди з виходу плати ШКК надходять у схему індикації та на комутувальний пристрій. З виходу комутувального пристрою сигнали подаються на підмодулятор передавача, де нормуються за тривалістю та посилюються за потужністю. У підмодуляторі виробляються також імпульси бланкування, які надходять в інші бортові системи через приставку підсилення. Імпульси модулятора збуджують ко-

ливання генератора, які після цього підсилюються за потужністю та надходять в антену через фільтр. Фільтр ВТ-010 використовується для заглушення позасмугового випромінювання передавача (забезпечення електромагнітної сумісності з іншими бортовими системами). Схема витримки часу та обмежування завантаження затримує вмикання висковольтного випрямляча на 25... 100 с, необхідного для нагрівання катодів ламп, а також автоматичне вимикання передавача при його перевантаженні через велику частоту запиту.

При роботі у режимі РСР випромінюються тільки координатні відповідні коди.

У режимі КНР у відповідь на запити ДРЛ відповідач окрім координатних кодів виробляє й інформаційні. На запит кодом 9.4 мкс відповідач виробляє відповідний код 14 мкс та інформаційний код, що містить п'ятизначний бортовий номер. На запит кодом 14 мкс відповідач виробляє відповідний код 11 мкс та інформаційний код, що містить відомості про висоту польоту і залишок палива.

Декодовані імпульси запиту ДРЛ при подачі керувальної напруги +27 В КНР надходять на подільник частоти запуску, що здійснює "розрядку" запитів, яка полягає в тому, що інформаційні коди видаються не на кожний запит ДРЛ, а в середньому один на 8-12 запитів (при частоті запитів 500 Гц).

Подільник частоти запуску виробляє стартові команди, за якими здійснюються:

- початкове встановлення зсувного реєстра та кварцового калібратора (УСТАНОВКА 0);
- запуск кварцового калібратора (старт загальний);
- опитування керувального розряду перетворювача вал - код через підсилювач опитування (старт проміжний);
- запис у розряди зсувного реєстра через комутатор запису ключа та інформаційних кодів "1-е слово" і "2-е слово" інформації (залежно від запиту - СТАРТ БІ або СТАРТ ТІ);
- опитування через підсилювач опитування інформаційних розрядів перетворювача вал - код (СТАРТ ТІ).

Кварцовий калібратор призначений для формування:

- імпульсних послідовностей для точної тимчасової прив'язки позицій імпульсів в інформаційному коді;
- імпульсу бланкування, який закриває вхідні кола шифратора на час проходження інформаційного коду, та імпульсу ЗАБОРОНА на інші системи.

Інформація за командою, що надходить у вигляді паралельного коду, записується у реєстр, який перетворює паралельний код у послідовний.

Регістр має 23 розряди, з яких 20 використовуються для інформаційного і три - для ключового кодів. Ключовий та інформаційний коди записуються в реєстр паралельним кодом, тобто одночасно у всі 23 розряди.

Для кодування номера літака застосовується головка набору номера. Номер набирається заздалегідь шляхом перепаювання проводів у головці.

Інформація про паливо подається у відповідач у вигляді паралельного коду напругою +27 В. У подільнику рівень напруги знижується для нормальної роботи мікросхем.

Розглянемо проходження сигналу про висоту польоту. Імпульс "Старт проміжний" підсилюється за потужністю і спрямовується на опитування магнітної головки так званої "керувальної групи" перетворювача. Внаслідок опитування перетворювач видає паралельний 14-розрядний двійково-десятковий код, що надходить через схему розширення в реєстр, в якому здійснюється послідовний зсув інформації, записаної в реєстр за допомогою "гребінок" зсуву і перепису, що надходять з кварцового калібратора.

З виходу першого розряду реєстра інформаційний код надходить на схеми збігу "1" і "0", далі - на схему формування "активної паузи" і через схему складання, де він об'єднується з координатним кодом, і комутувальний пристрій - в підмодулятор передавача. Максимальна похибка перетворення опору в код - ± 3 Ом.

3.4.2. Робота відповідача з посадочною РЛС

Прийняті антенами першого діапазону сигнали запиту з інтервалами 3.0 і 5.4 мкс подаються на входи блока посадочних сигналів 2Ф1-2Ф4, складаються в схемі складання сигналів першого діапазону і після цього надходять на логарифмічний підсилювач відеосигналів.

Сигнали з виходу логарифмічного підсилювача надходять на схеми порівняння каналів відповіді та регулювання, підсилюються в каналі відповіді і подаються на схему бланкування. За відсутності бланкуючого сигналу коди запиту надходять на схему нормування, а після цього - на лінію затримки кодування запитів ПРЛ.

Схема декодування запиту 5.4 мкс в каналі регулювання керує схемою формування порога каналу, а з виходу схеми декодування запиту надходить в канал відповіді на вихід блока БПС і далі - у блок шифратора через рознімання 1Ф9.

Робота каналів у режимах РСП і КПП ідентична, за винятком формування порогової напруги для заглушення сигналів бокових пелюсток діаграм спрямованості антен ПРЛ. Рівень цієї напруги формується

інтегратором, що входить до схеми формування порога, за сигналами максимуму діаграми спрямованості за час попереднього опромінення.

У режимі КПР потенціометр ПОДАВЛ. у блоці БПС закорочується контактами реле, а у режимі РСР він виявляється ввімкненим у схему порівняння, і тому рівень сигналів, що пропускаються без заглушення, у режимі РСР нижчий, ніж у режимі КПР. Необхідність цього викликана тим, що у режимі РСР надходять сигнали з однаковими кодovими інтервалами, але з різними енергетичними рівнями через відмінності коефіцієнта спрямованої дії (КСД).

3.4.3. Режим П-35

Прийняті антенами другого діапазону та продетектовані сигнали надходять на входи 2Ф5–2Ф8 блока БПС. Складені схемою складання сигналів другого діапазону сигнали надходять на логарифмічний підсилювач відеосигналів і далі – на схеми порівняння. Запит у режимі П-35 здійснюється одиничним сигналом, а встановлення порога – тільки за декодованим сигналом, але схема не забезпечує заглушення сигналу запиту боковими пелюстками.

Підсилені сигнали запиту з каналів відповіді надходять через схему бланкування з виходу 2Ф10 на вхід 1Ф9 рами, а через схему АБО і нормально замкнені контакти реле Р4-5 – на схему регулювання порога в блоці шифратора.

Запитні сигнали через контакти реле Р1-1 та Р1-2 через схему нормування надходять на лінію затримки кодування, складаються на схемі АБО й утворюють кодовий сигнал відповіді.

Через комутувальний пристрій кодова посилка надходить на запуск підмодулятора передавача. При переключенні у режим П-35 сигналу ЗНАК керувальна напруга подається на схему ТА, при цьому до кодової послідовності відповіді додається третій імпульс, утворюючи кодовий сигнал відповіді П-35 – ЗНАК.

З бортовим комплексом СО-69 функціонально зв'язаний при бланкуванні від інших систем через схеми АБО на час випромінювання передавачами сигналів (див. рис. 3.5). При бланкуванні інших систем імпульси з підмодулятора надходять на приставку підсилення, далі підсилені, інвертовані імпульси бланкування подаються на вхід СО-69.

3.5. Апаратура радіокерування 323Д-III

Прицільна радіолокаційна станція являє собою когерентно-імпульсну доплерівську систему з великою (декілька сотен) шаруватістю і призначена для вирішення таких задач:

- виявлення повітряних цілей на всіх висотах бойового використання літака, на зустрічних та догонних курсах у будь-який час доби та року за простих і складних метеоумов;
- розпізнавання (спільно з 62Д) виявлених цілей за методом "свій - чужий";
- захоплення, автоматичне супроводження однієї і вибраної цілі та визначення її координат (азимута, нахилу, дальності у відносній системі координат), тобто за початок відрахунку дальності прийнято точку присутності винищувача, а за лінію нульових кутів - лінію польоту);
- наведення винищувача на ціль та стрільби з усіх видів озброєння;
- визначення моменту виходу з атаки;
- видача даних для пілотування винищувача у задану точку простору (спільно із системою "Лазурь-М", "Ромб-К").

Склад і призначення апаратури. Апаратура (рис. 3.8) за функціями, що виконуються, може бути поділена на ряд каналів, кожний з яких має цілком повне призначення:

1. Канал синхронізації та накопичування містить в собі:

- бл. 03 - блок синхронізації та порогової обробки цілі.

Призначення:

- формування опорних, високостабільних за часовими параметрами імпульсів;
- порогова обробка сигналів з виходу логарифмічного приймача або з виходу бл. 44, 59 і формування імпульсу цілі для індикації та спрацьовування автоматів захоплення.

2. Передавальний канал містить в собі:

- бл. 02 - імпульсний передавач РЛС;
- бл. 12 - передавач каналу безперервного освітлення (КБО).

Призначення:

- формування потужного зондуючого сигналу заданої тривалості на частоті РЛС;
- формування безперервного сигналу "підсвітлення" цілі на частоті (КБО);
- формування і видача сигналу гетеродину на високочастотний приймач та опорного сигналу для формування контрольної цілі;

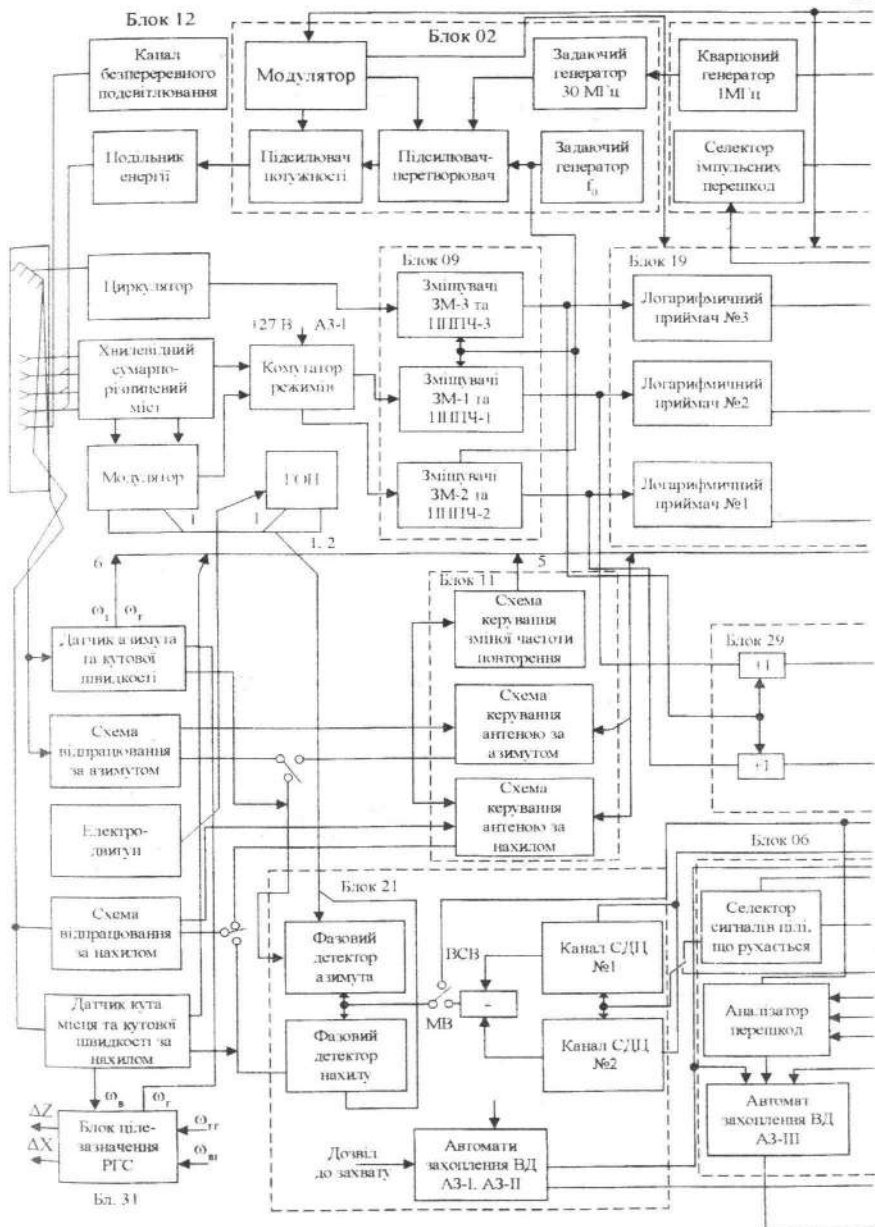


Рис. 3.8

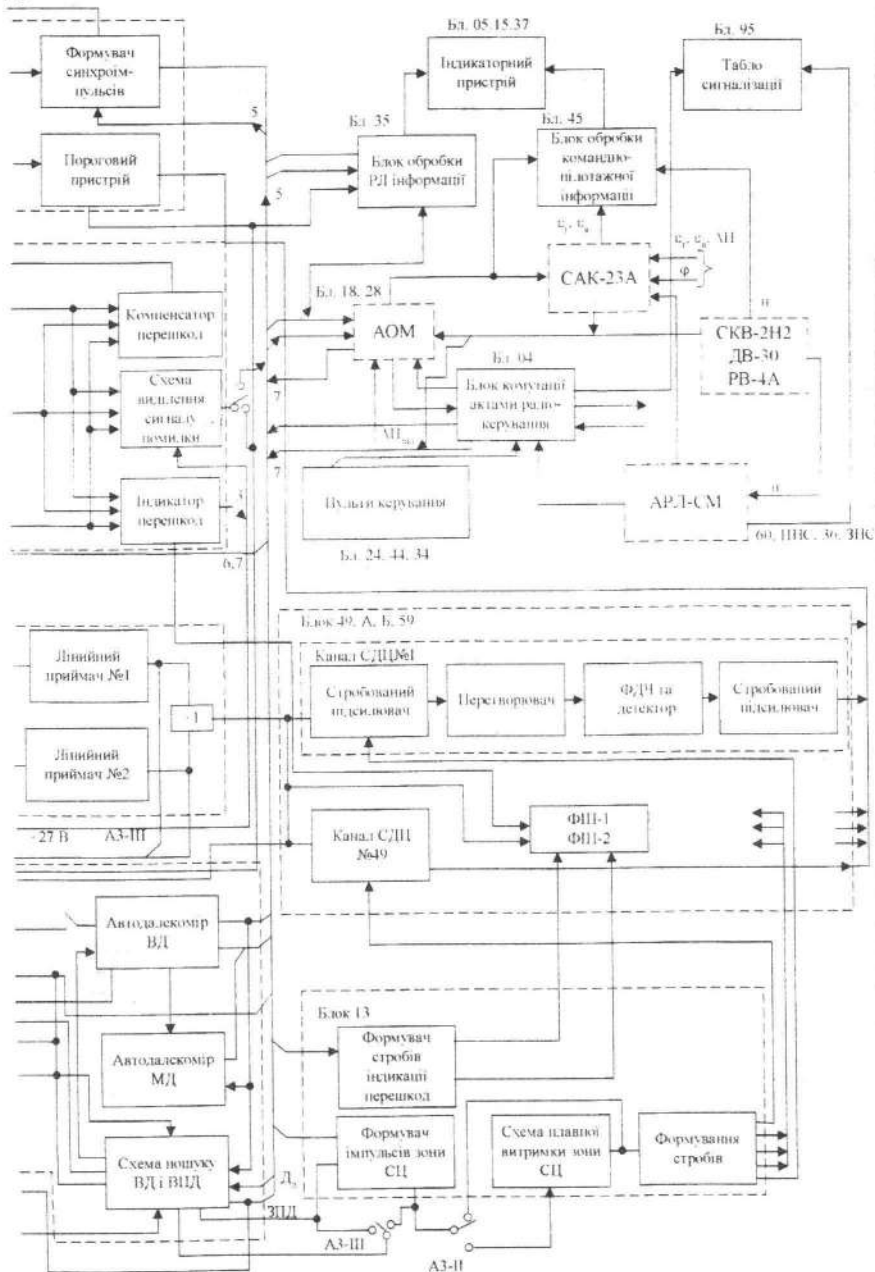


Рис. 3.8. Закінчення

- формування імпульсів та постійної напруги, що забезпечує нормальну роботу приймального каналу та кількох літакових систем.

3. Приймальний канал містить в собі:

- бл. 09 - триканальний високочастотний приймач;
- бл. 19 - триканальний логарифмічний приймач;
- бл. 29 - двоканальний лінійний приймач.

Призначення:

- приймання відбитих від цілі НВЧ сигналів, перетворення їх у сигнали проміжної частоти (ПЧ);
- посилення сигналів НЧ за логарифмічним, лінійно-логіарифмічним або лінійним законами;
- виділення сигналу похибки супроводження за кутами у режимах "БСВ", "СМВ", "БСВ-НІ", "БСВ-НІІ";
- компенсація (заглушення) сигналів, що були прийняті боковими пелюстками основної антени РЛС;
- забезпечення індикації (визначення наявності) активних перешкод на вході антени РЛС.

4. Канал керування антеною та супроводжування цілі за кутовими координатами містить в собі:

- бл. 01 - антена;
- бл. 11 - блок керування антеною;
- бл. 21 - блок кутового супроводження цілі;
- бл. 31 - блок цілеуказання на ракеті з РЛС;
- бл. 41 - блок імітації команд;
- бл. 47 - блок живлення синусно-косинусного трансформатора (СКТ) перетворювача координат.

Призначення:

- забезпечення керування антеною за азимутом, нахилом і креном у режимі "Пошук";
- забезпечення захоплення та автоматичного супроводжування за кутами однієї цілі і видача напруги цілеуказання на ракеті з РГС і ТГС з обліком їх місцезнаходження на підвісці.

5. Канал дальності (далекомір) містить в собі:

- бл. 06 – далекомір; функціонально бл. 06 можна поділити на три частини:

- а) далекомір великих дальностей (ВД);
- б) далекомір малих дальностей (МД);
- в) пристрій захисту від перешкод.

Призначення:

- забезпечення пошуку та автоматичного захисту за дальністю однієї цілі, вибраної для супроводження;

- формування стробуючого імпульсу для блоків 49, 59;
- забезпечення індикації активних перешкод.

6. Аналогова обчислювальна машина (АОМ) містить в собі:

- бл. 18 - обчислювач поправок під час стрільби КР і НО;
- бл. 28 - обчислювач поправок під час стрільби НР і під час контролю АОМ.

Призначення:

- обчислювання похибок наведення перехоплювача на ціль під час стрільби з усіх видів зброї;
- визначення кордонів зони можливих пусків керованих ракет за дальністю;
- визначення моменту виходу з атаки;
- обчислювання прогнозованих дальності та часу польоту до місця зустрічі ракети з ціллю;
- формування ряду сигналів та разових команд, що забезпечують роботу суміжних каналів.

7. Канал селекції цілі містить в собі:

- бл. 49А - блок селекції цілі, що рухається (СДЦ);
- бл. 49В - блок СДЦ;
- бл. 59 - блок СДЦ та індикації активної перешкоди у режимах "МВ" і "БСВ-СЦ";
- бл. 13 - комутатор фільтрувальних каналів СДЦ;
- вузол ВУ блока 03 - вузол виділення імпульсу цілі у режимі "МВ".

Призначення:

- обробка сигналів доплерівської частоти у режимах "МВ" і "БСВ-СЦ";
- формування стробуючих імпульсів для блоків 49, 59;
- забезпечення індикації активних перешкод.

8. Блок індикації містить в собі:

- бл. 05 - електронно-променевий індикатор;
- бл. 15 - блок телевізійних розгорток;
- бл. 25 - блок телевізійної обробки сигналів;
- бл. 35 - блок обробки радіолокаційної (РЛ) інформації;
- бл. 45 - блок обробки командно-пілотажної (КП) інформації;
- бл. 65 - блок автоматичного регулювання яскравості зображення бл. 05;
- бл. 75 - пульт оперативного регулювання каналу індикації;
- бл. 95 - табло сигналізації разових команд;
- бл. 37 - високовольтне джерело живлення;

- бл. 57 - стабілізатор струму променя бл. 05;
- бл. 67 - блок термостабілізації мішені відиконів бл. 25.

Призначення:

- приймання та перетворення різної інформації, що підлягає відображенню на екрані індикатора;
- формування загального зображення індикатора в усіх режимах роботи РЛС і всього комплексу перехоплення та прицілювання.

9. Канал комутації та керування містить в собі:

- бл. 14 - блок комутації РЛС;
- бл. 24 - лівий пульт керування (ПК);
- бл. 34 - правий ПК;
- бл. 44 - середній ПК;
- бл. 54 - узгоджувальний пристрій з контрольно-з'ясувальною апаратурою (КЗА) (КЗА до складу апаратури не входить);
- бл. 94 - блок комутації системи;
- вузол 20-62 - коробку комутації разових команд.

Призначення:

- керування апаратурою радіокерування;
- забезпечення зв'язку між каналами РЛС;
- забезпечення зв'язку між РЛС та літаковим обладнанням.

10. Канал живлення містить в собі:

- бл. 07 - блок живлення РЛС стабілізованою для живлення напругою всіх блоків апаратури;
- бл. 27 - блок живлення АОМ.

Призначення:

- забезпечення стабільною напругою живлення всіх блоків апаратури;

- формування напруги спеціальної форми.

11. З'єднувальна та кабельна сітки містять в собі:

- бл. 10 - контейнер під радіотехнічні блоки;
- бл. 20 - кабельну сітку;
- бл. 30 - розподільну коробку первинного живлення;
- бл. 40 - літакову раму для блоків 01, 02, 12, 09, ..., 74.

Призначення:

- поєднання окремих блоків і вузлів;
- розподіл первинних живильних напруг +27В у бортмережі: 115В, 400 Гц; 36 В, 400 Гц, 3 фази; 208 В, 400 Гц, 3 фази;
- забезпечення сигналізації льотчику у разі виникнення аварійної несправності в апаратурі;
- забезпечення затримки вмикання високої напруги блоків 02, 12 і 05 відносно моменту вмикання каналу;

- забезпечення відведення частини потужності від бл. 12 до спеціального випромінювача.

12. Канал вмонтованої системи контролю (ВСК) містить в собі:

- бл. 64 - пульт керування ВСК;
- бл. 74 - високочастотний блок контролю;
- бл. 84 - блок контролю справності;
- бл. 50 - антенно-фідерний пристрій.

Призначення:

- оперативна перевірка апаратури як на землі, так і в польоті без підключення КПА.

Основні тактико-технічні дані:

а) тактичні:

1. Висота бойового використання – від 40 до 23000 м.
2. Максимальна швидкість перехоплювальних цілей – 2500 км/г.
3. Максимальна швидкість винищувача-перехоплювача 2,35 М.
4. Дальність дії:
 - режим "БСВ": на етапі перегляду – 40 км, на етапі супроводження – 30 км;
 - режим "МВ": на етапі перегляду – 20 км, на етапі супроводження – 16 км.
5. Розмір зони перегляду антен: за азимутом – $\pm 30^\circ$; за нахилом – $\pm 10,4^\circ$; під час додаткового пошуку: за азимутом – 16° , за нахилом – 4° .
6. Максимальні кути візування цілі:
 - за азимутом – 52° ;
 - за нахилом – від $+43$ до -38° .
7. Час перегляду – не більше 3,5 с.
8. Перешкодозахищеність:
 - активна, пасивна;
 - асинхронна і синхронна, що надходять у другий та третій

періоди;

б) технічні:

1. Ширина діаграми спрямованості антени:
 - на частоті РЛС – $2,5^\circ$;
 - на частоті КНП – $1,7^\circ$.
2. Потужність передавача РЛС бл. 02 в імпульси 70 кВт.
3. Потужність КНП бл. 12 – 270 Вт.
4. Тривалість зонduючого імпульсу:
 - у режимі БСВ – 4 мкс;

- у режимі МВ і супроводження цілі – 1 мкс.
- 5. Чутливість приймачів:
 - коли тривалість зондуючих імпульсів 4 мкс – 102 дБ/Вт;
 - коли тривалість зондуючих імпульсів 1 мкс – 96 дБ/Вт.
- 6. Час готовності апаратури з моменту вмикання – 6 хв.
- 7. Час перевірки апаратури ВСК – <100 с.
- 8. Живлення апаратури:
 - змінне трифазне – 208 В;
 - змінне – 115 В, 400 Гц;
 - постійне – +27 В.
- 9. Загальна вага апаратури – 550 кг.

Робота ПРЛС на етапі дальнього наведення. На цьому етапі здійснюється пошук та розпізнавання цілі за допомогою РЛС, а також захоплення цілі та автоматичне супроводження за дальністю та кутовими координатами. Під час пошуків та розпізнавання цілі радіолокаційною станцією льотчик здійснює керування літаком за даними наземної системи наведення "Воздух-1М". Для цього на блоці ЗУ перемикач "РУЧН-АВТ" встановлюється у положення "АВТ".

Робота ПРЛС у режимі БСВ.

Умови такого режиму роботи: $H_b > 1,5$ км, $H_c > H_b$.

Для розгляду основного режиму роботи КРУ необхідно встановити перемикач "Система" на правому пульті керування (бл. 34) у положення "Р", а перемикач "Р" - у положення "БСМВ".

Під час надходження від АРЛ-СМ разових команд "60" і "ППС" або "36" та "ЗПС" у блоці 94 видаються такі команди:

- на вмикання випромінювання РЛС;
- на вмикання блока обробки радіолокаційної інформації;
- на вмикання двигуна переміщення дзеркала антени;
- "60 Л-М", за якою змінюється оцифровка шкали дальності із

120 на 60.

РЛС працює як звичайна імпульсна радіолокаційна станція з компенсацією сигналів, що приймаються за боковими пелюстками діаграми спрямованості антен.

Запуск блоків РЛС здійснюється імпульсами, які формуються синхронізатором (бл. 03) (див. рис. 3.8). Кварцовий генератор, що виробляє синусоїдальну напругу $V_{зг}$ з частотою 1 МГц, править за задавальний генератор синхронізатора. Це необхідно для забезпечення стабільності періоду проходження синхроімпульсів. З напруги $V_{зг}$ формувачем синхроімпульсів видаються короткі імпульси.

Для захисту від синхронних перешкод, що надходять на другий період, імпульси у формувачі синхроімпульсів вобулюються (здійснюється часове кодування).

У режимі пошуку та виявлення цілі вобульовані синхроімпульси надходять до модулятора передавача (бл. 02) та на схему керування приймачем (бл. 19). У модуляторі із синхроімпульсів формуються старт-імпульси тривалістю 4 мкс для запирання приймачів РЛС на час випромінювання та високовольний імпульс для модуляції багатокаскадного генератора високої частоти, що складається із задавального генератора частоти f_0 , підсилювача-перетворювача та підсилювача потужності. Використання багатокаскадного генератора великої частоти забезпечує нестабільність несучої частота 1,5 МГц, що є достатньою для нормальної роботи РЛС у режимі СДЦ.

У момент надходження синхроімпульсу передавач формує потужний високочастотний імпульс тривалістю $\tau_i=4$ мкс. Частота заповнення імпульсів, що дорівнює f_0-30 МГц, одержується в результаті зміщення у підсилювачі-перетворювачі коливань задавальних генераторів f_0 і 30 МГц. Оскільки коливання задавального генератора використовується у приймачі (бл. 09) як гетеродинний сигнал, то стабільність проміжної частоти сигнале цілі на виході приймача, а тому й смуга пропускання УПЧ повністю визначається стабільністю частоти задавального генератора 30 МГц. Висока стабільність частоти коливань генератора 30 МГц забезпечується тим, що вони формуються з коливань кварцового генератора синхронізатора частоти 1 МГц шляхом множення.

Енергія високочастотного імпульсу розподіляється на чотири однакові частини, які надходять до чотирирупорного опромінювача, що випромінює енергію у простір синфазно.

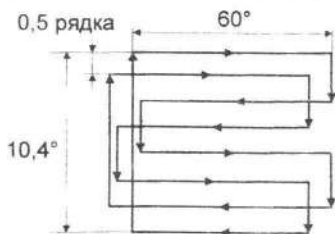


Рис. 3.9

За допомогою параболічного та плоского дзеркал формується голчастий промінь, місцезнаходження якого у просторі змінюється за рахунок переміщення рухомої частини антени (дзеркало 2). У режимі БСВ під час пошуку та захоплення цілі формується відрядковий перегляд (чотирирядковий) простору із зміщенням зони за нахилом на 0,5 рядка через кожний цикл (рис. 3.9).

Розмір зони перегляду за нахилом складає $10,4^\circ$, за азимутом 30° . Керування антеною здійснюється блоком 11 через перемикач III.

В автоматичному режимі центр зони перегляду переміщується (суміщується із напрямком на ціль) за азимутом у межах $-20^\circ \dots +20^\circ$ з точ-

ністю не гірше $+5^\circ$, а за нахилом у діапазоні кутів $0\dots+25^\circ$ з точністю не гірше $+2^\circ$.

У ручному режимі положення зони перегляду в просторі встановлюється сигналами, що знімаються з потенціометрів керування за азимутом "Зона Р - Стр. Т" та кутом місця "Нв" на блоці 21 і напругою дальності блока 06.

Сигнал, відбитий від цілі, приймається рупорною антеною і через хвилевідний сумарно-різницевий міст і комутатор режимів надходить на вхід суматора (бл. 09), де перетворюється у сигнал проміжної частоти. Перетворений сигнал підсилюється в ПУПЧ-I і подається на вхід логарифмічного приймача (бл. 19).

Для компенсації перешкод, що приймаються за боковими пелюстками діаграми спрямованості рупорної антени, використовується компенсаційний канал, який складається з компенсаційної антени 3, приймача 3 (СМЗ, ПУПЧЗ) та логарифмічного приймача 3. Цей канал включає компенсатор сигналів, що приймаються за боковими пелюстками, та диференційний компенсатор перешкод.

Компенсатор сигналів, що приймаються за боковими пелюстками, являє собою віднімальний пристрій.

Після компенсації сигналів, прийнятих за боковими пелюстками, відеоімпульси цілі та внутрішні шуми приймача надходять до блока 03 на селектор імпульсних перешкод, де здійснюється:

- захист від несинхронних і синхронних перешкод, що надходять у другий та третій періоди;
- відновлення періоду слідування (девобуляція) імпульсів;
- накопичення (інтегрування) енергії сигналу цілі.

Інтегрований сигнал цілі, відселектований у блоці 03 від несинхронних і синхронних імпульсних перешкод, надходить через пороговий пристрій:

- на автомати захоплення (АЗ-I, АЗ-II) блока 21;
- у блок дальності 06;
- до індикатора через блок обробки радіолокаційної інформації (блок 35).

У режимі пошуків цілей на екрані формуються розгортка типу дальність – азимут і зображення, що спостерігається льотчиком (рис. 3.10).

Льотчик на екрані індикатора спостерігає водночас радіолокаційну та командно-пілотажну інформацію.

Наявність позначки цілі від РЛС на екрані індикатора у координатах "дальність – азимут" сигналізує льотчику про те, що ціль знайдено за допомогою бортової радіолокаційної станції.

У момент виникнення позначки цілі від РЛС на екрані індикатора (справа) за командами блока II висвітлюється номер рядка, на якому

знайдено дану ціль, а також індичіюється знаходження зони перегляду РЛС відносно горизонту у вигляді стрілки (у режимі БСВ спрямована вгору).

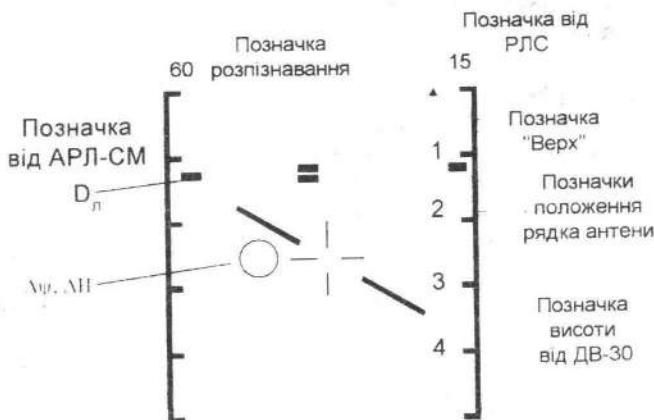


Рис. 3.10

Якщо ціль "СВОЯ", то під час натиснення кнопки "ЗАПРОС" над позначкою цілі із зсувом у бік більшої дальності з'являється позначка розпізнавання, і на автосупроводження ціль не береться. У автоматичному режимі команда "Запрос" у систему розпізнавання СРЗО видається з блока 94, якщо є команди "60", "ППС" або "36" і відсутня команда ППС.

У ручному режимі льотчик натискає кнопку "ЗАПРОС", якщо з'являється позначка цілі від РЛС.

У блоці 06 схемою наведення та пошуку великого далекоміра формується імпульс ЗПД. Затримка імпульсу ЗПД змінюється пропорційно величині сигналу $D_{л}$.

Якщо $D_{л} > D_{\text{захопл. макс.}}$, то строби дальності на екрані індикатора накладаються на дальність, що дорівнює $D_{\text{захопл. макс.}}$.

Якщо $D_{л} < D_{\text{захопл. макс.}}$, то позначка цілі від РЛС знаходиться у центрі зони пошуку за дальністю і строби дальності переміщуються вздовж осі дальності синхронно з переміщенням позначки цілі.

У блоці 35 з імпульсу ЗПД формуються позначки зони пошуку далекоміра та висвітлюються на екрані індикатора під час натиску кнопки "Захват", а також вмикання тумблера "Строб" на блоці 24. Останній вмикається за наявності кількох цілей за азимутом, віддалених на однакову дальність (рис. 3.11, 3.12).

Під час вмикання азимутального стробування зона ЗПД зменшується до 10° за азимутом. Льотчик накладає строби зони пошуку на по-

значку цілі, вибраної для атаки, та натискає кнопку "Захват" на ручці управління літаком. Керування стробами цілі здійснюється кнопками "Зона Р. - Стр.Т - Сбр" на блоці 24.

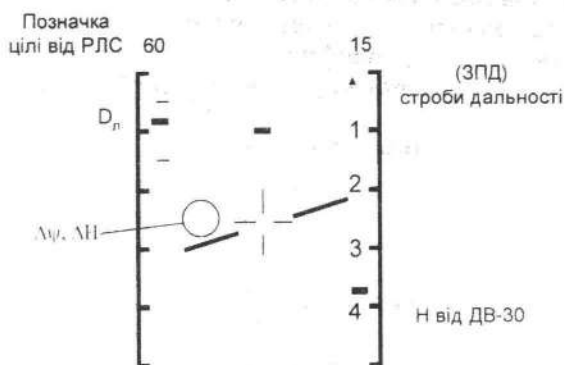


Рис. 3.11



Рис. 3.12

Під час натиснення кнопки "Захват" видається команда "Разрешение на захват", яка надходить до блока 21 і знімає сигнал заборони захоплення зі схеми автомата захоплення АЗ-І. У цьому разі під час одночасного надходження до АЗ-І інтегрованого імпульсу цілі з блока 03, імпульсу ЗПД зі схеми пошуку за дальністю з блока 06, строба азимута зі входу блока 21 спрацює реле автомата захоплення АЗ-І і видається команда "АЗ-І" (+27 В) на спрацювання відповідних реле у блоках 01, 19, 21 і II.

За цією командою:

- знімається сигнал заборони захоплення зі схеми автомата захоплення АЗ-II у бл. 21;
- вмикається схема додаткового пошуку цілі навколо положення, під час якого спрацьовує автомат захоплення АЗ-I у бл. II;
- вмикається логарифмічний приймач "2" у бл. 19;
- комутатор режимів відкриває другий приймальний канал у бл. II.

Після вмикання схеми додаткового пошуку антена здійснює дворядковий перегляд простору в секторі 16° за азимутом і 4° - за нахилом навкруги того рядка, на якому працював автомат захоплення АЗ-I.

Щоб збільшити число імпульсів, відбитих від цілі під час проходження крізь неї променя антени, зменшується швидкість руху плоского дзеркала шляхом переміщення муфт. Це призводить до зменшення імовірності хибних спрацьовувань автомата захоплення АЗ-III.

Високоякісний сигнал цілі починає надходити до входу першого (СМ1) та другого (СМ2) приймальних каналів.

Сигнали, що були продетектовані, зі входу першого та другого логарифмічних приймачів після компенсації сигналів, що були прийняті за боковими пелюстками, підсумовуються у суматорі компенсатора перешкод і надходять у блок 03.

Якщо з'явився сигнал цілі у режимі додаткового пошуку, спрацьовує автомат захоплення АЗ-III і видає команду "АЗ-II" (+27 В) у блоки. При цьому:

- у блоці 19 вмикається схема виділення сигналу похибки, яка стробується імпульсами цілей зі входу блока 03, внаслідок чого на систему автосупроводження цілі за кутовими координатами (бл. 21) пропускаються тільки сигнали цілей, виділені у бл. 03;

- у блоці II перемикачі III переводяться у положення "П", тобто зі входів схеми відпрацювання за азимутом і нахилом вимикається керуюча напруга зі схеми керування антеною за азимутом і нахилом у режимі пошуку та підмикаються керуючі напруги зі входу схеми виділення сигналу похибки блока 21 (фазові детектори азимута $\Phi_{Даз}$ і нахилу $\Phi_{Дн}$);

- у блоці 06 знімається сигнал заборони захоплення зі схеми автомата захоплення АЗ-III і вмикається схема пошуку цілі за дальністю.

РЛС переводиться у режим автосупроводження цілі за кутовими координатами.

Автодалекомір великої дальності запускається імпульсом синхронізатора та формує селектуєчі імпульси дальності.

Якщо імпульс дальності збігається з інтегрованим імпульсом цілі, спрацьовує автомат захоплення АЗ-III, який видає команду "АЗ-III" (+27 В).

За цією командою:

- вимикається напруга схеми пошуку U_n у бл. 06;
- перемикач П2 бл. 19 переводиться у положення "П", тобто схема виділення сигналу похибки стробується імпульсами дальності БД;
- вмикається аналізатор активних перешкод у бл. 06;
- РЛС переходить у режим автосупроводження цілі, що атакується.

Робота ПРЛС у режимі МВ. Умова даного режиму роботи ПРЛС: $H_a < 15 \text{ км}$ $H_c < H_b$.

У цьому випадку на вхід приймача корисний сигнал цілі надходить із сигналом, відбитим від землі, та приймається за боковими пелюстками діаграми спрямованості антени РЛС, а енергія сигналу, відбитого від землі, може значно перебільшувати енергію сигналу цілі.

Під час безперервного випромінювання РЛС частота сигналу, відбитого від рухомого об'єкта, відрізняється від частоти зондуючого сигналу на величину доплерівської частоти:

$$F_d = \frac{2V_{зб.г}}{\lambda}$$

де $V_{зб.г}$ – швидкість зближення об'єкта відносно РЛС (радіальна складова); λ – довжина хвилі РЛС.

Для виділення цілі, що рухається на фоні землі, відбиття від поверхні землі необхідно здійснювати порівняння частоти відбитого та зондованого сигналів, тобто у РЛС треба мати опорний сигнал. У вигляді опорного сигналу використовують або коливання спеціального генератора РЛС (РЛС із внутрішньою когерентністю), або сигнал, відбитий від поверхні землі (РЛС із зовнішньою когерентністю). Під час встановлення РЛС на борту літака будь-яка точка земної поверхні відносно РЛС є рухомим об'єктом. Тому під час використання методу селекції рухомих цілей (СРЦ) зі внутрішньою когерентністю необхідно здійснювати компенсацію власного руху РЛС шляхом зміни частоти опорного сигналу на величину

$$F_{д.г} = 2V_{зб.г}/\lambda,$$

де $V_{зб.г}$ – швидкість зближування винищувача з і-м елементом земної поверхні.

Оскільки швидкості руху РЛС відносно різних точок земної поверхні відрізняються одна від одної, то змінювати компенсацію власного руху РЛС із внутрішньою когерентністю важко.

У РЛС "Сапфір-23Д-III" застосовується метод СРЦ із зовнішньою когерентністю, під час реалізації якого компенсація власного руху цілі здійснюється автоматично.

Сигнал i -го елемента земної поверхні має частоту

$$f_i = f_o + F_{д.і.}$$

де f_o - частота зонduючого сигналу.

На вхід сигнал цілі надходить одночасно із сигналом i -го елемента земної поверхні, віддалення якого від РЛС дорівнює дальності до цілі. Частота сигналу цілі

$$f_{ц} = f_o + F_{д.ц.}$$

де $F_{д.ц.} = -2V$.

Отже, сигнал на вході РЛС являє собою результат биття двох сигналів, що відрізняються за частотою. Обвідна та фаза результуючого сигналу змінюються з частотою F , яка дорівнює різниці частоти биття сигналів, тобто

$$F = (F_{д.і.} - F_{д.ц.}).$$

Величина A називається швидкістю руху цілі відносно i -го елемента земної поверхні. Таким чином, інформація про наявність рухомої цілі на фоні відбиттів від землі міститься у зміні амплітуди та фази сигналу на вході РЛС з частотою F .

У реальних умовах, навіть якщо на вході РЛС є тільки сигнал фона землі, у вихідній напрузі детектора матимуть місце змінні складові частоти від нуля до $F_{д.ц.}$, що утруднюють виділення цілі, що рухається.

На підставі викладеного вище можна зробити висновок, що для виділення рухомої цілі за методом зовнішньої когерентності з використанням амплітудного детектора необхідні:

- наявність на вході РЛС сигналу рухомої цілі та достатньо інтенсивного сигналу, що приймається за боковими пелюстками діаграми спрямованості антени, що надходить від землі;

- використання у вигляді навантаження детектора фільтра, який пропускає сигнали частот від $F_{д.з.}$ і вище.

Якщо ці умови виконуються, то сигнал рухомої цілі буде виділено на фоні відбиттів від землі, коли різниця частоти $F_{д.о.}$ більша за $F_{д.з.}$, тобто

$$F = |F_{д.о.} - F_{д.ц.}| > F_{д.з.}$$

де $F_{д.о.} = \frac{2V_e}{\lambda} \cos \varphi_d \cos \varphi_z$ - центральна частота доплерівських частот ділянки земної поверхні.

Під час переходу у режимі МВ у блоці 94 формується команда "СП" (+27В), яка видається у блоки 03, 02, 01, 11, 19, 29, 49(А,В), 59, 13, 21, 06:

- у блоці 21 перемикач ПЗ вмикається у положення "МЗ";
- у блоці 03 вмикаються вобуляція синхроімпульсів, схема ке-

рування зміни частоти повторення;

- у блоці 11 вмикається зміщення на 0,5 рядка зони огляду і сектора за азимутом, а за нахилом зона огляду встановлюється на 0° відносно горизонту за верхньою лінією зони огляду керування; вмикається схема керування; швидкість перегляду зменшується у три рази;

- у блоці 29 відкривається перший лінійний приймач.

Вмикання зміщення зони перегляду за азимутом зумовлено тим, що якщо $\varphi_T > 30^\circ$, то суттєво зростає ширина спектра фону землі.

Простір переглядається чотирма рядками на частотах, які послідовно змінюються на рядках від циклу до циклу (рис. 3.13).

Тривалість зондуючого імпульсу складає 1 мкс, частота повторення синхроімпульсів - F1, F2, F3, F4.

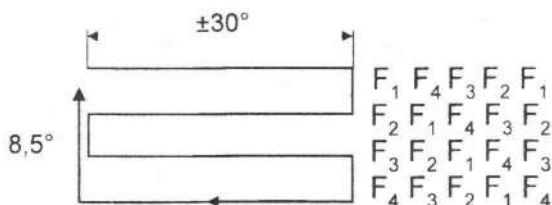


Рис. 3.13

Енергія високочастотних імпульсів за допомогою розподільника енергії, як і в режимі БСВ, розподіляється у простір чотирирупорним опромінювачем синфазно. Сигнал цілі та сигнал, відбитий від земної поверхні, приймаються основною антеною РЛС і через хвилевідний сумарно-різницевий міст надходять до входу суматора СМІ. Сигнал на виході СМІ підсилюється у своєму ПУПЧ і подається на суматор першого лінійного приймача блока 29.

Приймачі блока 19 заперті негативною напругою, яка формується схемою керування приймачами, якщо надходить команда "СП" (+27 В).

Сигнал з виходу суматора "І" подається до входу лінійного приймача. Після підсилення суміш сигналів і фону землі детектується і подається через суматор 3 на набір фільтрів доплерівської частоти (блоки 49(А,В) та 59). Під час пошуку цілі суматор 3 працює як звичайний відеопідсилювач. Кожен з фільтрів частоти Доплера пропускає сигнал, частота якого задовольняє нерівність

$$F_{д.з} < F_m < 0,5 F_{1, \max}$$

де $F_{1, \max}$ - максимальна частота проходження імпульсів РЛС.

Отже, стала часу фільтра частот Доплера

$$T_{\Phi} = 1 / (0,5 F_{\max} - F_{д.з})$$

більша за період проходження зондуєчих імпульсів.

Внаслідок цього послідовність імпульсів на виході фільтра перетворюється у гармонічний сигнал, частота та час існування якого дорівнюють частоті обвідної послідовності імпульсів і часу опромінювання цілі відповідно, тобто на виході фільтра втрачається інформація про дальність. Тому для кожного елемента дальності необхідно мати свій фільтр доплерівської частоти (ФДЧ), на вхід якого сигнали із суматора надходять через стробуючий підсилювач. На підсилювачі, що стробується, протягом T_m проходить один стробуючий імпульс формувача гребінки стробів (бл. 13). Кожен стробуючий імпульс збігається за місцезнаходженням цілком визначеної дальності до цілі. Стробуючим імпульсом підключається також вихід сигналів ФДЧ до виходу порогового пристрою блока 03. Таким чином, на кожен ФДЧ подається сигнал тільки з визначеної ділянки дальності, яка збігається із затримкою стробуючого імпульсу. Стробування виходу детектора цим імпульсом перетворює безперервний сигнал з виходу детектора, якщо є наявність сигналу рухомої цілі на його вході, у послідовність імпульсів, затримка яких відносно зондуєчих імпульсів дорівнює часу запізнення сигналу цілі.

Точність вимірювання дальності та роздільна здатність РЛС за дальністю визначаються тривалістю стробуючого імпульсу, а кількість фільтрувальних каналів визначає водночас оглядувану ділянку дальності. Тривалість стробуючих імпульсів дорівнює 1 мкс, які надходять до входу 49 фільтрувальних каналів. Отже, одночасно переглядається ділянка дальності протягом понад 7,5 км. Два фільтрувальні канали блока 59 використовуються для індикації перешкод, подаючи сигнали, якщо мають місце перешкоди, на схему індикації перешкод бл. 19.

Гребінка стробів, що складається із 49 імпульсів тривалістю 1 мкс, формується комутатором СДЦ.

Місцезнаходження гребінки стробів по осі дальності може змінюватися в межах від нуля до 20 км дискретно через 1,5 км.

За наявності сигналу рухомої цілі на вході РЛС цей сигнал виділяється за допомогою фільтра доплерівських частот, для якого затримка стробуючого імпульсу дорівнює часу затримки сигналу, підсилюється та детектується. Виходи усіх фільтрувальних каналів підсумовуються, а сигнали подаються до блока обробки радіолокаційної інформації через пороговий пристрій блока 03, відсікаючи шуми блоків 49 і 39. Шуми блоків 49 і 59 являють собою залишки відселектованого фону землі у фільтрувальних каналах, що пройшов через фільтри доплерівських частот. Сигнал надходить також до автоматів захоплення блоків 06 і 21. Льотчик спостерігає на екрані індикатора зображення такого вигляду (рис. 3.14, а).

Під час натиснення кнопки "Захват" видається команда "Разрешение на захват" у блок 21. Після цієї команди знімається сигнал заборони захоплення зі схеми АЗ-І. За наявності сигналу цілі на виході порогового пристрою у межах ЗПД (відповідно 4,9 км) автомат захоплення АЗ-І спрацьовує та формує команду "АЗ-І СЦ", після якої:

- у блоці керування антеною (бл. ІІ) вмикається схема зміни частоти повторення;
- запам'ятовується частота проходження імпульсів у бл. 03;
- знімається заборона з автоматів захоплення АЗ-ІІІ бл. 21;
- у комутаторі режимів вмикається другий приймальний канал (бл. 01).

РЛС переходить у режим додаткових пошуків, в якому вона працює аналогічно режиму БСВ.

Під час виникнення сигналу цілі у режимі додаткових пошуків спрацьовує автомат захоплення АЗ-ІІ, який видає команду АЗ-ІІ, після чого:

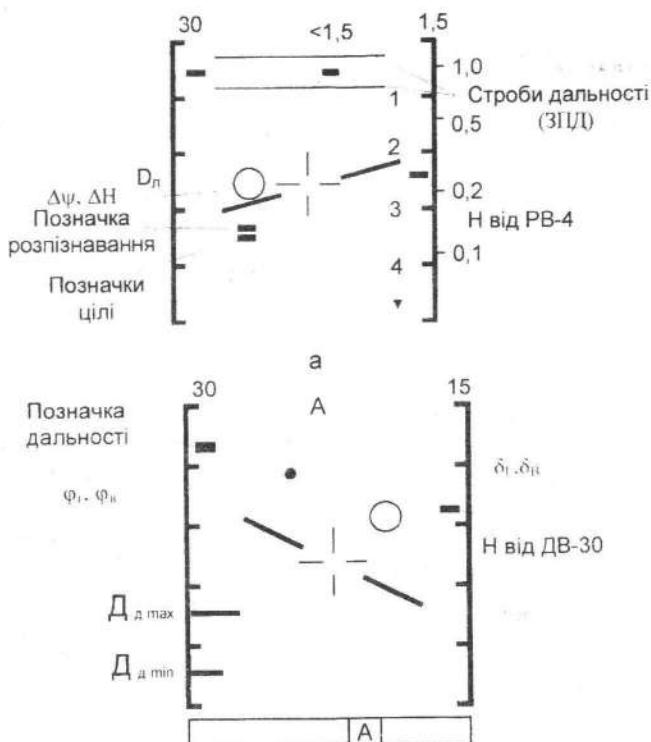
- у блоці 13 (комутатор СДЦ) вмикається схема плавної затримки імпульсу зони СЦ;
- у блоці дальності (бл. 06) знімається сигнал заборони захоплення зі схеми автомата захоплення АЗ-ІІІ і вмикається схема пошуку та захоплення цілі за дальністю;
- у блоці лінійних приймачів (бл. 29) вмикається другий канал приймання та підсилення сигналів, який вміщує у собі суматор 2 і УПЧ з детектором;
- у блоці кутового супроводження (бл. 21) вмикаються канали СДЦ "1" і "2", які забезпечують виділення сигналів похибки рухомої цілі.

Канали СДЦ стробуються імпульсами цілі, які надходять з (бл. 03) порогового пристрою. РЛС переходить на автосупроводження цілі за кутовими координатами.

Якщо імпульси дальності збігаються з інтегрованими імпульсами цілі, спрацьовує автомат захоплення АЗ-ІІІ і видається команда "АЗ-ІІІ" (+27 В), за якою:

- канали СДЦ блока 21 стробуються імпульсами дальності, що надходять з великого далекоміра блока 06;
- вмикається напруга схеми пошуку та захвату цілі за дальністю.

РЛС переходить на автосупроводження цілі за кутовими координатами та дальністю. Робота РЛС на етапі ближнього наведення. В цьому режимі здійснюється автоматичне супроводження цілі. Для цього використовується моноімпульсна система з амплітудною сумарно-різницевою обробкою сигналів, які були прийняті.



б

Рис. 3.14

Робота ПРПЛС у режимі БСВ. Через дві секунди після АЗ-ІІІ видається команда "АЗ-ІІІ+2". Після цієї команди:

1. Далекомір видає в АОМ напругу, пропорційну дальності (D) та швидкості зближення з ціллю (D).

2. У блоці 35 розгортка за дальністю зміщується вліво та встановлюється масштаб 30 км.

3. У блоці 25 закриваються селектори стробів дальності та відкриваються селектори максимальної та мінімальної дальностей стрільби ($D_{д \min}, D_{д \max}$).

4. У блоці 94 видаються:

- команда на зміну тривалості зондуєчих імпульсів з $\tau_1 = 4$ мкс на $\tau_1 = 1$ мкс і відповідно на розширення смуги пропускання логарифмічних приймачів;

- команда на зміну тривалості імпульсу ВАРУ;
- команда "Атака", яка надходить в АОМ. САК. блок індикації (бл. 25) і на табло сигналізації бл. 95; на екрані індикатора висвітлюється індекс "А".

5. У блоці 03 вмикається вобуляція.

6. Вмикається контроль РГС.

Положення цілі у просторі відносно лінії шляху винищувача визначається за місцезнаходженням електронної точки в координатах азимута φ_r , кута місця φ_B і відміток дальності до цілі від РЛС (рис. 3.14, б).

У цьому режимі РЛС здійснює автоматичне супроводження цілі за кутовими координатами та дальністю.

Під час автоматичного супроводження цілі використовується моноімпульсна система з амплітудним сумарно-різницевим відпрацюванням сигналів, які були прийняті. Антенна система РЛС формує чотири приймальні промені, що утворюють рівносигнальний напрямок (РСН) за кутом і нахилом.

На виході сумарно-різницевого мосту в результаті підсумовування та віднімання сигналів, що приймаються, формуються сумарний сигнал $U_{\Sigma} = U \cos \omega_0 t$, максимум якого за напрямком збігається з РСН, і різницеві сигнали азимута

$$U_{az} = U_{az} \cos \omega_0 t$$

та нахилу

$$U_{max} = U_{\varphi_{max}} \cos \omega_0 t,$$

де U – амплітуда сигналу на вході антенної системи РЛС, φ_{az} і φ_{max} – кути неузгодження між РСН і лінією візування відповідно у площині азимута та нахилу.

Для підсилення сигналів U , U_{az} і U_{max} необхідно мати три канали. Кодування різницевих сигналів азимута та нахилу дозволяє використовувати для їх підсилення єдиний загальний канал з наступним розподілом сигналів та обмежитися двома каналами підсилення у приймальному тракті.

Кодування зводиться до того, що за допомогою модулятора амплітуда різницевого сигналу азимута змінюється за законом $\sin \Omega t$, а сигналу нахилу – за законом $\cos \Omega t$.

Амплітуда сумарного та різницевого сигналів азимута та нахилу залежать від дальності до цілі.

Для усунення цієї залежності використовується логарифмічне нормування амплітуд сигналів, тобто необхідно вивести сигнали азимута та нахилу (близькі до нуля у режимі автосупроводження) на логарифмічну ділянку характеристики основного підсилювача приймача.

З виходу сумарно-різницевого моста сумарний сигнал U і з виходу модулятора сигнал $U_{кр}$ надходять до комутатора режимів. В одному його плечі формується сумарний сигнал, а у другому - різницевий, який по двох приймальних каналах надходить через блок 09 на логарифмічні приймачі блока 19, де ліквідується залежність від дальності до цілі.

Після компенсації сигналів, прийнятих за боковими пелюстками, з порогового пристрою блока 03 вони надходять у великий далекомір.

Різницевий сигнал з виходу схеми виділення сигналу похибки надходить до блока 21 через перемикач "БСМ-МВ" на фазові детектори $ФД_{аз}$ та $ФД_{нах}$ азимута та нахилу, де виділяється сигнал похибки азимута та нахилу. На інші виходи цих детекторів подаються опорні напруги генератора опорних напруг (ГОН) блока 01 частоти Ω , що зсунуті за фазою на 90° .

Як наслідок, на виході фазових детекторів азимута та нахилу матимуть місце тільки напруги сигналів похибки відповідно до азимута та нахилу, які надходять до схеми відпрацювання за азимутом і нахилом блока 01, суміщуючи РСН з напрямком на ціль. Під час суміщення РСН з напрямком на ціль сигнал похибки дорівнює нулю і переміщення дзеркала припиняється.

Дані про кутове положення цілі φ_r , φ_v (кут між поздовжньою віссю літака та віссю антени РЛС у горизонтальній та вертикальній площинах) і складові кутової швидкості лінії візування цілі ω_r , ω_v вводяться в АОМ та до блока 31 (блок цілеуказання РЛС).

Льотчик суміщує електронне кільце та точку з перехрестям. На першому етапі націлювання, коли дальність до цілі більша на деяку величину D_r , прицільне кільце (або директорна відмітка від САУ-23А) на екрані індикатора керується за похибками прицілювання тільки у горизонтальній площині. Якщо дальність до цілі $D < D_r$, то за 22 секунди до $D_{д\max}$ АОМ видає команду нахилу "Г" (горка) у блок 94.

За цією командою:

- підсвітлюється табло "Г" на блоці 95;
- електронне кільце на екрані індикатора починає керуватися в обох площинах за похибками прицілювання;
- електронне кільце зсувається вгору.

Льотчик, суміщуючи кільце в центром перехрестя, усуває похибку за нахилом (рис. 3.15).

Одночасно з "Г" висвітлюються індекси ракет. Аналого-обчислювальна машина видає $\sim D_{доз}$ за 1 секунду до $\sim D_{доз, \max}$ і за наявності сигналів готовності від РЛС (або ТГС) БУВ видає команду "ПР", за якою льотчик натискає бойову кнопку (БК).

При досягненні $D_{доз, \min}$ видається команда відворота "О-Т" (рис. 3.16). За наявності перешкоди до команди "А3-III" аналізатор пе-

решкод підключає АОМ до АРЛ-СМ, а після АЗ-ІІІ+2 - переводить великий далекомір у режим пам'яті.

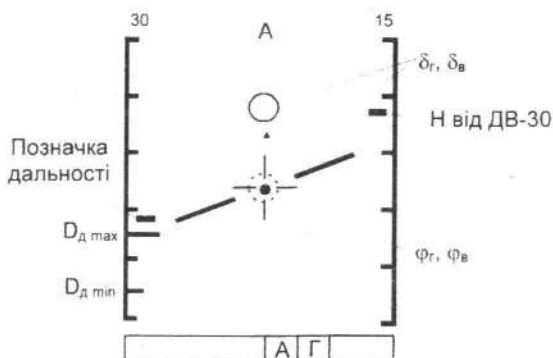


Рис. 3.15

Канал безперервного підсвітлювання (КБП) вмикається при переході: в передню півсферу - за командою "ППС", "60"; у задню півсферу - за командою "Г". КБП вимикається після команди відворота "О-Т" або через 40 секунд після початку підсвітлювання цілі.

Робота ПРЛС у режимі МВ. У цьому режимі працюють два приймальні канали. Після команди АЗ-ІІІ стробування каналів СДЦ блока 21 здійснюється від великого далекоміра на виході віднімального пристрою (бл. 21), утворюється різницевий сигнал азимута та нахилу, що подається на схему виділення похибки (фазові детектори азимута і нахилу), яка працює аналогічно режиму "БСВ". За командою АЗ-ІІІ+2 у блоці 03 вмикається переключення частот повторення (див. рис. 3.8).

Вигляд екрана "СЄІ" аналогічний режиму "БСВ", за винятком масштабу, який дорівнює 1,5 км, і відмітки висоти, яка формується від РВ-4 (див. рис. 3.14, а).

Призначення, склад і принцип побудови за функціональною схемою імпульсного передавача (блок 02). Імпульсний передавач призначений для формування потужних надвисокочастотних імпульсів. Крім того, блок 02 видає гетеродинний сигнал до блоків 09 і 74, імпульси позитивної та негативної полярності (старт-імпульси), постійну напругу спонукання розрядників.

До складу імпульсного передавача входять:

- генератор, що задає частоту f_0 ;
- генератор проміжної частоти 30 МГц;

- підсилювач-перетворювач КТУ-31;
- модулятори 7 і 28 кВ;
- підсилювач потужності КТУ-28;
- маніпулятор;
- хвилевідний тракт;
- індикатор потужності і сигналу, що проходить.

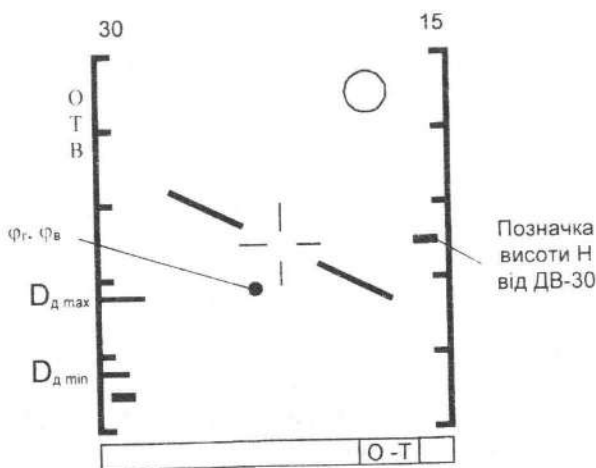


Рис. 3.16

Структурну схему імпульсного передавача наведено на рис. 3.17. Імпульсний передавач являє собою багатокаскадний клістронний генератор високої частоти.

Задавальний генератор КГ-1 генерує безперервні коливання частоти f_0 . Для забезпечення високої стабільності частот f_0 вживаються такі спеціальні заходи, як стабілізація живильної напруги і термо-стабілізація. При цьому тривала нестабільність частоти не перевищує $\pm 1,5$ МГц.

Безперервний сигнал частоти f_0 з виходу задавального генератора надходить до підсилювача-перетворювача (клістрон KLY-31) підсилювального ланцюжка передавача, а також до високочастотного приймача (блок 09) та системи внутрішнього контролю (блок 74) як сигнал гетеродина.

На другий вхід підсилювача-перетворювача надходить імпульсний сигнал $f_{np} = 30$ МГц проміжної частоти. У початковому стані підсилювач-перетворювач закритий і відкривається імпульсами модулятора,

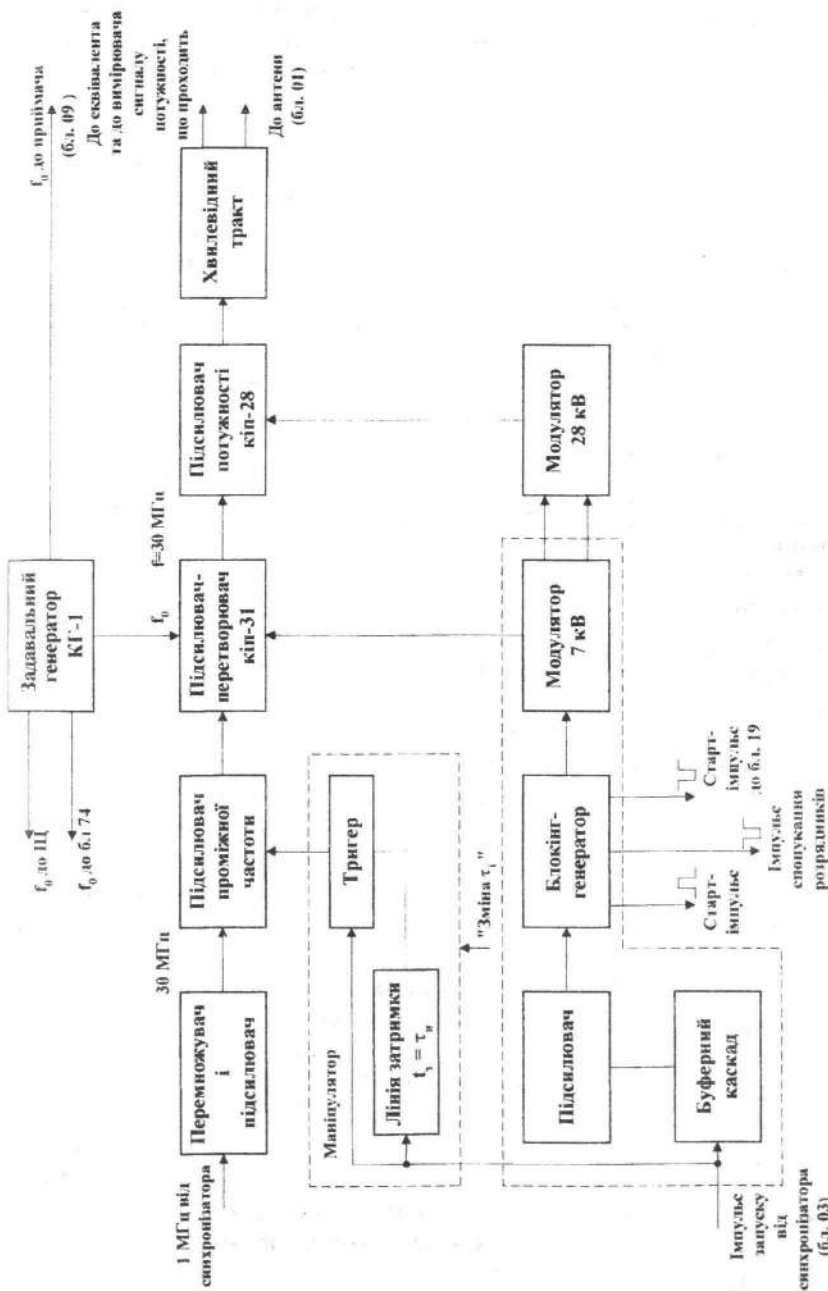


Рис. 3.17

амплітуда яких дорівнює 7 кВ. У разі надходження імпульсу модулятора підсилювач-перетворювач формує надвисокочастотний радіоімпульс з частотою заповнення $f_{np} = f_0 - 30$ МГц і потужністю в імпульсі $P_{im} = 80$ В. Тривалість і період їх проходження визначаються, відповідно, тривалістю та періодом проходження імпульсів модулятора. Радіоімпульси з виходу підсилювача-перетворювача надходять на вхід підсилювача потужності, що підсилює надвисокочастотні коливання до рівня заданої імпульсної потужності. Керування підсилювачем потужності здійснюється імпульсами модулятора, амплітуда яких дорівнює 28 кВ.

Наявність підсилювача-перетворювача в підсилювальному надвисокочастотному ланцюжці забезпечує використання безперервних коливань генератора як сигналу гетеродина приймача. При цьому стабільність на виході змішувача блока 09 повністю визначається стабільністю частоти коливань проміжної частоти, що надходить до виходу підсилювача-перетворювача приймача.

Для забезпечення високої стабільності коливання проміжної частоти формуються із сигналів кварцового генератора (1 МГц) синхронізатора, посилені у 30 разів.

Колівання проміжної частоти ($f_{np} = 30$ МГц) з виходу вузла множення підсилюються у чотирикаскадному підсилювачі проміжної частоти і надходять до підсилювача-перетворювача.

Внаслідок безперервної взаємодії коливань f_{np} з сигналом генератора частоти f_0 РЛС буде випромінювати сигнал робочої частоти, що проходить через закритий підсилювач потужності за проміжок часу між зондуючими імпульсами. Щоб усунути це явище, підсилювач проміжної частоти в початковому стані має бути закритим і відкривається імпульсами маніпулятора, що збігаються за часом з імпульсами модулятора передавача. Внаслідок цього коливання робочої частоти ($f_0 - f_{np}$) присутні на виході підсилювача-перетворювача тільки під час випромінювання зондуючих імпульсів. Маніпулятор являє собою тригер, що запускається імпульсами t_2 запуску передавача. Переведення тригера в початковий стан здійснюється цими ж імпульсами, але затриманими у лінії затримки. Час затримки лінії вибирається дещо більшим, ніж тривалість зондуючого імпульсу. За командою "Зміна тривалості імпульсу" перемикається лінія затримки. Для забезпечення збігу за часом імпульсів проміжної частоти на виході ППЧ і зондуючих імпульсів РЛС модулятор передавача запускається імпульсами t_2 . Вхідним елементом модулятора є буферний каскад, що через підсилювач зв'язаний з очікуваним блокінг-генератором. Блокінг-генератор має в ланцюжці зворотнього зв'язку лінію затримки, яка перемикається. Період надходження імпульсів на вихід блокінг-генератора дорівнює періоду надход-

ження імпульсів t_2 , а тривалість визначається часом затримки в ланцюжці зворотного зв'язку і змінюється завдяки перемкненню лінії затримки за командою "Зміна тривалості імпульсу". З виходу блокінг-генератора імпульси надходять до спонукача розрядника, до приймача (блок 19) для формування імпульсу супресії, а також до блока 09 (як старт-імпульс) і модулятора 7 кВ.

Модулятор 7 кВ (28 кВ) зібрано за схемою з частковим розрядом на громаджуваній ємності. Він керує роботою підсилювача-перетворювача (підсилювача потужності), забезпечує його повне запирання між імпульсами блокінг-генератора. Потужний радіоімпульс з виходу підсилювача потужності надходить через комутатор "Ант-ЕкВ" на чотирипорний випромінювач антени або на еквівалент.

За умовою роботи на еквівалент вмикається схема випромінювання проходячого сигналу потужності, що проходить, призначена вимірювати середню потужність надвисокочастотної частоти, яка надходить через хвилевідний тракт РЛС. Вимірювач видає до системи внутрішнього контролю сигнал індикації порогового значення потужності.

Призначення, склад та принцип побудови за функціональною схемою каналу безперервного підсвітлення (блок 12).

Блок 12 призначений для формування монохроматичного сигналу підсвітлювання цілі для РГС та посилення його на частоті якогось одного з чотирьох літерів на випромінювач каналу безперервного підсвітлювання антени та на блок 50. Несуча частота сигналу безперервного підсвітлювання формується аналогічно несучій частоті сигналу імпульсного передавача.

До складу передавача каналу безперервного підсвітлювання (бл. 12) входять:

- задавальний генератор (КГ-2);
- генератор проміжної частоти ;
- підсилювач-перетворювач (КУ-210);
- регулятор оптимальної потужності (РОП-2);
- вимірювач сигналу потужності, що проходить;
- хвилевідний тракт.

Структурну схему передавача каналу безперервного підсвітлювання наведено на рис. 3.18. Задавальний генератор являє собою дворезонаторний клістрон КГ-2 середньої потужності з хвилевідним відгалуджувачем енергії та примусовим охолодженням. Сигнал частоти $f_{зг}$, потужність якого дорівнює 1,7 Вт, через ріп-атенюатор надходить до підсилювача-перетворювача, що складається з клістрона КУ-210. До фокусуєчого електрода клістрона КУ-210 надходить напруга проміжної частоти $f_{пр}$, що виробляється генератором проміжної частоти.

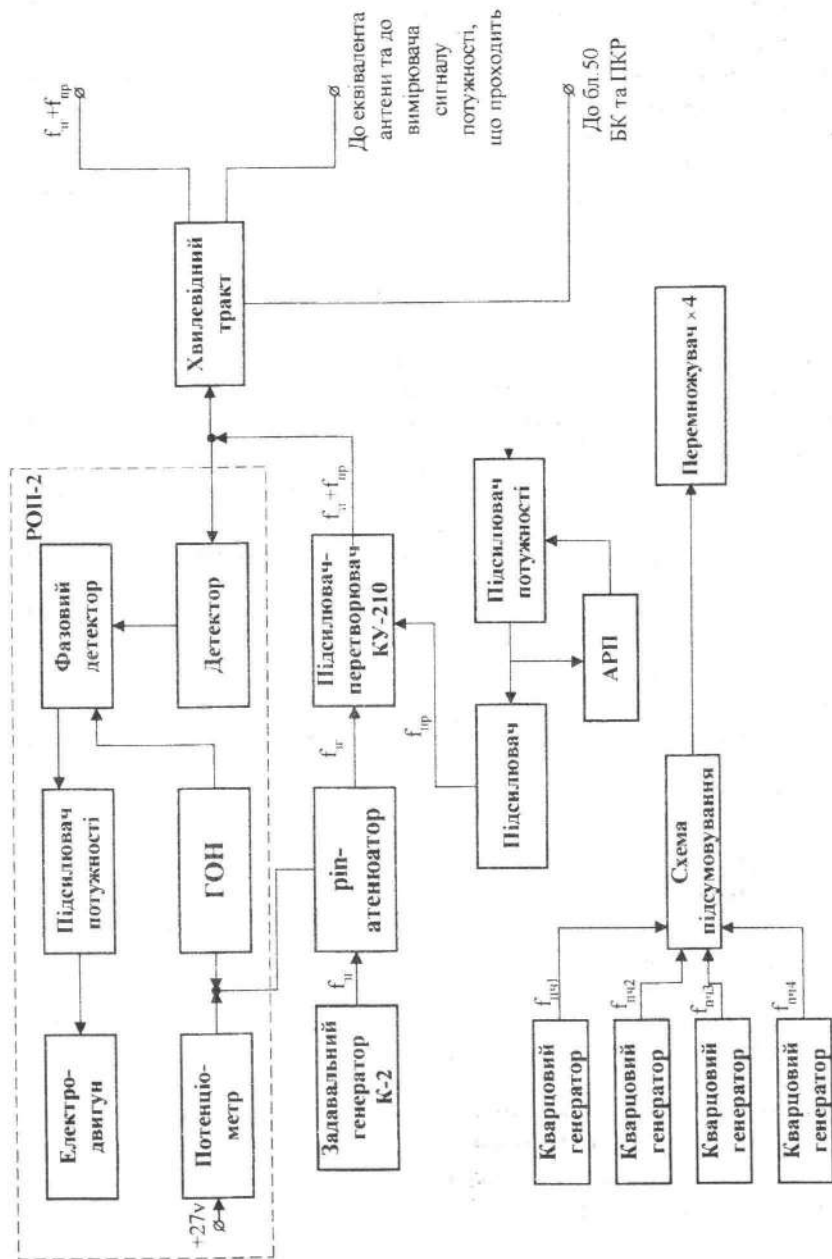


Рис. 3.18

На виході підсилювача-перетворювача за допомогою спеціального фільтра виділяється сигнал частотою $f_{зг} + f_{пр}$, який надходить до хвилевідного тракту. Щоб забезпечити мінімальний рівень амплітудних шумів і максимальний рівень потужності на виході підсилювача-перетворювача, потужність сигналу $U_{зг}$ на його виході автоматично регулюється за допомогою регулятора оптимальної потужності РОП-2 завдяки зміні електричного струму, що проходить через ріп-атенюатор. Напряга ГОН надходить на ріп-атенюатор, змінюючи з частотою напруги ГОН струм, що проходить через нього, тобто змінюючи потужність $P_{вих}$ сигналу задавального генератора на вході КУ-210. Частина енергії сигналу з виходу підсилювача-перетворювача надходить через спрямований відгалужувач до виходу детектора. Детектор виділяє обвідну цього сигналу $U_{со}$. Якщо потужність сигналу на вході КУ-210 більша або менша за оптимальне значення $P_{макс}$, то частота сигналу $U_{со}$ дорівнює частоті напруги ГОН, а фаза протилежна напрузі ГОН або збігається з нею. Якщо $P_{вих} = P_{макс}$ (де $P_{вих}$ – потужність на виході КУ-210), то мінімальна частота спектра сигналу $U_{со}$ дорівнює подвійній частоті сигналу ГОН (рис. 3.19).

Таким чином, інформація про величину відхилу потужності сигналу $U_{зг}$ на вході КУ-210 від оптимального значення міститься в амплітуді та фазі сигналу помилки $U_{со}$. Напряга $U_{со}$ надходить до фазового детектора. На другий вхід фазового детектора надходить напряга ГОН. Внаслідок цього величина та полярність напруги постійного струму на виході фазового детектора визначаються величиною та боком відхилу величини потужності сигналу на вході КУ-210 від оптимального значення. Напряга з виходу фазового детектора підсилюється і впливає на електродвигун, що змінює напругу. Напряга, яка знімається з потенціометра, збільшує або зменшує струм ріп-атенюатора. В момент, коли потужність сигналу на вході дорівнює оптимальному значенню ($P_{вих} = P_{макс}$), напряга на вході фазового детектора дорівнює нулю і електродвигун зупиняється.

Напряга проміжної частоти $f_{пр}$ формується генератором проміжної частоти шляхом множення частоти кварцового генератора блока 12. Для одержання чотирьох літерних частот використовуються чотири кварцові генератори. Вибір частоти визначається командами, що надходять з блока 20. За цими командами вмикається той чи інший кварцовий генератор. Після множення синусоїдального сигналу в помножувачі напруга з виходу помножувача підсилюється і надходить на фокусуючий електрод КУ-210. Для стабілізації рівня напруги проміжної частоти передбачено автоматичне регулювання підсилення (АРП).

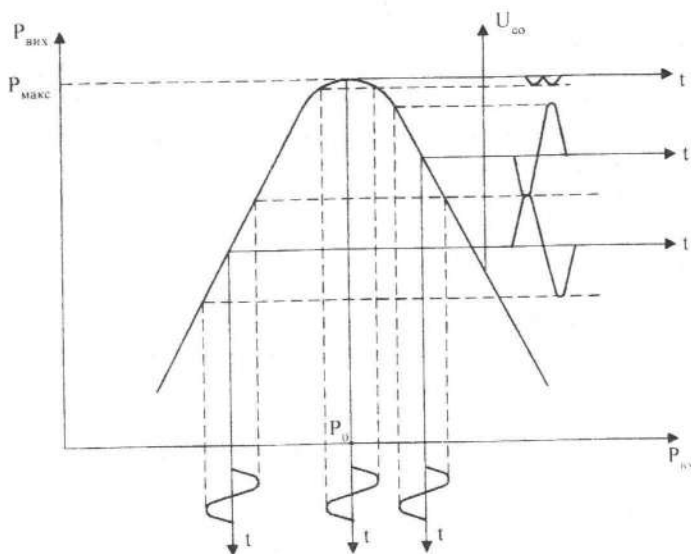


Рис. 3.19

Призначення і склад тракту приймача РЛС. Приймальний тракт виконує такі функції:

- перетворює сигнали надвисокої частоти на сигнали проміжної частоти і підсилює їх;
- формує логарифмічні амплітудні характеристики;
- видає відеосигнали до інтегратора і далі до далекоміра;
- видає відеосигнали до лінійного приймача під час роботи СДЦ;
- видає відеосигнали до каналу індикації;
- видає низькочастотний сигнал помилки до каналу кутового супроводження від логарифмічних каналів;
- компенсує завади за боковими пелюстками діаграми спрямованості антени РЛС (у логарифмічних каналах);
- підтримує постійний рівень вихідних шумів;
- визначає наявність активної шумової завади і видає імпульс запирання далекоміра;
- визначає наявність активної шумової завади і знижує чутливість приймання.

До складу приймального тракту входять:

- високочастотний приймач (блок 09);

- логарифмічний приймач (блок 19);
- лінійний приймач (блок 29).

Структурну схему приймального тракту наведено на рис. 3.20.

Призначення, склад і принцип побудови за функціональною схемою високочастотного приймача. Високочастотний приймач (блок 09) здійснює такі функції:

- перетворення високочастотних сигналів на сигнали проміжної частоти та їх підсилення;
- захист приймальних каналів від впливу потужних високочастотних сигналів;
- зниження чутливості приймання за I та II приймальними каналами за наявності активної шумової завади великого рівня;
- заглушення зондуючих імпульсів передавача;
- автоматичне регулювання підсилення за часом приймальних трактів.

Високочастотний приймач має три канали: два основні та один компенсаційний. Кожний канал складається з однакових елементів, тому розглянемо принцип роботи тракту на прикладі одного каналу.

Високочастотний сигнал надходить на вхід тракту. На вході розміщено розрядник приймача (РЗП), що забезпечує захист діодів змішувача від впливу потужних надвисокочастотних сигналів. До розрядників усіх трьох каналів надходять імпульси спонукання, що формуються передавачем (блок 02). Для зменшення часу відновлення розрядника використовується їх підігрів.

У першому та другому основних каналах для захисту приймальних пристроїв від потужних активних завод застосовується механічний комутатор (ВЧ комутатор), за допомогою якого можна зменшити чутливість приймачів на 10 дБ.

Керування високочастотними комутаторами каналів I та II здійснюється у двох режимах:

- огляд за командами з пульта керування (блок 34), якщо тумблер "АПХ-ВЫКЛ.-ППХ" у положенні "АПХ";
- супроводження за командою "Завада" (27 В), що формується індикатором завод (блок 19).

Перетворення надвисокочастотних сигналів на сигнали проміжної частоти здійснюється за допомогою балансних змішувачів (ЗМ). Сигнал гетеродина частоти надходить від задавального генератора імпульсного передавача (блок 02). З виходу змішувача сигнал проміжної частоти надходить до попередніх підсилювачів проміжної частоти (ПППЧ). ПППЧ забезпечує узгодження вихідного опору балансного змішувача зі входом підсилювача частоти.

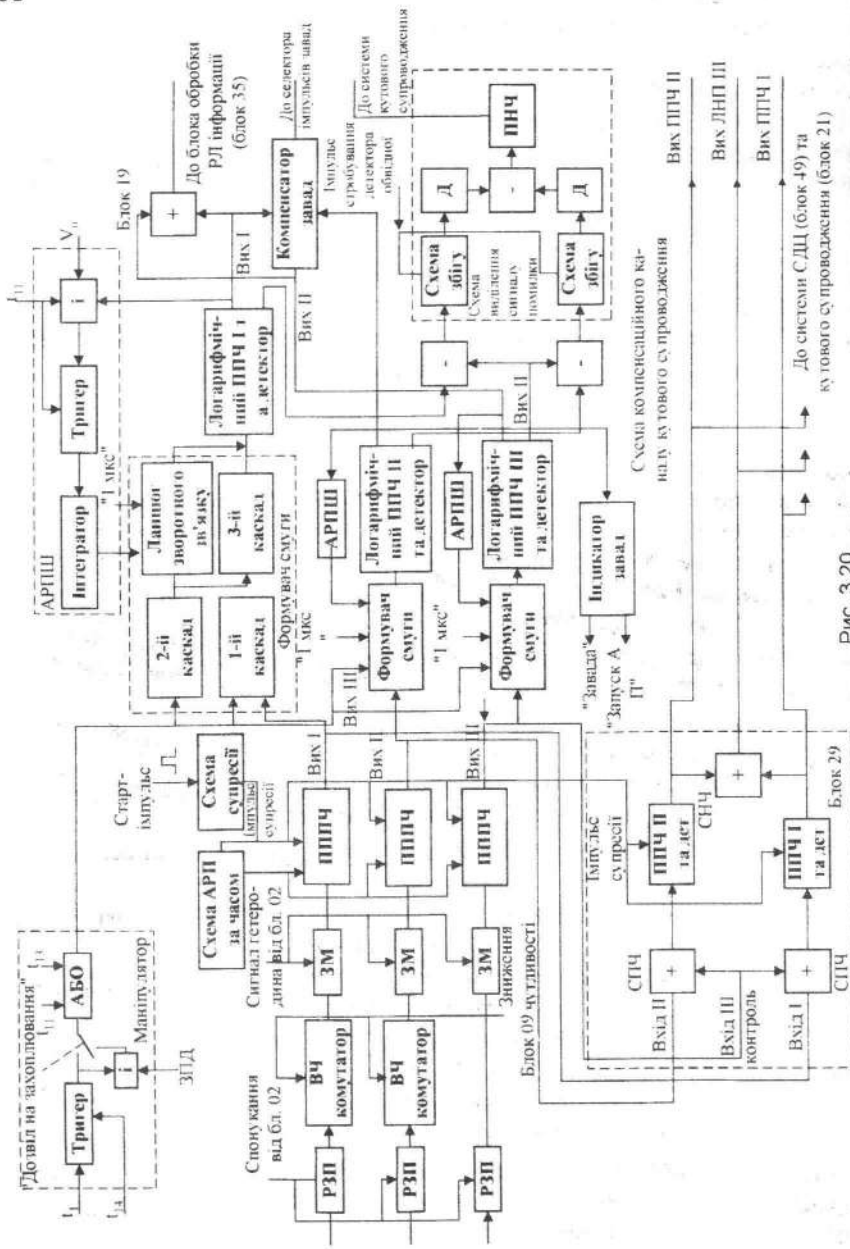


Рис. 3.20

Для заглушення зонduючого сигналу приблизно на 55 дБ до ПППЧ надходить імпульс супресії, який утворюється із старт-імпульсів за схемою формування імпульсів супресії у блоці 19. Негативні імпульси автоматичного регулювання підсилення за часом формуються у логарифмічному приймачі за відповідною схемою. Тривалість імпульсів автоматичного регулювання за часом дорівнює 90 або 160 мкс відповідно тривалості імпульсу передавача 1 або 4 мкс.

Під час роботи в режимі огляду землі сигнали автоматичного регулювання підсилення за часом до ПППЧ не надходять, а забезпечується ручне регулювання каналів I і III.

Ручне регулювання дає змогу послабити сигнали каналів I та III до 20 дБ. Ручне регулювання підсилення вмикається також у режимі малих висот за умови дії активних завод, якщо тумблер "АПХ-ВЫКЛ.-ППХ" встановлено в положення "АПХ".

Сигнали проміжної частоти з виходів ПППЧ надходять до логарифмічного та лінійного приймачів (блок 19 і 29).

Призначення, склад і принцип побудови за функціональною схемою логарифмічного приймача. Логарифмічний приймач забезпечує:

- підсилення сигналу проміжної частоти;
- формування смуги пропускання 2 або 0,35 МГц і амплітудних логарифмічних характеристик;
- видачу відеосигналів до інтегратора (блок 03);
- видачу сигналу помилки до каналу кутового супроводження;
- компенсацію сигналів, що відбиваються від землі та приймаються за боковими пелюстками діаграми спрямованості антени РЛС;
- постійність рівня шумів на виході приймальних каналів;
- маніпуляцію приймача;
- формування напруги автоматичного регулювання за часом;
- індикацію шумової завади.

Логарифмічний приймач має три однакові приймальні канали, до складу яких входять:

- формувач смуги (трикаскадний приймач, смуга пропускання якого змінюється та дістає значення 0,38 і 2 МГц);
- логарифмічний підсилювач;
- схема автоматичного регулювання підсилення за шумами (АРПШ);
- маніпулятор;
- схема автоматичного регулювання підсилення за часом;
- схема супресії.

До складу блока 19 входять індикатор завад (13), компенсатор завад і схема виділення сигналу помилки системи кутового супроводження цілі.

Сигнали проміжної частоти $f_{np} = 30$ МГц з виходів ПППЧ блока 09 надходять до формувачів смуги (ФС), призначених для формування смуги пропускання приймачів.

Смуга пропускання регулюється залежно від приймачів тривалості τ_i . Формувач смуги являє собою трикаскадний підсилювач проміжної частоти, який зібрано на транзисторах. Як навантаження другого підсилювача схеми формування смуги пропускання приймача використовуються:

- резонансний контур, смуга пропускання якого на $f_{np} = 30$ МГц дорівнює 2 МГц (якщо тривалість імпульсу $\tau_i = 1$ мкс);
- два резонансні контури з ємнісним зв'язком, спільна смуга пропускання якого на $f_{np} = 30$ МГц дорівнює 0,36 МГц (якщо тривалість імпульсу $\tau_i = 4$ мкс).

Перемикнення навантаження другого підсилювача здійснюється за командою "1 мкс" (27 В).

У початковому стані підсилювачі схеми формування смуги закриті і відкриваються імпульсами маніпулятора кожного такту тричі:

- на час, що відповідає максимальній далькості дії після випромінювання імпульсу;
- на 22 мкс за 40 мкс від випромінювання для забезпечення нормальної роботи схеми АРПШ та схеми індикації завад;
- на 22 мкс через 420 мкс після випромінювання для аналізу завадових обставин.

Імпульси керування приймачем утворюються схемою маніпуляції і надходять до формувача смуги всіх трьох каналів.

До схеми маніпуляції надходять імпульси запуску маніпулятора приймання (t_1), зриву маніпулятора приймання (t_{14}), АРПШ (t_{11}), стробування схеми індикації завад (t_{13}) від синхронізатора. У режимі супроводження цілі замість імпульсів t_{14} та t_1 надходить імпульс зони пошуку далекоміра (ЗПД). Маніпулятор приймача складається з тригера, схеми "АБО" та схеми "І". Тригер формує імпульс приймання негативної полярності з тривалістю, яка дещо перевищує час запізнювання імпульсу, що відбивається від цілі з максимальною далькістю. Запуск тригера здійснюється синхроімпульсами t_1 , затриманими відносно імпульсу запуску передавача на час, що відповідає мінімальній далькості дії. Тригер перекидається синхроімпульсами t_{14} , затриманими відносно імпульсу запуску передавача на час, що відповідає мінімальній далькості дії РЛС. Внаслідок цього формується імпульс негативної полярності імпульсів t_1 та t_{14} відносно імпульсу запуску передавача t_3 . Цей імпульс у

режимі огляду безпосередньо, а в режимі супроводження через схему "I", другий вхід якої сприймає імпульс ЗПД, надходить до схеми "АБО", до якої також надходять імпульси t_{11} , t_{13} . Сигнал з виходу схеми "АБО" надходить до першого та другого каскадів формування смуги і відкриває їх на час дії імпульсу приймання (у режимі супроводження – імпульсу ЗПД) та імпульсів t_{11} і t_{13} .

Вихідний каскад формування смуги в початковому стані відкрито, коефіцієнт підсилення цього каскаду визначається напругою на виході схеми АРПШ, під впливом якої змінюється коефіцієнт негативного зворотного зв'язку вихідного каскаду.

З виходу формувача смуги сигнали надходять до входу підсилювачів проміжної частоти. В цих ППЧ відбувається підсилення сигналів за проміжною частотою, перетворення їх у відеосигнали та підсилення цих відеосигналів. Кожний логарифмічний ППЧ має два виходи:

- вихід підсилювача з лінійно-логіфімічною амплітудною характеристикою (вихід I);
- вихід підсилювача з логарифмічною амплітудною характеристикою (вихід II).

Сигнали позитивної полярності з виходу I надходять до входу компенсатора завад, а звідти – до схеми селектора імпульсних завад блока 03.

Відеосигнали з виходу II ППЧ надходять до схеми компенсації відеосигналів каналів I та II кутового супроводження. Після стробування у своїх каналах і детектування детекторами Д сигнали впливають на схему віднімання і далі, після підсилення за низькою частотою ПНЧ, надходять до входу системи кутового супроводження.

З виходів I кожного приймального каналу власні шуми підсилювачів надходять до відповідних входів схеми автоматичного регулювання підсилення за шумами (АРПШ). Схеми АРПШ складаються з трьох однакових каналів. Вхідним елементом схеми АРПШ кожного каналу є схема збігу (схема "I"), на перший вхід якої надходить сигнал з виходу логарифмічного приймача, а на другий – строб АРПШ (t_{11}). Це означає, що система автоматичного регулювання підсилення приймача працює тільки за сигналами в стробі АРПШ. Оскільки строб АРПШ затримано відносно імпульсу запуску передавача на час $t_0 = 40$ мкс, то можна вважати, що на вхід системи автоматичного регулювання надходять тільки власні шуми приймача, тобто підсилення регулюється за шумами. Якщо шуми на виході приймача перевищують установлений рівень V_0 , то схема збігу відкривається на час, що відповідає тривалості строба АРПШ, і надсилає імпульс негативної полярності, амплітуда якого пропорційна величині перевищення шумом установленого порогового рівня. Імпульси з виходу схеми збігу підсилюються і надходять до запуску

тригера. Перекидання тригера здійснюється строб-імпульсом АРПШ. У початковому стані вихідна напруга на тригері дорівнює нулю. Якщо шуми перевищують на виході приймача встановлений рівень, тригер формує імпульси негативної полярності, що інтегруються та через схему обмеження напруги з виходу інтегратора надходять до вихідного каскаду формувача смуги, зменшуючи його коефіцієнт підсилення доти, доки шуми на вході не будуть дорівнювати встановленому рівню. При цьому схема збігу закривається і вихідна напруга тригера дорівнює нулю.

Імпульси супресії призначені для заглушення зонduючого імпульсу, що просочується через розрядники до приймальних трактів блоків 19 та 29. Вони формуються схемою супресії, до якої надходить старт-імпульс з блока 02. Імпульс супресії після формування надходить до ПППЧ (блок 09) та двох ППЧ блока 29. Він забезпечує їх надійне запирання під час випромінювання зонduючого імпульсу.

Щоб забезпечити на екрані індикатора однакову яскравість позначок цілей, віддалених від РЛС на різні відстані, застосовується автоматичне регулювання за часом ПППЧ. Напруга автоматичного регулювання підсилення за часом формується з імпульсів супресії за допомогою RC-ланцюжка. Протягом дії імпульсу супресії конденсатор швидко заряджається через малий внутрішній опір діода, який ввімкнули паралельно резистору. Після закінчення дії цього імпульсу конденсатор розряджається через резистор. Завдяки цьому на резисторі формується імпульс напруги автоматичного регулювання за часом, амплітуда якого змінюється за експоненціальним законом, а тривалість визначається сталою часу RC-ланцюжка. Тривалість імпульсу автоматичного регулювання за часом змінюється завдяки перемкненню конденсаторів (зміни ємності).

Індикатор завод призначений для утворення імпульсів запирання далекоміра та запуску аналізатора завод далекоміра, а також для формування команди "Завада", якщо шуми на виході приймача перевищують рівень 6 дБ.

Призначення, склад та принцип побудови за функціональною схемою лінійного приймача. Лінійний приймач, призначений для роботи в режимах МВ, виконує такі функції:

- лінійне підсилення сигналів та детектування сигналів проміжної частоти по каналах I та II;
- підсумовування (за командою "А3-1") сигналів з виходу каналів I та II;

- запам'ятовування напруг АРПШ I, II, III за командами "А3-II" і "Завада" або за командою "Вкл.пам'яті III з ПК" у вигляді напруги 27 В.

Лінійний приймач має такі основні характеристики:

- смуга пропускання – 1,6 МГц;
- діапазон лінійної ділянки амплітудної характеристики – 50 дБ;
- нелінійність амплітудної характеристики в діапазоні 50 дБ – не більше 20%;
- неіdentичність каналів за коефіцієнтом підсилення – не більше 20 %;
- рівень обмеження напруги АРПШ – 0,7 В.

До складу блока входять:

- два суматори сигналів проміжної частоти (СПЧ);
- два підсилювачі проміжної частоти (ППЧ каналів I і II) з детекторами;
- суматор низької частоти (СНЧ);
- схема запам'ятовування напруги АРПШ.

Лінійний приймач працює в двох режимах:

- огляд (режим I);
- супроводження (режим II).

У режимі огляду сигнали проміжної частоти з виходу ПППЧ першого (другого) каналу через СПЧ надходять до входу лінійного підсилювача проміжної частоти. СПЧ являє собою два підсилювачі проміжної частоти на транзисторах зі спільним навантаженням. До першого підсилювача надходить сигнал з першого (другого) каналу блока 09, а до другого підсилювача обох СПЧ – сигнал, що імітує фон землі (тільки при наземному контролі роботоздатності РЛС). В інших режимах роботи РЛС другий підсилювач СПЧ закритий, перший СПЧ виконує функції широкосмугового узгоджувачого пристрою виходу блока 09 із виходом ППЧ лінійного приймача. ППЧ I (ППЧ II) має чотири каскади підсилення, перший з яких виконано за каскадною схемою. У режимі огляду ППЧ II закритий (до нього не надходить імпульс маніпулятора блока 19). Сигнал першого каналу, підсилений в ППЧ I, детектується і через суматор низької частоти надходить до "ЛНП" і ППЧ блока 29.

За командою "А3I" відкривається лінійний підсилювач проміжної частоти ППЧ II. Сигнали першого та другого каналів, підсилені, відповідно, в ППЧ I та ППЧ II блока 29 та до входу суматора низької частоти, який являє собою два відеопідсилювачі зі спільним навантаженням. З навантаження СНЧ результат підсилювання відеосигналів першого та

другого каналів надходить до "ЛНП" блока 29. Конструктивно у блоці 29 знаходяться схеми пам'яті та обмеження. Ці схеми мають три однакові канали і забезпечують запам'ятовування трьох керуючих напруг АРПШ блока 19 та їх обмеження, якщо рівень перевищує $-0,7$ В. Якщо команди "Завада" та "А3-1" відсутні, то як керуючі напруги для всіх трьох каналів використовується АРПШ свого каналу. При цьому напруга АРПШ надходить також до схеми пам'яті блока 29 і запам'ятовується цією схемою без спотворення, якщо вона не перевищує рівень $-0,7$ В. Якщо $U_{АРПШ} < -0,7$ В, то напруга на виході схеми пам'яті дорівнює $-0,7$ В.

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 дешифратор);
 - вобулятор;
 - девобулятор;
 - селектор імпульсів з періоду слідування (захист від синхронних і несинхронних імпульсних завад).

Функціональну схему блока синхронізатора зображено на рис. 3.21. КГ формує гармонічну напругу з частотою 1 МГц. Імпульси позитивної полярності зі схеми вихідних імпульсів надходять на запуск генератора 30 МГц (блок 02) 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 "Литер" (кабіна літака).

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

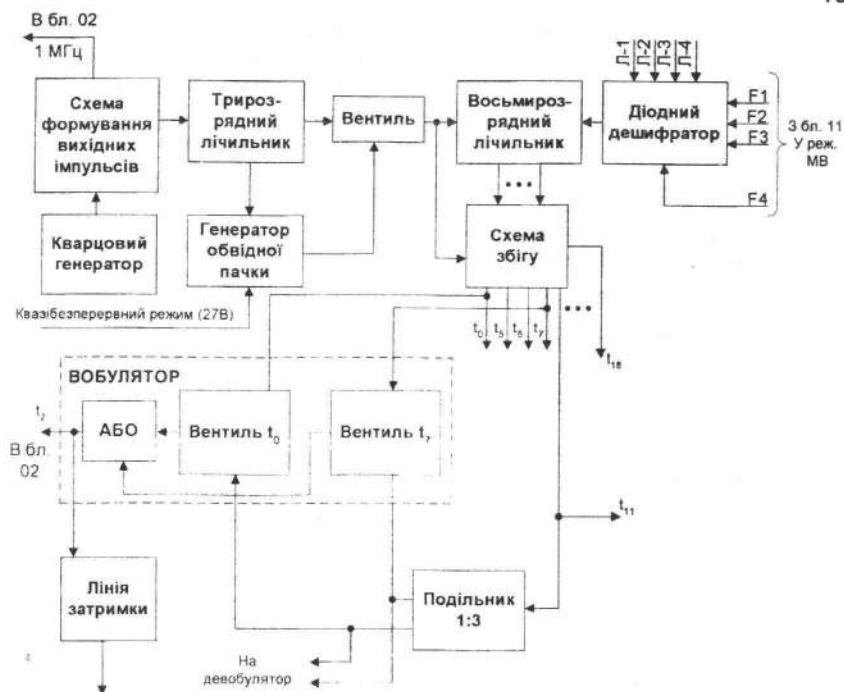


Рис. 3.21

Тимчасове розставлення імпульсів показано на рис. 3.22. Відлік всіх імпульсів здійснюється від імпульсу нульової далькості.

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

Керуюча напруга надходить на вентилі 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 вимикається. При цьому вентиль t_0 буде відкритим, а t_7 - закритим.

Захист від синхронних і несинхронних імпульсних перешкод. Відображені від цілі сигнал і перешкода з виходу приймача (рис. 3.23) 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 пропорціональний амплітуді імпульсів цілі з виходу лінії затримки, що регулюється (для накопичення імпульсів цілі без втрат).

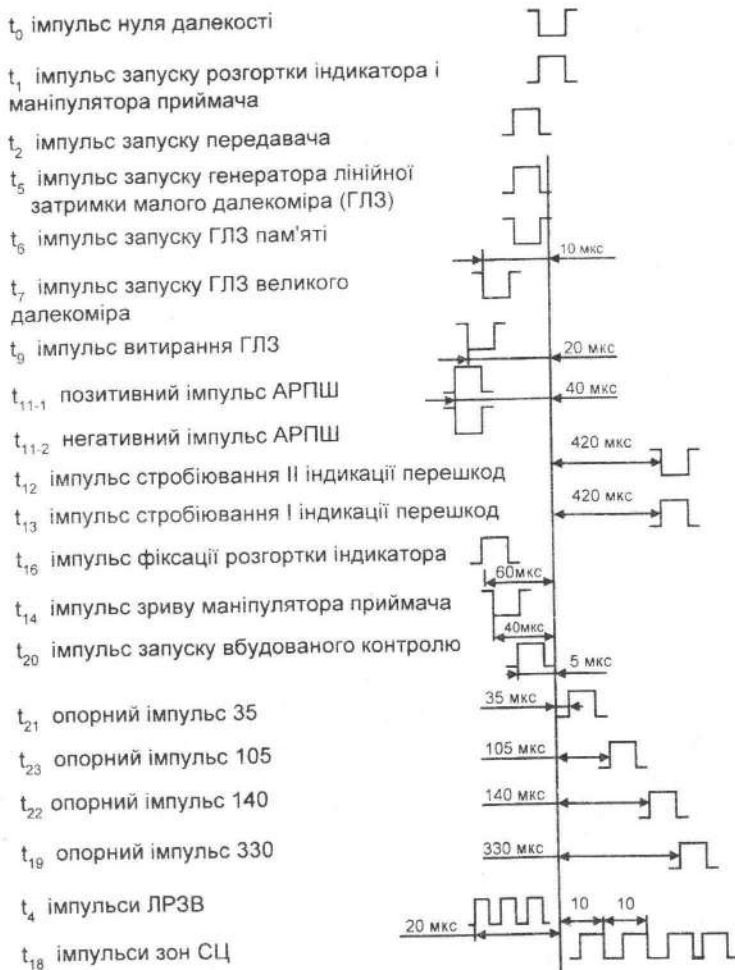


Рис. 3.22

Ультразвукова лінія затримки (УЗЛЗ) складається з двох послідовно з'єднаних ліній затримки (кварцової та магнієвої 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) та 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 ОЗ (імпульс цілі, що інтегрується). Аналогічний збіг буде в суматорі, внаслідок чого на вхід СЗ надходитиме вже сумарний сигнал.

Для точного настроювання селектора на літерну частоту служать:

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



Рис. 3.23

Синхроімпульси надходять до дискримінатора безпосередньо через лінії затримки, де утворюються слідуючі строби. Якщо $T = T_0$, то на виході дискримінатора 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 заглишенні 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.

Призначення, склад та основні характеристики каналу керування антенною. Канал забезпечує:

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

До складу каналу керування антенною входять блоки:

- 01 - антена;
- 11 - блок керування антенною;
- 19 - логарифмічний приймач;
- 09 - високочастотний приймач;
- 29 - лінійний приймач;
- 21 - блок кутового супроводження;
- 31 - блок указання цілі радіолокаційним головкам

самонаведення (РГС).

Технічні характеристики:

- ширина діаграми спрямованої антени - $2,6^{\circ}$;
- ширина діаграми спрямованості каналу безперервного підсвічування - $1,7^{\circ}$;
- зона огляду: за азимутом в усіх режимах - ± 30 ; за нахилом у режимі ВСВ - $10,4^{\circ}$; 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 - $\pm 25^{\circ}$.

Робота каналу керування антенною при пошуках цілі в режимі великих і середніх висот. Функціональну схему каналу керування антенною зображено на рис. 3.24. 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 висотою 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 антеною за азимутом і нахилом у блоці 11.

Формування керуючої напруги за азимутом під час пошуків цілі у режимі великих і середніх висот. Схема керуючої напруги за азимутом складається з фазового детектора 1, суматора 2, приладу обмеження, двох керуючих ключів. Керуюча напруга за азимутом знімається з фазового детектора 1. При $U_{\text{фд}} > 0$ напруга фази 0° через ключ р-п-р надходить на суматор 2, куди також подається напруга з обертового трансформатора азимута. Фаза напруги на 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 115В частотою 400 Гц з фазою 0° , і амплітудою, пропорційною відхиленню променя від поздовжньої осі літака.

Напруга фазового детектора 1 через суматор 4 надходить до модулятора, перетворюється в ньому на змінну напругу 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 порошкових муфт ця напруга перетворюється в широтно-імпульсному модуляторі (ШІМ) на імпульсну з постійною амплітудою, що знімається з виходу "ПР". Тривалість імпульсів пропорційна керуючій напрузі (напрузі фазового детектора 1) 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 р-п-р. Якщо вони однакові, то напруга фазового детектора 1 дорівнює нулю.

Антену за інерцією пересувається праворуч. Напруга (ОТ) збільшується, що приведе до зміни фази напруги на вході фазового детектора 1, а тому й до зміни полярності напруги на його виході. У цьому випадку напруга фазового детектора 1 менша від нуля. На суматор 2 надходить напруга фази 180° через ключ р-п-р, 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 ОТ чи ні.

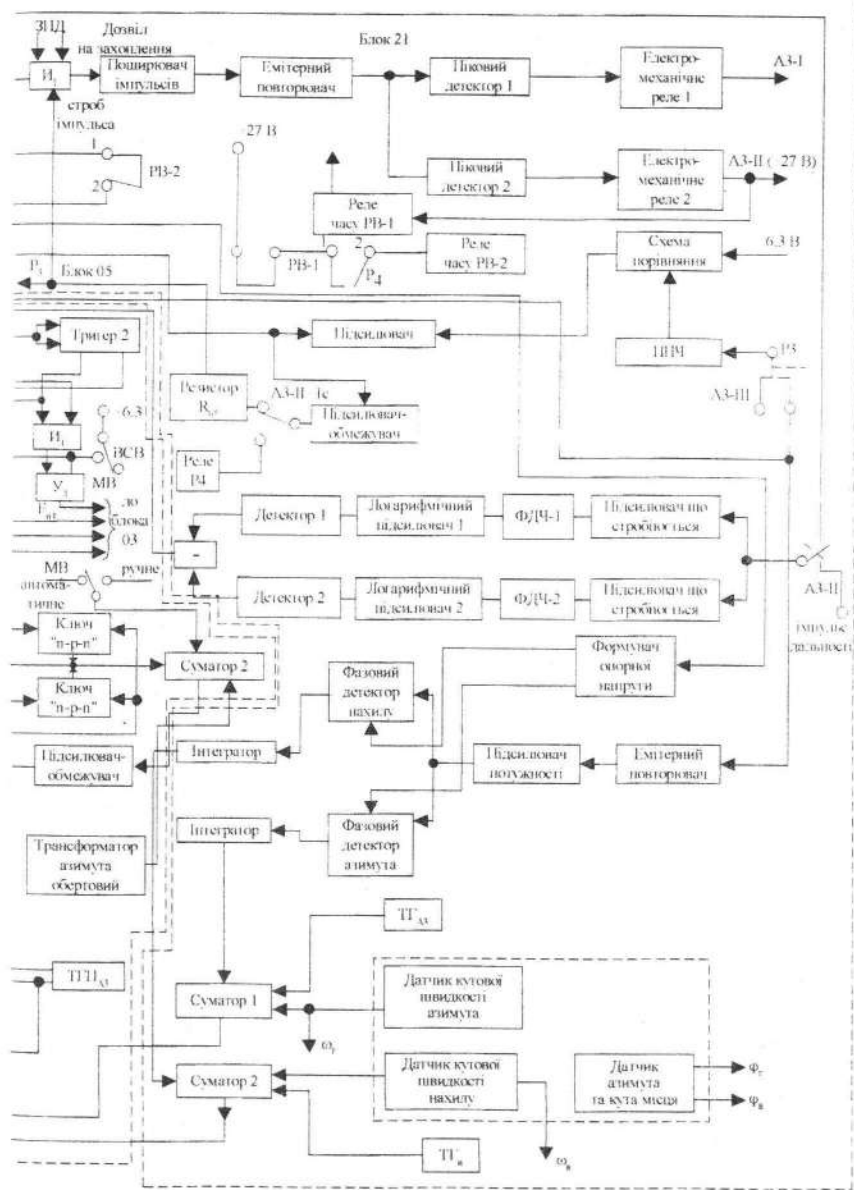


Рис. 3.24. Закінчення

Формування керуючої напруги за нахилом під час пошуків цілі в режимі великих і середніх висот. Схема керуючої напруги за нахилом складається з тригера Шмітта, диференціюючого ланцюжка, тригерів 3, 4, 5, вентилів V_5 - V_9 , суматорів 1, 3, підсилювача та фазового детектора 2. Напруга фазового детектора 1 надходить до тригера Шмітта. При $U_{\text{Фд}} > 0$ $U_{\text{Тш}} = 5$ В, при $U_{\text{Фд}} < 0$ $U_{\text{Тш}} = 0$ В. Останній фіксує моменти реверсу променя у площині азимута. Ці перепади напруги за допомогою диференціюючого ланцюжка формують негативні імпульси, що через вентилі V_8 , V_9 здійснюють почерговий 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 V_5 , V_6 , V_7 відповідно.

При позитивній напрузі на вентилі він пропускає змінну напругу 400 Гц з виходу подільника. Співвідношення амплітуд напруг на виходах вентилів такі: V_5 - U , V_6 - $2U$, V_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.

Напруга з виходу суматора і через підсилювач надходить до суматора 3, куди також подається напруга з тригера нахилу, зсунутого за фазою на 180° . Напруга із суматора, посилюючись, надходить на фазовий детектор 2, на другий вхід якого подається опорна напруга 115 В частотою 400 Гц. З виходу фазового детектора 2 напруга, підвищена підсилювачем потужності, надходить на муфти. Під час позитивної напруги на виході фазового детектора 2 антена відхилятиметься зверху вниз, доки напруга ВТ не дорівнюватиме напрузі суматора 1.

Якщо $U = 3U$ або $U = 3,5U$, схема "край зони" видає команду "КЗ" (для режиму МВ на переключення частоти слідування F_{i1} , F_{i4}). Напруга з виходу тригерів 3, 4 надходить до схеми цифрової індикації (номер рядка на системі єдиної індикації (СЄІ)).

Для переміщення зони огляду за нахилом на суматор 3 подається 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.

Принцип побудови автоматів захоплення блока 21. Посилений та протдетектований сигнал з виходу логарифмічного приймача 1 через компенсатор сигналів, прийнятих з бічних пелюстків, суматор і блок 03 надходить до індикатора РЛС і АЗ-1, АЗ-П блока 21.

Під час суміщення відмітки цілі із зони захоплення за азимутом та далькістю шляхом натиску кнопки "Захват" видається команда "Дозвіл на захоплення" на схему I_1 автомата захоплення 1. На виході схеми I_1 формується негативний імпульс, що поширюється та через емітерний

повторювач надходить до пікового детектора 1. Після прийняття трьохчотирьох імпульсів спрацьовує електромагнітне реле 1 (АЗ-1). За цією командою РЛО переходить у режим додаткового пошуку та знімається заборона з АЗ-П (електромагнітне реле 2). За наявності сигналу цілі, що збігається з імпульсом зони пошуку далекоміра (ЗПД), після прийняття 12-16 імпульсів піковим детектором 2 спрацьовує електромагнітне реле 2 (АЗ-П).

Робота каналу керування антеною при супроводженні цілі в режимі великих і середніх висот. Сигнали з виходів логарифмічних приймачів 1 і 2 після компенсації сигналів за бічними пелюстками надходять на схему відокремлення різницевих сигналів (обчислювальне влаштування), що стробюються імпульсами цілі до команди АЗ-III та імпульсами далекості після спрацювання АЗ-III.

Різницеві сигнали азимута та нахилу з виходу блока 19 через контакти реле ВСВ-МВ, емітерний повторювач і підсилювач потужності надходять на фазовий детектор азимута та нахилу блока 21, на інші виходи яких подаються опорні напруги з генератора опорної напруги (ГОН).

Виділений сигнал помилки азимута (нахилу) інтегрується та надходить на суматор 1 (2), на який подається напруга негативного зворотного зв'язку з тахогенератора азимута ($ТГ_{AZ}$) (тахогенератора нахилу ($ТГ_P$)) та датчика кутової швидкості за азимутом і нахилом. В результаті сигнал азимута (нахилу) з виходу суматора 1 (2) надходить на вхід підсилювача потужності блока 11. 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 3-1, 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.

Робота каналу керування антеною при пошуках цілі в режимі малих висот. Керування за азимутом і нахилом виконується так само, як і в режимі ВСВ. У блоці 11 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 диференціуючого ланцюжка відповідно до часу стану променя антени на межах зони огляду за азимутом за допомогою вентилів V_{10} , V_{11} здійснюють запуск тригера 1, тригер 2 запускається перепадами напруг тригера 1. У результаті формуються чотири напруги, що надходять на схему збігу. При надходженні на обидва входи схеми збігу позитивної напруги на її виході формується сигнал, що відкриває ключову схему Y_1 і пропускає сигнал 6,3 В до блока 03 для формування частоти $F_{и1}$. При огляді на наступному рядку відкривається Y_2 та у блоці 03 формується $F_{и2}$ і т.п.

У момент переходу променя з нижнього рядка на верхній формується команда "Край зони" (КЗ), за якою запираються вентиля V_{10} , V_{11} , і до блока 03 не надійде команда на переключення частот повторення і т.п.

При натиску кнопки "Захват" спрацьовує АЗ-1, знімається заборона з АЗ-П, РЛС переходить у режим додаткових пошуків (як у ВСВ), запираються V_{10} , V_{11} , тобто вимикається схема формування керуючих напруг. Після АЗ-П РЛС переходить на автосупроводжування цілі за кутами і дається команда на захоплення цілі з далекості (знімається заборона з АЗ-III).

Робота каналу керування антеною при супроводженні цілі в режимі малих частот. Суміш сигналів цілі та фону Землі після підсилення в лінійних приймачах 1, 2 надходить на схему виділення різницевого сигналу азимута та нахилу (блок 21), 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 обвідну посиленних сигналів. На виході обчислювального приладу буде сума нормованих за амплітудою сигналів азимута та нахилу. Вона аналогічна сигналу на виході приладу "-" блока 19 у режимі ВСВ. Тому цей сигнал подається на вхід виділення сигналу помилки замість сигналу з блока 19.

Принцип побудови схеми захисту від мерехтливої перешкоди. При супроводженні цілі в РЛС використовується багатоімпульсний метод пеленгації.

Для таких систем ефективною є перешкода, створена з двох точок під кутом $\varphi < \theta_{0,5}$ (рис. 3.25). Якщо передавачі 1, 2 працюють по чергово з

частотою перемикання, меншою за граничну частоту смуги пропускання системи автосупроводжування, то антенна система переходить із супроводжування точки 1 на супроводжування точки 2, тобто буде розгойдуватись. 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. Напряга 27 В подається на РВ-1.



Рис. 3.25

Через одну секунду на виході РВ-1 формується АЗ-П+1С: замикаються контакти 1, 2 РВ-1, у навантаження підсилювача-обмежувача вмикається Р4.

За наявності перешкоди (з виходу індикатора перешкод) напруга +27 В через контакти 1,2 РВ-1, 1,2 РВ-2 надходить на Р5, підключаючи контактами 1, 2 вентиль В₁ до входу схеми виділення сигналу помилки. Якщо шумова перешкода створиться джерелом, що відстоїть від цілі, що супроводжується, на кут $\varphi < \theta_{0,5}$, то стрибком збільшиться амплітуда сигналу на виході компенсатора перешкод (блок 19). Якщо напруга перевищить 6,3 В, то пороговий пристрій сформує сигнал, який відкриває вентиль В₁, що шунтує вхід схеми відокремлення сигналу помилки.

При тривалості сигналу з однієї точки більше двох секунд схему захисту потрібно вимикати. Спрацьовує РВ-2 і своїми контактами розриває ланцюг з напругою 27 В на Р5. Це має місце на частоті перемикання менше 0,25 Гц. Відбувається згладження джерела перешкоди.

Призначення, склад та основні характеристики далекомірного каналу прицільної радіолокаційної станції. Далекімірний канал забезпечує пошук та автосупроводження цілі за далькістю у зоні, встановленій вручну льотчиком, або за целевказанням із Землі, та видачу даних в АОМ про далькість 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-III).

Основні характеристики:	ВД	МД
- діапазон пошуку за далькістю	0,6...40 км	0,3...3 км;
- зона пошуку цілей	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 стробіювання з далькості;
- АЗ-III;
- АЗ-III+2С;
- АЗ-IV;
- U_d ;
- $U_{мд}$.

Функціональну схему далекомірного пристрою зображено на рис.3.26.

Розглянемо режим автосупроводжування цілі. Запускаючий імпульс t_0 блока 03 надходить на генератор лінійної затримки (ГЛЗ) ВД. ГЛЗ виробляє імпульс далькості, тимчасовий стан якого залежить від величини керуючої напруги, що подається з виходу катодного повторювача КП2. Імпульс далькості надходить на лінію 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, якій пройшов схему захисту від перешкод.

Як результат порівняння тимчасового стану слідкуючих імпульсів та імпульсу цілі на виході часового дискримінатора з'являються імпульси збігу, які через контакти Р2, інтегруючі ланцюги 1, 2 та ВУ 1, 2 надходять на вхід схеми інтегратора 1. З виходу інтегратора 1 через КП1 сигнал надходить на вхід інтегратора II, на виході якого утвориться напруга, пропорційна далькості до цілі. Вона надходить до інших блоків через контакти Р3 та ГЛЗ.

Зміна положення імпульсу цілі викликатиме зміну тривалості імпульсів збігу на виходах часового дискримінатора, що приводить до зміни

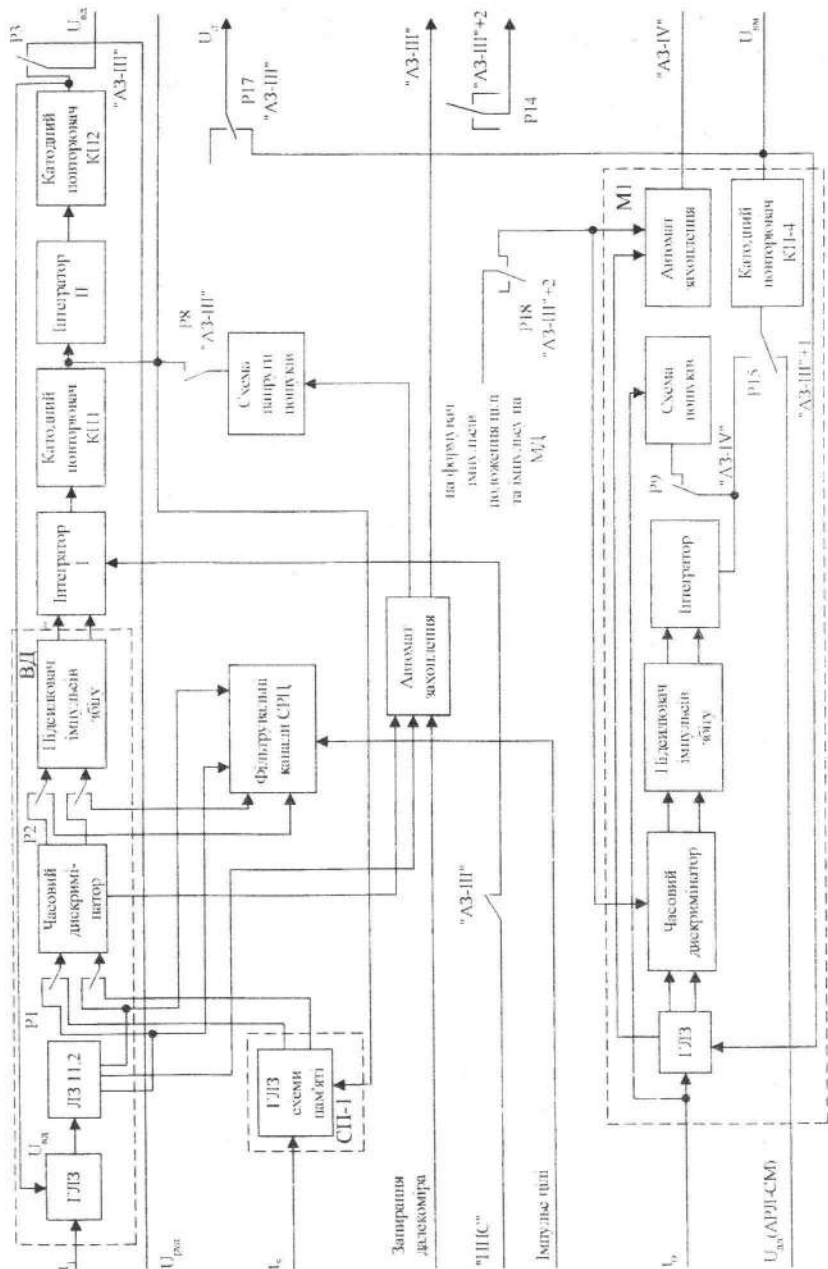


Рис. 3.26

величини керуючої напруги $U_{ВД}$ та переміщення напівстробів далькості в бік переміщення цілі, тобто здійснюватиметься автосупроводжування цілі за далькістю. Напруга $U_{Д}$ знімається з КП1 і подається на вхід схеми пам'яті та на вихід каналу через контакти Р19 та Р17.

Функціональну схему автомата захоплення (АЗ) великого далекоміра прицільної радіолокаційної станції зображено на рис. 3.27.



Рис. 3.27

АЗ призначено для переключення далекоміра з режиму пошуку до режиму автосупроводжування. До захоплення за кутовими координатами АЗ закрито напругою "закриття далекоміра" з блока 21. Після зняття зазначеної напруги (за командою АЗ-II блока 21) АЗ одержує дозвіл на захоплення. Для цього на АЗ подається імпульс цілі зі схеми захисту від перешкод та імпульс далькості ВД. При 15...20 збігах цих імпульсів у їх схемі з'являється негативний імпульс, який поширюється до 100 мкс та після підсилення надходить на піковий детектор. Напруга, що дорівнює 8-9 В, з пікового детектора через емітерний повторювач передається на підсилювач постійного струму; навантаженням його є обмотка реле, після спрацювання якого АЗ видає сигнал АЗ-III. Для вилучення захопленої цілі при зворотному ході пошуку використовується схема замирання, на яку подається напруга, що замикає. Щоб імпульси далькості не "проскочили" імпульс цілі, під час пошуку імпульс збігу надходить на схему зупинки схеми 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 перешкод (після опрацювання АЗ-III) АЗ-III повинен забезпечити видачу свого сигналу навіть

за відсутності збігу імпульсів цілі та імпульсів далькості. Для цього СЗ відкривається додатковою напругою з виходу реле.

Далекомір малих далькостей захоплює ціль в зоні 0,3...3 км після захоплення її ВД. Слідкуюча система далекоміра малих далькостей одноінтеграторна, включає ті ж самі елементи, що й ВД. Запуск її здійснюється імпульсом. Імпульси цілі для тимчасового дискримінатора та АЗ-IV формуються з імпульсів далькості ВД (через контакти реле Р18 після команди АЗ-III+1).

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 спрацює за командою АЗ-IV, що формується на виході АЗ-МД за збігом імпульсів далькості з ВД та з ГЛЗ МД.

До команди АЗ-III+1 напруга далекоміра малих далькостей надходить на схему пошуку від АРЛ-СМ через КП4. Після команди АЗ-III+1 напруга далекоміра малих далькостей подається з виходу інтегратора через КП4. Зменшення або збільшення напруги далекоміра малих далькостей в схемі пошуку забезпечує переміщення імпульсу далькості на виході ГЛЗ МД.

Робота системи селекції рухомих цілей на етапі пошуків цілі.
Функціональну схему системи селекції рухомих цілей (СРЦ) зображено на рис. 3.28.

На виході амплітудного детектора 1 виділяється результат биття сигналу цілі та фону Землі. Цей 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 селектуєчий за далькістю імпульс $t_i = 1$ мкс. Ці селектуєчі імпульси ідуть один за одним із затримкою на 1 мкс.

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

Ці сигнали надходять на піковий детектор і ФНЧ з $\Delta f = 10$ кГц. Після проходження фазоінвертора практично синусоїдальна напруга з частотою обвідної відеоімпульсів 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 заглушується на 25...30дБ, а в режектоному фільтрі - на 30...40 дБ. Навантаженням каскадного 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 стробіюється, 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 стробіюється, подаються ті ж самі селектуючі імпульси, що й на вхідний.

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

Відеоімпульс цілі надходить через блок 03 в канал індикації та в канал СРЦ блоків 21,06.

Робота системи селекції рухомих цілей на етапі супроводження цілі. Систему СРЦ у цьому режимі передбачено для однієї за далекістю цілі, що супроводжується. Це однакові за схемним рішенням вузли. На вхідні селектори за далекістю подаються слідуючі імпульси з генератора далекості 1 (ГД) і з виходу суматора блока 29 (складання сигналу цілі+перешкода).

При збігу цих сигналів на виході каскадів, що стробіюються, 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 фільтрувальних 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 пилкоподібної напруги (ГПН), напруга якого надходить на схему порівняння. Перевертаються вихідні тригери імпульсом з виходу схеми порівняння (в момент, коли $U_{ГПН} = U_{ДЕТ}$). Інформацію про неузгодженість за далекістю укладено в різницю тривалостей імпульсів на виході схеми ШІМ (як і в ВСВ).

На виході ГД-1 ВД виникає сигнал помилки, що приведе до зміни $U_{Д}$, а тому й до зміни положення слідуючих імпульсів.

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

Призначення, склад і принцип побудови каналу індикації. Канал індикації призначено для формування та відтворення на екрані СЕІ командно-пілотажних (КП), радіолокаційних (РД) та теплопеленгаційних (ТП) відміток залежно від режиму роботи комплексу радіокерування (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 РСБН-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 проектується на мішень відиконів телекамер. Потім ці зображення складаються в одне, що проектується в нескінченність за лінією зору пілота та спостерігається на відображувачі АСП-23-Д.

Прилад обробки та індикації командно-пілотажної інформації. Функціональну схему каналу індикації зображено на рис. 3.29. Прилад призначено для формування КП інформації на екрані СЕІ.

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.

У перетворювачах ці сигнали перетворюються в постійні напруги, що надходять на електронний комутатор, який являє собою сукупність селекторів. Кожний зі вхідних сигналів надходить на свій селектор. Далі сигнали перетворюються в розгортаючі струми для системи, що відхилить кінескоп Л4 блока 25. КП мітки формуються на екрані Л4 у вигляді різних індексів (рис. 3.30).

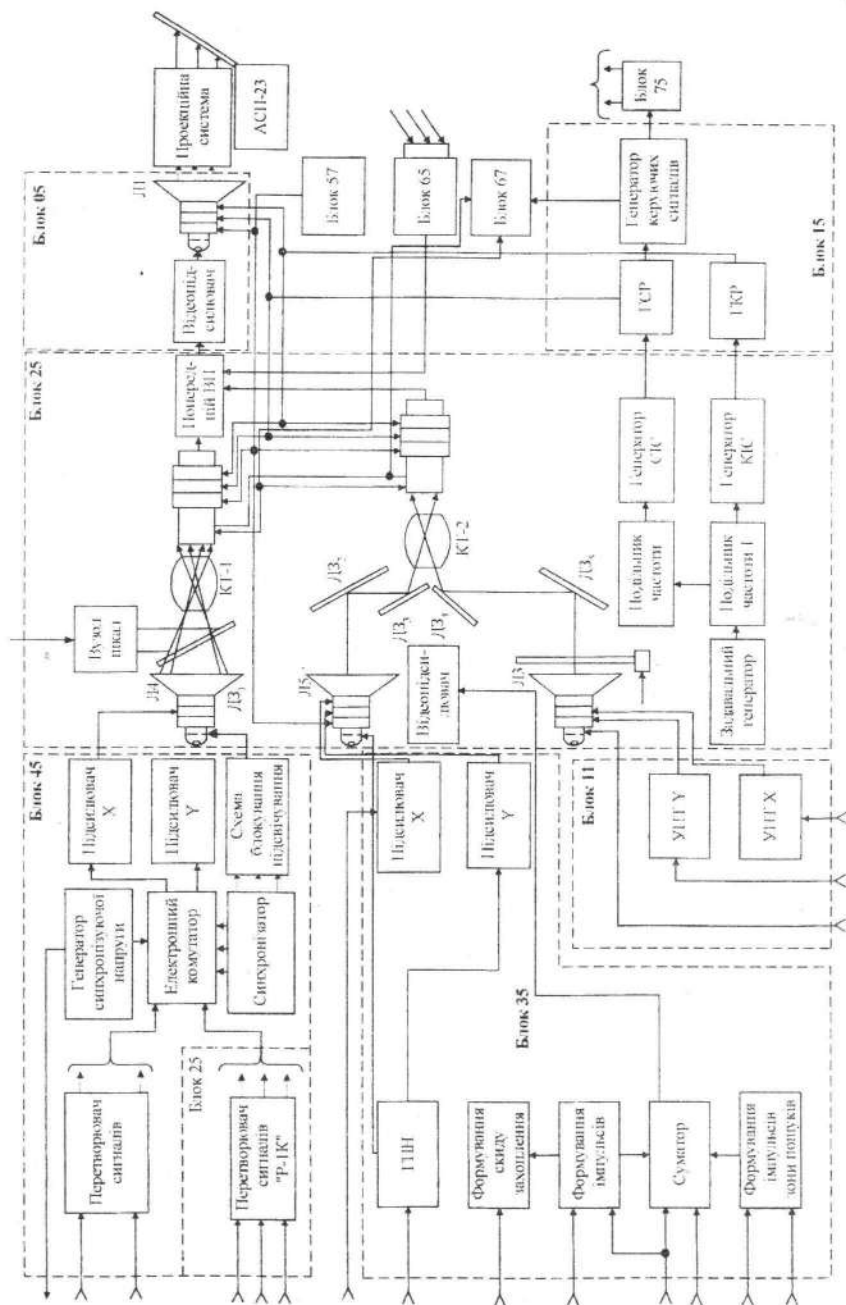


Рис. 3.29

Для формування розгортаючих напруг служить генератор синусоїдальної напруги.

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

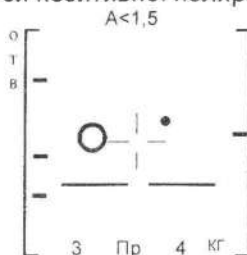


Рис. 3.30

Прилад обробки та індикації радіолокаційної інформації. Прилад призначено для формування РЛ інформації на екрані індикатора.

До його складу входять блоки:

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

Запуск приладів формування струмів розгортки здійснюється імпульсами t_0 , що надходять з блока 03 на ГПН, який формує імпульси пилкоподібної форми з тривалістю, що відповідає шкалам

далекості: 240, 120, 60, 30 км.

У режимі огляду на екрані СЕІ формується розгортка "далекість-азимут". Напруга ГПН подається на підсилювач Y, а на підсилювач X надходить напруга, пропорційна азимуту антени $\varphi_{г}$. У режимі супроводжування формується тільки розгортка за далькістю. Імпульси цілі з блоків 03, 19 подаються на суматор блока 35. Сюди ж надходять імпульси міток розпізнавання та міток зони пошуків далекоміра. З виходу суматора відеосигнали надходять на кінцевий відеопідсилювач (ВП) індикатора і далі - на катод Л5. Для формування міток розпізнавання надходять імпульс від СР30 апаратури та імпульс цілі з блока 03 для селекції мітки розпізнавання. При їхньому збігу за часом на суматор надходить імпульс розпізнавання $\tau = 5$ мкс із затримкою 16 мкс від імпульсу цілі (рис. 3.31).

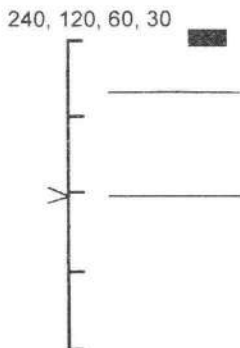


Рис. 3.31

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

Після накопичування 200 імпульсів (0,2 с) РЛС переходить у режим пошуків. Для формування зони пошуків за далькістю з блока 06 надходять імпульс зони далькості, а з блока 01 - імпульс зони азимута ($\varphi_{н}$). Із імпульсів зони методом диференціювання формуються два короткі імпульси.

Час засвічування міток зони пошуків далькості визначається тривалістю імпульсу зони захоплення за азимутом. В результаті на екрані СЕІ з'являються дві горизонтальні лінії (див. рис. 3.31).

Прилад обробки та індикації тепловеленгаційної інформації. Прилад обробки ТП інформації при-

значено для сполучення ТП з електронно-променевою трубкою ЛЗ блока 25.

До складу приладу обробки ТП інформації, що надходить з ТП-23Е, входять блок 11 та індикатор ЛЗ блока 25.

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

Відеоімпульси цілі з ТП-23Е надходять транзитом через блок 11 безпосередньо на модулятор трубки ЛЗ. Вигляд ТП інформації зображено на рис. 3.32.

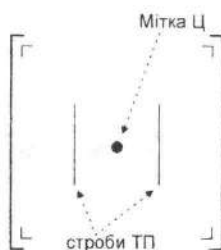


Рис. 3.32

Принцип побудови схеми перетворення та індикації. Телевізійну схему призначено для оптико-електронного перетворення КП, РЛ 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;
- 67 - блок терморегулювання;
- 57 - блок стабілізації струму фокусування;
- 75 - блок дистанційного регулювання.

Світлові зображення на Л4 проєктуються на відповідні ділянки мішені відікона за допомогою напівпрозорого дзеркала та об'єктива 01, встановленого в телекамеру КТ-1. Світлове зображення записується на мішені відікона у вигляді потенціального рельєфу.

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

Сигнал зчитування після попереднього підсилення в телевізійній камері надходить у проміжний ВП блока 25. Світлове зображення РЛ і ТП інформації за допомогою дзеркал 2-5, об'єктива O_2 проєктується на відповідні ділянка мішені КТ-2 і далі - на попередній 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 за допомогою оптичної системи проєктується в нескінченність і спостерігається на відбивному склі АСП-23Д.

Для регулювання розмірів растрів розгортки відиконів КТ-1, КТ-2 і телевізійного індикатора та їх центрування використовується блок дистанційного настроювання (блок 75).

4. РАДІОАПАРАТУРА КЕРУВАННЯ, НАВЕДЕННЯ І ЦІЛЕВКАЗУВАННЯ

4.1. Апаратура АРЛ-СМ

Для сповіщення військ про повітряне становище, керування частинами авіації та прихованого наведення винищувачів на літаки супротивника існує система наведення (рис. 4.1), яка являє собою кілька радіолокаційних постів (РЛП) і один пункт наведення (ПН), поєднаний з командним пунктом (КП).

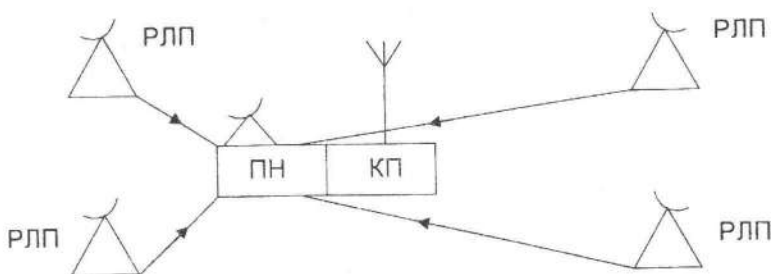


Рис. 4.1

РЛП можуть розташовуватись на відстані до 800 км від ПН. Кожний РЛП складається з двох РЛС кругового огляду П35, П40 та двох радіолокаційних висотомірів (РЛВ) ПРВ-10, ПРВ-11.

Система наведення містить в собі таку апаратуру: ПАУТИНА, КЛЮЧ, КАСКАД і командну радіолінію керування ЛАЗУРЬ.

На кожному РЛП стоїть частина апаратури (теплопередавачі), яка під'єднується до індикаторів РЛС і перетворює інформацію про повітряне становище у двійковий код.

За допомогою апаратури КЛЮЧ (радіо-, радіорелейний та провідний зв'язки), яка працює в телефонно-телеграфному режимі, інформація про повітряне становище надходить на ПН – телевізійні приймачі апаратури ПАУТИНА. Дана апаратура перетворює двійковий код у координатні напруги цілей, які надходять до ІКО штурмана наведення. Індикатор кругового огляду (ІКО) входить до апаратури КАСКАД, на якому інформація висвічується у вигляді позначки "—" (свої літаки) та хрестиком "+" (чужі).

Оцінивши повітряне становище, штурман передає координати винищувача та цілей на пристрої знімання даних (ПЗД) (3 шт.), які входять до складу апаратури КАСКАД. За кожним ПЗД сидять оператори, які знімають поточні координати цілей та винищувачів і вводять їх в три лічильно-розв'язувальних прилади КАСКАД, що виробляють команди наведення у вигляді напруг, пропорційних величині команд наведення, що передаються. Ці напруги надходять до кодувального пристрою наземної частини апаратури ЛАЗУРЬ, де перетворюються в комбінації частот, якими модулюються високочастотні сигнали радіостанцій (типу Р-842 ЛС), рознесених по частоті на величину розносу (рис. 4.2). Ці два кодовані сигнали випромінюються та приймаються літаковою частиною апаратури ЛАЗУРЬ (АРЛ-СМ). Розглянемо літакову частину апаратури ЛАЗУРЬ.

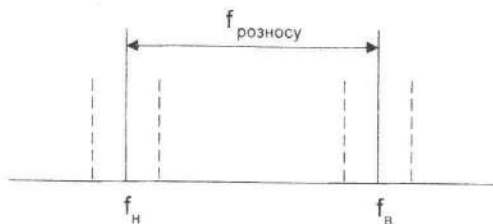


Рис. 4.2

Бортова апаратура командної радіолінії керування літака призначена для приймання команд наведення та взаємодії, що передаються з наземних пунктів наведення винищувачами-перехоплювачами.

Прийняті команди наведення відображаються на пілотно-навігаційних приладах і спеціальних лампових табло. Частина команд надходить до лічильно-розв'язувальних приладів літакових систем та пристроїв.

Апаратура зв'язана з пілотажно-навігаційними приладами:

- НПП (навігаційно-пілотажний прилад);
- УИСМ-ИК (показчик істинної швидкості числа М з індексом команд);
- ВДИ-30К (висотомір двустрілковий з індексом команд);
- КПП (командно-пілотажний прилад);
- лампове табло разових команд (блок 95).

Відображення інформації здійснюється на приладах УИСМ, ВДИ-30К за допомогою прапорців, зроблених у вигляді трикутника; на НПП – за допомогою широкої стрілки; на КПП – за допомогою директорних міток.

Склад комплексу та розміщення на літаку

- | | |
|---|--|
| 1. Поверхнева антена (у вигляді латунної сітки) | В рухомій частині радіопрозорого аеродинамічного гребеня |
| 2. Приймальний пристрій (блок 2ЛАС-21М або ЛАЗУРЬ-5М) | В закабінному відсіку на нижній панелі етажерки |
| 3. Блок підсилювачів слідкуючих систем (2ЛАС-45М) | В закабінному відсіку на нижній панелі знімної етажерки |
| 4. Блок оперативної пам'яті (2ЛАС-31М) | В закабінному відсіку на нижній панелі знімної етажерки |
| 5. Блок постійної пам'яті (2ЛАС-32М) | В закабінному відсіку на нижній панелі знімної етажерки |
| 6. Блок відпрацювання даних (2ЛАС-33М) | В закабінному відсіку на нижній панелі знімної етажерки |
| 7. Блок підсилювачів (ЛАС-43М) | В закабінному відсіку на нижній панелі знімної етажерки |
| 8. Фільтр (бл. Ф14А) | В закабінному відсіку на нижній панелі знімної етажерки |
| 9. Приймальний пристрій (2ЛАС-22М або бл. 16ЖЛ-5) | В закабінному відсіку на верхній панелі знімної етажерки |
| 10. Блок живлення (2ЛАС-62М) | В закабінному відсіку на верхній панелі знімної етажерки |

- | | |
|---|--|
| 11. Контрольне рознімання Ш10 для підімкнення електроживлення від КИПС-АЛ-М | В закабінному відсіку на верхній панелі знімної етажерки |
| 12. Контрольне рознімання ШК10-1 для підімкнення блока ИН | В закабінному відсіку між Шп №12А та 12Б угорі ліворуч |
| 13. Пульт керування (2ЛАС-23М) | В кабіні на горизонтальній частині лівого пульта |
| 14. Задатчик барометричного тиску (ЗДВ-30) | В кабіні внизу на вертикальній частині правого пульта |
| 15. Контрольні рознімання Ш12 і Ш13 | На етажерці зверху по правому борту |
| 16. Показчик курсу (НПП) | В кабіні на приладовій дошці |
| 17. Показчик висоти (ВДИ-30К) | В кабіні на приладовій дошці |
| 18. Показчик швидкості та числа М (УИСМ-ИК) | В кабіні на приладовій дошці |
| 19. Табло сигналізації (КМ1-1)і | В кабіні над приладовою дошкою |
| 20. АЗС "ЛАЗУРЬ" | В кабіні на вертикальній частині правого пульта |

Основні тактико-технічні дані:

1. АРЛ-СМ працює у діапазоні 100...150 МГц; частот
2. Загальна кількість жорстко фіксованих частот у діапазоні 601;
3. Кількість хвиль, що використовуються в польоті 20;

4. Кількість високочастотних каналів на кожній хвилі, що відрізняються за частотами розносу 8;
5. Діапазон частот розносу 88...416 кГц;
6. Кількість радіоканалів для оперативної роботи на двадцяти хвилях 160;
7. Чутливість бортової апаратури АРЛ-СМ 1 мкВ;
8. Модуляційні частоти, Гц $F_1=330, F_2=150,$
 $F_3=190, F_4=235,$
 $F_5=280;$
9. Споживана потужність системи від бортмережі:
+27 В складає не більше 160 Вт;
115 В 400 Гц не більше 475 Вт;
10. Вага апаратури 60 кг;
11. Апаратура забезпечує приймання і дешифрування одержаних команд.

Команди, що надходять до АРЛ-СМ, поділяються на плавні, які відображають функціонально мінливі параметри, разові, а також команди взаємодії.

Плавні команди:

- 128 значень команд заданого курсу винищувачів;
- 126 значень команд заданої висоти польоту;
- 85 значень команд швидкості винищувачів;
- 126 значень команд дальності "винищувач-ціль";
- 101 значення команд швидкості зближення винищувача з ціллю;

- е) 31 значення команд кута місця цілі;
 ж) 121 значення команд заданої вертикальної складової швидкості;
 з) 128 значень команд азимутального кута цілі.

Межі вимірювання та похибок індикації команд наведено в табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Найменування команд	Межі вимірювання	Похибка індикації команд
Заданий курс	0...360°	±6°
Задана висота	0,5...30 км	±300 м
Задана швидкість	600...3600 км/ч	±50 км/ч
Азимутальний кут цілі	0...360°	±6°
Кут місця цілі	±42,2°	±3°
Дальність "винищувач-ціль"	0...100 км	±3 км
Швидкість зближення	0...7200 км/ч	±144 км/ч
Вертикальна швидкість	±1360 м/с	±12 м/с

Команди $\Psi_{\text{з}}$ відображаються на НПП. Заданий курс вказується широкою стрілкою відносно рухомої шкали курсів (рис. 4.3, а). Там же індукуюється поточний курс Ψ літака та утворюється різниця $\Delta\Psi = \Psi_{\text{з}} - \Psi$. Величина $\Delta\Psi$ індукуюється на системі єдиної індикації (СЕІ) у вигляді горизонтального усунення електронного кільця відносно центра перехрестя (рис. 4.3, б). Задана висота польоту $H_{\text{з}}$ на приладі ВДИ-ЗОК (рис. 4.4) вказується індексом, який переміщається по внутрішній шкалі, а задана швидкість – по покажчику швидкості УИСМ-ИК (рис. 4.5). Дальність $D_{\text{з}}$ індукуюється на екрані СЕІ у вигляді позначки поряд зі шкалою дальності, що полегшує льотчику пошук позначки цілі на екрані.

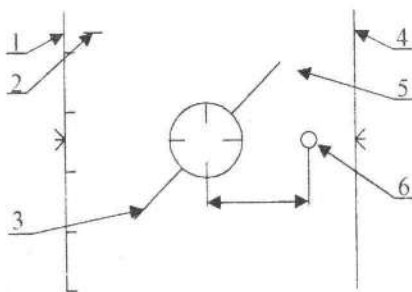
Разові команди:

- а) команди розвороту: ліворуч, прямо, праворуч (< | >);
 б) команда перенацілювання (|);
 в) команда кінця наведення: привід (Т);
 г) команди дальності до цілі: 100, 60, 36 км, відбій (-);
 д) команди атаки: в передню півсферу (ППС), в задню півсферу (ЗПС);
 є) команди режиму польоту: форсований (Ф), комбінований (К), крейсерський (КР), зниження 1 (ЗН-1), зниження 2 (ЗН-2), резерв 1 (Р1), резерв 2 (Р2), резерв 3 (Р3);
 ж) команди форсажу: форсаж включити (Ф), форсаж виключити (-);

з) команда на включення накалу ракети: накал (Н).



а



б

Рис. 4.3

Частина разових команд, що надходять до АРЛ-СМ, відображається на табло сигналізації, розташованому на прицільній головці АСП-23Д. Дискретні дані про дальність до цілі 100, 60, 36 км служать льотчику для сигналізації про залишену дальність до цілі та одночасно використовуються для зміни режимів роботи РЛС.

Приймальний прилад АРЛ-СМ настроюється на одну з двадцяти фіксованих хвиль, на один з восьми можливих розносів і на один з

трьох шифрів. Для того щоб в польоті апаратура перейшла на нові радіодані, в додаток до вказаних вище команд потрібних параметрів польоту та цілевказання на пункті наведення формуються команди взаємодії (номери шифру, хвили, розносу), в результаті чого на 2ЛАС-23М загоряється лампа АВТ і АРЛ-СМ автоматично перестроюється на нові радіодані. При натисканні кнопки РУЧ можна вручну настроїтися на нові радіодані.

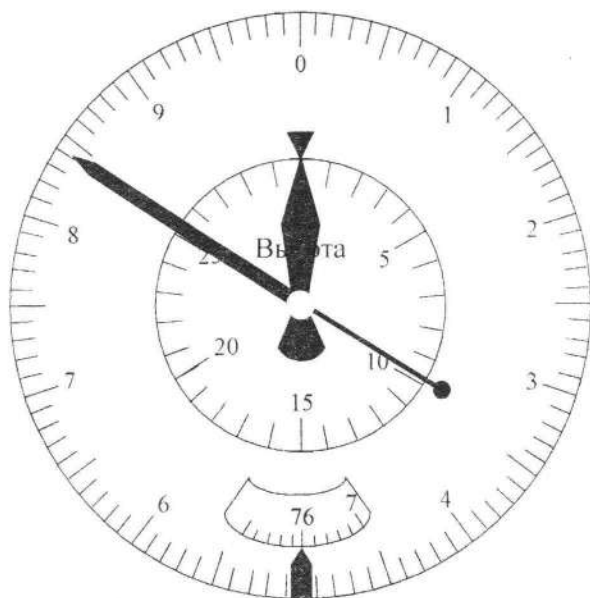


Рис. 4.4

Команди взаємодії:

- а) двадцять команд – номер хвили;
- б) вісім команд – номер розносу;
- в) три команди – номер шифру.

Принцип дії та функціональні зв'язки АРЛ-СМ з бортовим комплек-

сом.

Високочастотний сигнал з антени (рис. 4.6) надходить на вхід радіоприймального пристрою (РПП), зробленого за супергетеродинною схемою з чотирикратним перетворювачем частоти. При правильно встановлених номерах хвили та розносу в радіоприймальному пристрої та пульті 2ЛАС-23М на виході блоків 1 і 2 має бути низькочастотний сигнал, що являє собою серію посилок.

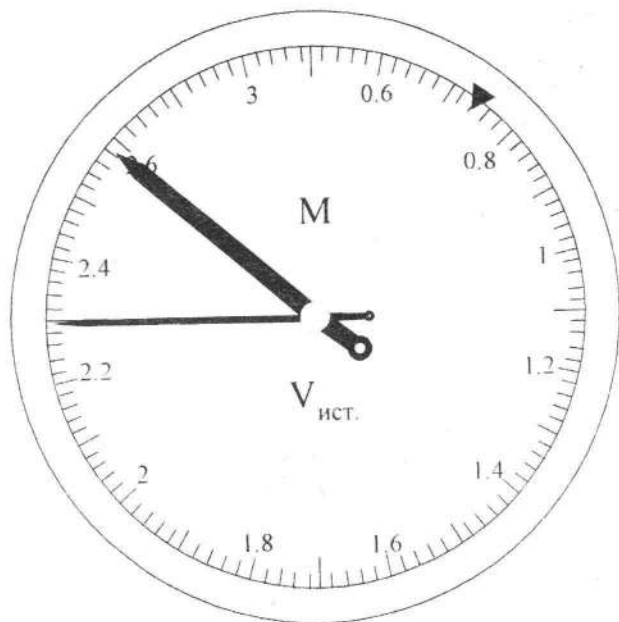


Рис. 4.5

Набір низькочастотних посилок (цикл) являє собою ряд команд наведення, закодованих певним чином. Кожний цикл має 32 посилки та складається з трьох підциклів (рис. 4.7).

Низькочастотні посилки з виходу РПП надходять на розподільний блок 2ЛАС-31М, де здійснюється дешифрування прийнятих команд. Це дешифрування відбудеться тільки в тому випадку, коли шифрована комбінація посилок циклу на виході блока РПП збігається з шифром, установленим в блоці 2ЛАС-23М.

Декодований сигнал у вигляді імпульсів розподіляється по двох кодових лініях і через схеми збігу надходить на тригери оперативної пам'яті (рис. 4.8), набір яких відбувається відповідно з розшифрованими послідовностями. Кожному розряду підцикла відповідає свій тригер оперативної пам'яті.

У блоці 2ЛАС-31 є схема захисту, що виключає відпрацювання неправильних команд через порушення складу циклу.

Дешифровані блоком 2ЛАС-31М команди переписуються на тригери постійної пам'яті в блоці 2ЛАС-32М після запису команд, прийнятих у першому підциклі на тригери оперативної пам'яті.

Дозвіл на перезапис команд у блоки постійної пам'яті кожної кодової лінії 1-3-го підциклів здійснюється схемою кодування.

Перезапис разових команд (перші дві кодові послідовності підциклів) проводиться окремо від перезапису плавних команд (з третьої по дев'яту послідовності підциклів).

Скидання старих команд на тригерах постійної пам'яті відбувається імпульсами перепису, що надходять зі схеми декодування блока 2ЛАС-31М.

Блок 2ЛАС-32М призначений для перетворення коду команд, що приймаються, та запам'ятовання останніх. Він складається з шести блоків постійної пам'яті та двох схем переривання світла сигнальних ламп разових команд. У кожному з шести блоків розташовані тригери постійної пам'яті однієї кодової лінії одного підциклу. З виходу блока 2ЛАС-32М усі плавні команди можуть зніматися на бортові лічильно-розв'язувальні прилади у вигляді паралельного двійкового коду. Водночас усі плавні, а також разові команди надходять до блока відпрацювання даних 2ЛАС-33М. Виконуючими ланцюгами тригерів постійної пам'яті є електромагнітні реле, розташовані у блоці 2ЛАС-33М.

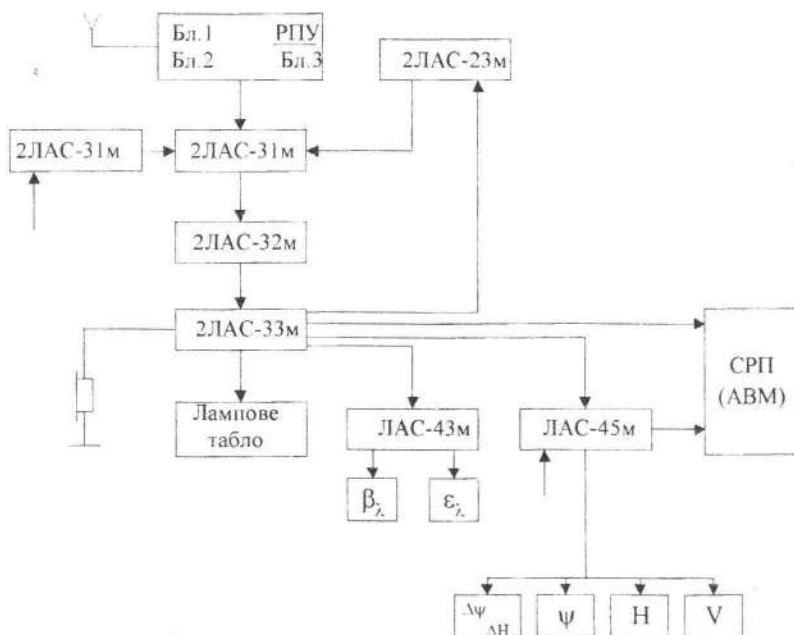


Рис. 4.6

Блок 2ЛАС-33М містить в собі:

- реле, що включають відповідно разовим командам сигнальні лампи, та реле, що керують слідкучими системами плавних команд;
- релейну схему, що запам'ятовує реле кодових ліній підциклів 1 і 3 та відпрацьовує знову прийняті команди взаємодії, тобто задані хвилю, рознос і шифр.

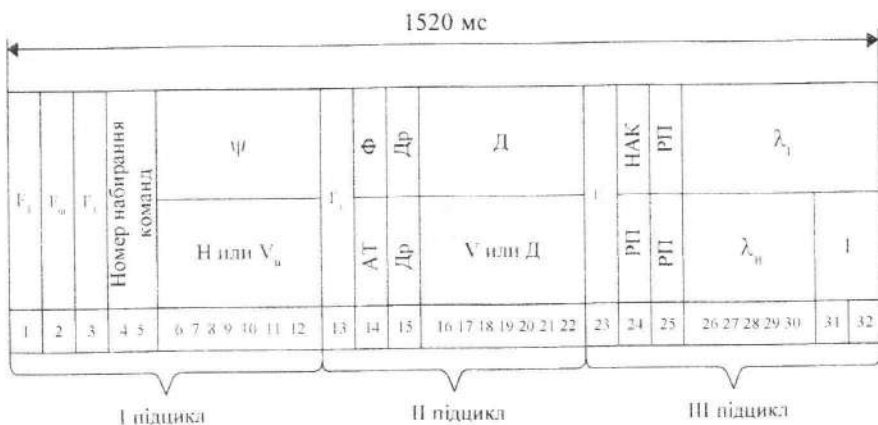


Рис. 4.7

З виходу блока 2ЛАС-33М прийняті команди ВЗМ надходять для відпрацювання на 2ЛАС-33М. До виходу блока 2ЛАС-33М підключені посилювачі слідкучих систем ЛАС-45М і ЛАС-43М. ЛАС-45М служить для відпрацювання заданих плавних команд курсу, швидкості висоти, вертикальної складової швидкості та швидкості зближення. Водночас він відпрацьовує різницю між заданим і справжнім курсами польоту, а також різницю між заданою та барометричною висотами польоту. ЛАС-43М служить для відпрацювання заданих плавних команд азимута (β_n), кута місця (ϵ_n) та дальності.

Керування апаратурою АРЛ-СМ здійснюється з пульта 2ЛАС-23М. На пульті керування можна встановити вручну номер хвилі, розносу та шифру.

Апаратура АРЛ-СМ у складі бортового радіоелектронного комплексу взаємодіє з системою радіокерування РК-23 та системою автоматичного керування САК-23А-1 на етапі дальнього наведення.

АРЛ-СМ приймає та декодує команди заданих значень курсу Ψ_{zt} , висоти H_{zt} та швидкості V_{zt} польоту винищувача. Сигнали, що відображають Ψ_{zt} і H_{zt} , порівнюються з поточними значеннями курсу Ψ та висоти H , що вимірюються відповідно системою курсовертикалі (СКВ-2Н-2) та датчиком висоти (ВДИ-30К). В результаті порівняння формуються помилки пілотування по курсу $\Delta\Psi = \Psi_{zt} - \Psi$ та висоті $\Delta H = H_{zt} - H$. Величина $\Delta\Psi$ виробляється в САК, ΔH – в АРЛ-СМ, звідки остання надходить до САК.

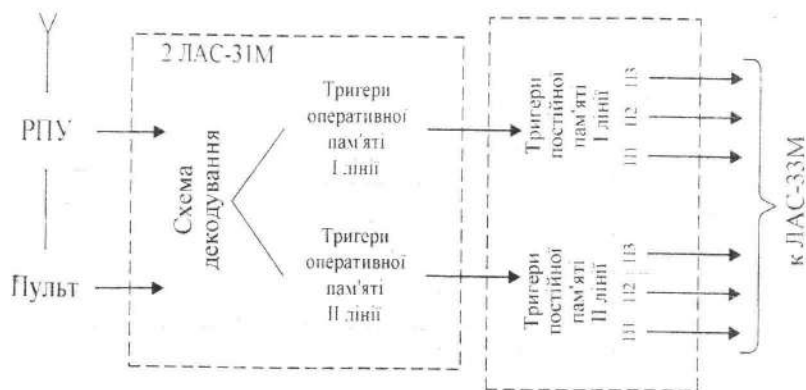


Рис. 4.8

На основі $\Delta\Psi$ і ΔH на екрані СЕІ індукується електронне кільце, а в САК формуються сигнали дитекторного керування δ_x і δ_y (під дією яких відхилюються стрілки КПП), які використовуються для ручного керування літаком за показаннями КПП.

Апаратура зв'язана з пілотажно-навігаційними приладами курсу, швидкості, висоти, НПП та ламповим табло разових команд, АВМ-23ДШ і РК-23.

До кутотірного каналу РК-23 надходять кути β_x , ϵ_x , а до АВМ – значення D , \dot{D} , H_y .

Спосіб будування височастотних каналів апаратури АРЛ-СМ. Передавальний прилад радіолінії ЛАЗУРЬ-М, розташований на землі, випромінює сигнал у вигляді двох несучих, жорстко зв'язаних між собою

та синфазно модульованих за амплітудою напругами частоти $F_1 \dots F_5$, за допомогою яких передається необхідна інформація (див. рис. 4.2).

Різниця між двома несучими частотами f_n (нижньою) та f_s (верхньою) складає так звану частоту розносу f_p , яка за абсолютною величиною значно менше кожної з несучих частот і може набувати 8 фіксованих значень у діапазоні 88...416 кГц. Фіксовані значення частот розносу витримуються з високою точністю.

Завдяки амплітудній модуляції несучих у спектрі містяться дві пари бокових складових з частотами

$$f_n \pm F_i \text{ і } f_s \pm F_i, \text{ де } i=1,2,3,4,5.$$

Приймальний прилад побудовано так, щоб водночас приймати обидві несучі частоти разом з розташованими навколо неї боковими складовими. Роздільно посилені частоти несучих подаються на змішувач різницевої частоти, після якого всі нестабільності частоти будуть визначатися тільки нестабільністю різниці несучих частот. Це дає можливість істотно знизити смугу пропускання приймачів після змішувача різницевої частоти.

Посилування сигналу різницевої частоти здійснюється за допомогою вузькосмугового посилювача.

Описаний спосіб побудови високочастотних каналів дозволяє забезпечити добру селективність апаратури АРЛ-СМ (на одній хвилі можна використовувати 8 незалежних каналів) і її високу перешкодостійкість.

Структура циклу передачі команд наведення апаратури АРЛ-СМ. Сигнал, що надходить з виходу приймача системи АРЛ-СМ, являє собою послідовність посилок, заповнених низькочастотними коливаннями $F_1 \dots F_5$, з яких складається кодова комбінація циклу.

Передача та приймання команд, як зазначалося, ведуться циклами. За ходом циклу команди наведення (разові та плавні) передаються у певній послідовності. Складений таким чином набір команд періодично повторюється. Порядок слідування команд в наборі залишається постійним, а значення команд можуть змінюватися.

В апаратурі ЛАЗУРЬ-М передбачено застосування шести стандартних наборів команд.

Цикл команд відокремлюється від наступного за ним циклу трьома послілками, що являють собою цифрову комбінацію (див. рис. 4.2). Цей цикл буде прийнятий та дешифрований літаковою апаратурою тільки у випадку, якщо його шифрована комбінація відповідає установленому в апаратурі АРЛ-СМ шифру.

Кожний цикл команд, в свою чергу, розподілений послілками частотою F_1 (тривалість даної послілки складає 67,5 мкс) на три підцикли. Ос-

танне зроблено з метою підвищення надійності роботи розподільника блока 2ЛАС-31М.

Структуру циклу передачі команд наведено на рис. 4.2.

Посилки 1, 3, 13, і 23 циклу завжди заповнюються модуляційною частотою F_1 , а всі інші посилки його залежно від команд, що передаються, – модуляційними частотами F_2, F_3, F_4, F_5 .

Перші три посилки циклу утворюють шифрову комбінацію. Залежно від частоти, що заповнює другу посилку, розрізняють три викличних шифри, кожний з яких призначений для роботи з однією групою літаків.

Кодові комбінації викличних шифрів наведено в табл. 4.2.

Склад команд, що передаються у циклі, може бути різним і визначається номером набору команд. Посилки 4 і 5 циклу вказують номер набору команд, що приймаються в даному циклі.

Посилки 6 - 12 визначають команди 1-го, 14 - 22 – команди 2-го, а посилки 24 – 32 – команди 3-го підциклів.

Перші дві посилки кожного підциклу (4, 5, 13 і 24, 25) використовуються для передачі разових, а останні сім (6-12, 16-22, 26-32) – для передачі плавних команд.

Таблиця 4.2

Викличний шифр	Частота заповнення посилки		
	Перша посилка	Друга посилка	Третя посилка
Шифр № 1	F_1	F_4	F_1
Шифр № 2	F_1	F_5	F_1
Шифр № 3	F_1	F_2	F_1

Принцип кодування команд наведення АРЛ-СМ. Для передачі всіх плавних команд (за винятком команди УГОЛ МЕСТА ЦЕЛИ) використано семирозрядний двійковий код. Кут місця цілі передається п'ятирозрядним кодом, а дві останні позиції використовуються для передачі команди РАЗВОРОТ.

У розглянутій радіолінії передача кожної пари команд здійснюється одночасно.

Для пояснення принципу кодування команд розглянемо команди 1-го підциклу (6-12-я посилки); решта команд кодується аналогічно.

Припустимо, що виконується передача команд курсу та висоти. Водночас в 1-му підциклі можуть бути передані одне з 128 значень команд курсу та 126 значень команд висоти.

Для передачі команд курсу використовується двійковий семирозрядний код (код має два признаки – "1" і "0", що відповідають включенню та відпусканню запам'ятовуючого реле, і утримує сім посилок – "розрядів"). Лік розрядів ведеться справа наліво.

Ціни молодших розрядів: $\Psi=2,8^\circ$; $\dot{D}=7,2$ км/ч; $H=236$ м; $\lambda_T=2,6^\circ$;
 $V_y=6$ м/с; $D=0,8$ км/ч; $V=36$ км/ч; $\lambda_B=2,72^\circ$.

Характеризуючи кожну послілку однією з двох ознак – "1" і "0", можна одержати: при одній послілці – дві комбінації; при двох – $2^2=4$ комбінації; при трьох – $2^3=8$ комбінацій тощо. За допомогою семи послілок можна одержати $2^7=128$ значень команди.

Приклад кодування курсу $\Psi=121^\circ+$:

$$(2^6 \cdot 0 + 2^5 \cdot 1 + 2^4 \cdot 0 + 2^3 \cdot 1 + 2^2 \cdot 0 + 2^1 \cdot 1 + 2^0 \cdot 1) 2,8^\circ = 121^\circ$$

0	1	0	1	0	1	1
6	7	8	9	10	11	12

Аналогічно для різноманітних значень команд висоти H:

0	1	1	0	1	0	0
6	7	8	9	10	11	12

При відпрацюванні команди висоти не використовуються мінімальне 264 м та максимальне 30000 м значення команд.

Мінімальна висота додається до загального значення команди:

$$(2^6 \cdot 0 + 2^5 \cdot 1 + 2^4 \cdot 1 + 2^3 \cdot 0 + 2^2 \cdot 1 + 2^1 \cdot 0 + 2^0 \cdot 0) 236 + 264 = 12536 \text{ м.}$$

Задача одночасної передачі команд курсу та висоти зводиться до необхідності одночасної передачі двох кодових комбінацій вигляду

0	1	0	1	0	1	1
6	7	8	9	10	11	12
6	7	8	9	10	11	12

Ця комбінація характеризується вже не двома ознаками "1" і "0", а однією з чотирьох ознак, що відповідає визначенням модуляційним частотам:

1	1	0	0
1	0	1	0
F_5	F_2	F_4	F_3

Це означає, що задача одночасної передачі двох двійкових кодів зводиться до передачі одного четвертого семирозрядного коду

$$128 \cdot 128 = 2^7 \cdot 2^7 = 4^7.$$

Для передачі плавних і разових команд існує 6 наборів команд:

1. $F_3 F_3 - \Psi, V, H, \dots$;
2. $F_3 F_2 - \Psi, V, \dots$;
3. $F_3 F_4 - \Psi, D, \dots$;
4. $F_3 F_5 - \Psi, \dot{D}, V_y, \lambda_T, \dots$;
5. $F_5 F_5$ – перенацілювання;

5. F_5, F_5 – перенацілювання;

6. F_5, F_4 – кінець наведення.

При цих наборах команд № 5,6 інформація по решті посилки циклу не проходить.

При наведенні кількох груп винищувачів циклічність передачі команд на борт даного винищувача змінюється. Так, при наведенні трьох груп літаків цикл команд для даного винищувача надходить тільки через 4,5 с, при наведенні двох – через 3 с. Це зумовлено тим, що наземна станція наведення передає цикли команд послідовно кожній групі винищувачів (рис. 4.9).



Рис. 4.9

Спосіб кодування команд взаємодії. Перехід АРЛ-СМ на приймання команд взаємодії (номерів хвилі, розносу та шифру) здійснюється після приймання 4, 14, 24-й посилки циклу, заповнених частотою F_1 (рис. 4.10).

Для кодування номеру хвилі всі 20 номерів розбито на 4 адреси, кожному з яких відповідає своя модуляційна частота, яка записується в 6, 16, 26-й посилках. Кожному номеру хвилі та її адресі відповідає своя комбінація заповнення посилки (табл. 4.3). Номер хвилі записується в 7-11, 17-21, 23-31-й посилках першої кодової лінії (рис. 4.10).

Таблиця 4.3

Номер адреси				Номер посилки				
I	II	III	IV	7	8	9	10	11
1	6	11	16	1	0	0	0	0
2	6	12	17	0	1	0	0	0
3	8	13	16	0	0	1	0	0
4	9	14	19	0	0	0	1	0
5	10	15	20	0	0	0	0	1

У циклі приймається один з номерів хвилі в межах однієї з чотирьох груп (адрес). Для підвищення надійності приймання команд взаємодії номери хвиль, розносу та шифру передаються в кожному підциклі. Але тільки при збігу номерів хвилі, розносу та шифру в 1-му та 3-му підциклах даного циклу можливе напівавтоматичне переведення апаратури АРЛ-СМ на нові радіодані.

Номер адреси хвилі, що приймається в даному циклі, визначається частотою 6, 16 і 26-ої послідовності.

Всі вісім розносів розбито на дві групи-адреси (табл. 4.4).

Таблиця 4.4

Адреса	Номер розносу				Кодова частота
I	1	2	3	4	F_2
II	5	6	7	8	F_3

Номер групи, що приймається в даному циклі, визначається частотою, що заповнює послідовності 5, 15 і 25 під час приймання команд взаємодії.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
F_1, E_1, F_1				F_1	Адреса розносу		Адреса хвилі		Номер хвилі				III_1	Адреса розносу		Номер хвилі				III_1	Адреса розносу		Адреса хвилі		Номер хвилі				III_1		
				Номер розносу				Номер розносу				$\text{III}_1, \text{III}_2$			Номер розносу				F_1, F_1			Номер розносу				$\text{III}_1, \text{III}_2$					
I підцикл												II підцикл												III підцикл							

Рис. 4.10

Номер розносу у межах адреси визначається послідовностями 7 – 10 першого підциклу, 17-20 другого підциклу, 27-30 третього підциклу по другій кодовій лінії та кодується, як показано в табл. 4.5.

Таблиця 4.5

Номер адреси		Номер послідовності			
I	II	7	8	9	10
1	5	1	0	0	0
2	6	0	1	0	0
3	7	0	0	1	0
4	8	0	0	0	1

Шифр записується в 12, 22, 32-й послідовностях обох кодових ліній та в 11, 21, 31-й послідовностях другої кодової лінії. Вибраний шифр відповідає знаку "1".

5. РОЗТАШУВАННЯ РАДІОЕЛЕКТРОННОГО УСТАТКУВАННЯ НА ЛІТАЛЬНОМУ АПАРАТІ

5.1. Призначення органів керування та контролю радіоелектронного устаткування в кабіні літака

Вимоги щодо безпеки польотів передбачають технічно грамотну експлуатацію авіаційної техніки. Порушення правил користування органами керування радіоелектронного устаткування призводить до виникнення передумов до льотних подій. Знання розміщення та правил експлуатації органів керування та контролю радіоелектронного устаткування в кабіні літака забезпечує виконання поставленої бойової задачі. Розміщення органів керування та контролю радіоелектронного устаткування літака МІГ-23 показано на рис. 5.1.

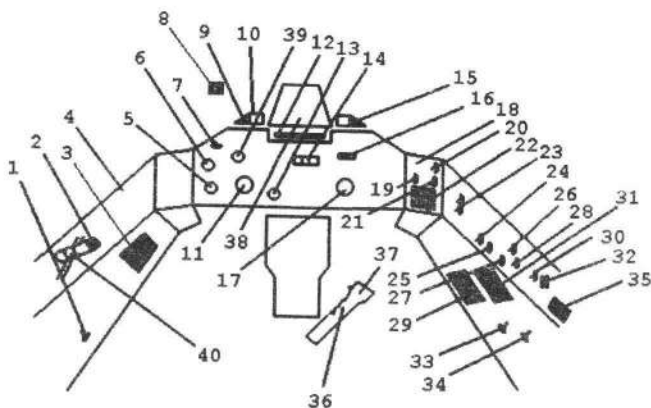


Рис. 5.1

5.1.1. Органи керування та контролю Р-832М

Пульт керування радіостанцією (блок 59) розташовується в кабіні літака на горизонтальній частині правого пульта 29. Передню панель пульта керування показано на рис. 5.2. На ньому розміщуються такі органи керування:

- перемикач КАНАЛ для вибору одного з 20 заздалегідь настроєних каналів зв'язку;

- перемикач РАДИО-КОМПАС для підключення телефонів льотчика до виходу Р-832М (положення РАДИО) і до виходу АРК-15М (положення КОМПАС);
- регулятор гучності РГ для регулювання гучності повідомлень;
- вимикач ПШ для включення глушника шумів (положення ПШ).

АЗМ "РАЦІЯ" розміщується на вертикальній частині правого пульта кабіни 26. Він призначений для подачі електроживлення на Р-832М.

Кнопка вмикання радіостанції у режим ПЕРЕДАЧА розташовується на рукоятці РУД 2.

Вимикач АВАР. ТЛФ. розміщується на вертикальній частині правого пульта кабіни 21. Його треба вмикати при виході з ладу узгоджуючого підсилювача РИ-65-30 (зникання сигналу в телефонах).

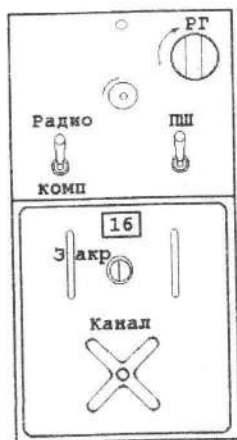


Рис. 5.2

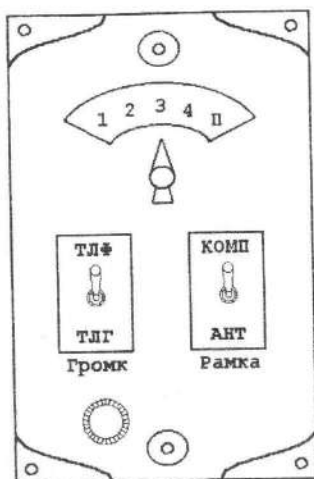


Рис. 5.3

5.1.2. Органи керування СПУ-7

АЗМ "СПУ" розташовується на горизонтальній частині лівого пульта кабіни 1 і використовується для подачі електроживлення на СПУ-7.

5.1.3. Органи керування та контролю АРК-15М

Пульт керування радіокомпасом розташовується в кабіні літака на горизонтальній частині правого пульта 31. На передній панелі пульта керування (рис. 5.3) установлюються такі органи керування:

1. Перемикач каналів "1-2-3-4-П" разом з перемикачем ДАЛЬН.-БЛИЖН., призначені для переключення каналів пульта попереднього настроювання, тобто для вибору відповідних ДПРС і БПРС, на які настроєний АРК-15М. У положенні "1" вмикаються кола 1 або 2 каналу першого попереднього пульта настройки. У положенні ДАЛЬН. перемикача ДАЛЬН.-БЛИЖН. до приймача підмикаються кола першого каналу, а в положенні БЛИЖН. - кола другого каналу, що відповідає настройці на частоти дальньої та ближньої привідних радіостанцій. При встановленні перемикача каналів у положення "2" підмикаються кола третього або четвертого каналів (залежно від положення перемикача ДАЛЬН.-БЛИЖН.) першого пульта попереднього настроювання. Аналогічно відбувається переключення кіл другого пульта попереднього настроювання в положеннях "3" або "4". У положенні "П" до АРК-15М підмикаються пульт плавної настройки для оперативного настроювання частоти АРК (двокабінний варіант).
2. Перемикач ТЛФ-ТЛГ, що комує напругу частотою 800 Гц у канал ПЧ для прослуховування немодульованих сигналів ПРС.
3. Перемикач режимів роботи КОМП.-АНТ. у положенні КОМП. для автоматичного слідування за вибраною (настроєною) ПРС з візуальною індикацією КУР на НПП і прослуховування позивних. У положенні АНТ. компас працює як звичайний супергетеродинний приймач у діапазоні 150...1799.5 кГц. Даний режим використовується з метою якісного настроювання на частоти ДПРС і БПРС, а також як аварійний зв'язковий приймач для приймання команд керівника польотів при відмові Р-832М.
4. Регулятор гучності ГРОМК., який регулює величину сигналу в телефонах льотчика у режимі КОМПАС і рівень підсилення приймача у режимах АНТЕННА і РАМКА.

АЗМ "АРК" розташовується на вертикальній частині правого пульта кабіни 28. Він призначений для подачі живлення на АРК-15М.

Перемикач ДАЛЬН.-БЛИЖН. розміщується на дошці приладів кабіни 7. Він призначений для переключення вручну АРК-15М з частоти ДПРС на частоту БПРС і навпаки.

Перемикач АРК-РСБН розташовується на вертикальній частині правого пульта кабіни 20. Він призначений для переключення показань на НПП КУР привідних радіостанцій від АРК-15М або наземних радіомаяків від РСБН-БС.

Сигнальна лампа АРК-БПРС розміщується на лівому верхньому щиті приладової дошки 10. Вона призначена для сигналізації моменту переключення радіокомпаса з частоти ДПРС на частоту БПРС.

Навігаційно-пілотажний прилад (НПП) розташовується на приладовій дошці кабіни 11. Він призначений для індикації КУР (див. рис. 5.7, тонка стрілка) по зовнішній шкалі.

5.1.4. Органи керування та контролю РВ-4

АЗМ "РВ-МРП" розташовується на горизонтальній частині правого пульта кабіни 34. Він призначений для подачі живлення на РВ-4.

Показчик висоти УВ-4А розташовується на приладовій дошці кабіни 17. Він призначений для індикації істинної висоти польоту літака. Передню панель УВ-4А показано на рис. 5.4.

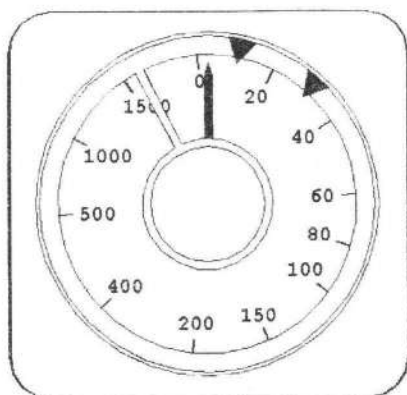


Рис. 5.4

Сигнальна лампа НЕНАДЕЖНОСТЬ установлена на передній панелі УВ-4А (з жовтим світлофільтром). Погашення сигнальної лампи при ввімкненні РВ-4 після прогрівання ламп прийомопередавача свідчить про готовність РВ до роботи.

Ручка УСТАНОВКА ВИСОТ, розташована на передній панелі УВ-4А, призначена для встановлення заданої висоти польоту, що відраховується проти трикутного індексу білого кольору (V). Цією ж ручкою з індексом заданої висоти переміщується індекс червоного кольору "небезпечної" висоти (W).

5.1.5. Органи керування та контролю РСБН-6С

Пульт керування системою РСБН-6С (щиток керування) розташовується у кабіні літака на вертикальній частині правого пульта 22. На

передній панелі щитка керування (рис. 5.5) розміщуються такі органи керування:



Рис. 5.5

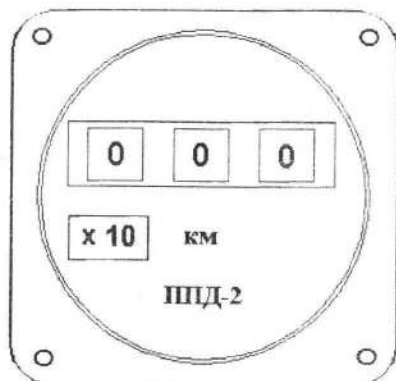


Рис. 5.6

- кнопки-лампи 1АЭР, 2АЭР, 3АЭР, 4АЭР для вибору аеродрому повернення;
- кнопки-лампи ППМ1, ППМ2, ППМ3 для вибору запрограмованих проміжних пунктів маршруту;
- кнопка-лампа ВОЗВРАТ для включення режиму ПОВЕРНЕННЯ;
- кнопка-лампа СБРОС для включення режиму СКИДАННЯ;
- кнопка-лампа РО для включення режиму радіоорієнтира (РО);
- вимикач ПОСАДКА для примусового приведення системи у режим ПОСАДКА;
- вимикач " $\psi+180^\circ$ " для включення режиму посадки з курсом, зворотним до запрограмованого;
- перемикачі НАВИГАЦІЯ, ПОСАДКА для вибору частотно-кодівих каналів НАВИГАЦІЯ і ПОСАДКА при поверненні на незапрограмований аеродром;
- кнопка АЗ, при натиску на яку обертанням резистора "0" устанавлюють нуль азимута при настроюванні станції;

- перемикач ПОВТ. ЗАХ.-ЛЕВ.-ПРАВ. для включення повторного заходу з лівим або правим розворотом;
- кнопка ОПОЗН. для подавання наземним маякам літакового знака;
- кнопка КОНТРОЛЬ для перевірки працездатності системи РСБН-6С, при цьому на ППД відображається дальність 291.5 км, а на НПП – азимут 178° ;
- лампа КОРР. для сигналізації польоту у зоні маяка;
- лампа Д МЕНЬШЕ 40 КМ для сигналізації про далекість до ППМ менше 40 км.

АЗМ "РСБН" розташовується на вертикальній частині правого пульта кабіни 30. Він призначений для вмикання електроживлення на РСБН-6С.

Перемикач АРК-РСБН 20, розташований на вертикальній частині правого пульта кабіни, призначений для переключення показань КУР на НПП і сигналів позивних радіостанцій в телефонах гермошолома від РСБН-6С або АРК-15М.

Кнопка-лампа ПОВТ. ЗАХОД установлена на вертикальній частині лівого пульта кабіни 4. Вона призначена для індикації працездатності РСБН-6С при виході на друге коло.

Прилади візуального контролю:

1. ППД, розташований на приладовій дошці 13. Передню панель приладу показано на рис. 5.6. Він призначений для указання дальності до вибраної точки в кілометрах. При дальності більше 500 км показання приладу помножуються на 10.

2. НПП, розташований на приладовій дошці 11. Передню панель приладу показано на рис. 5.7. Він призначений для указання істинного курсу польоту (верхній індекс і рухома внутрішня шкала); КУР - вузька стрілка по непорушній шкалі; закриття бленкерів К, Г означає вхід у зону курсо-глісадного маяка; вертикальна і горизонтальна стрілки – для указання відхилення за курсом ϵ_K і глісадою ϵ_G .

5.1.6. Органи керування та контролю МРП-56П

АЗМ "РВ-МРП" розташовується на горизонтальній частині правого пульта кабіни 34. Він призначений для подачі електроживлення на МРП-56П.

Сигнальна лампа МАРКЕР розміщується на інформаційному табло приладової дошки 16.

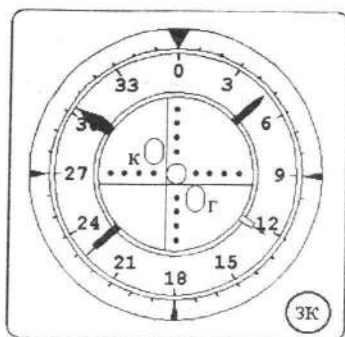


Рис. 5.7

5.1.7. Органи керування та контролю С-3М

Вимикач СИРЕНА ВКЛЮЧ. розташовується на вертикальній частині правого пульта кабіни 19. Він призначений для подачі електроживлення на С-3М.

Регулятор СИРЕНА - ЗВУК устанавлюється на вертикальній частині правого пульта кабіни 13. Він призначений для регулювання гучності звукової сигналізації.

Індикатор (блок СЗМ-5А), розташований над лівим верхнім щитком приладової дошки кабіни 8, призначений для візуальної індикації льотчику напрямку, з якого літак опромінюється. Передню панель індикатора показано на рис. 5.8.

При працюючій апаратурі радіокерування 323Д-III натиск кнопки ПРОВЕРКА супроводжується звуковою та світловою сигналізацією по одному або декількох каналах.

5.1.8. Органи керування та контролю СО-69

Пульт керування відповідачем розташовується на вертикальній частині правого пульта кабіни 23. На передній панелі пульта керування (рис. 5.9) розміщуються такі органи керування та контролю:

- перемикач роду робіт РСР, КПр, ПЗ5, 023М для вибору режиму роботи СО-69;
- кнопка КОНТР. для перевірки працездатності СО-69;



Рис. 5.8

- сигнальна лампа КОНТР., яка світиться при справних блоках СО-69;
- кнопка ЗНАК для видачі сигналу індивідуального розпізнавання наземному радіолокатору.

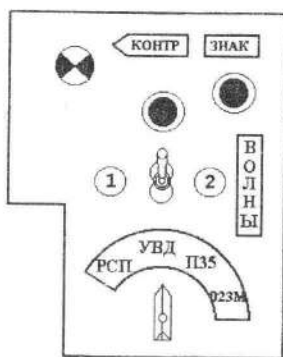


Рис. 5.9

АЗС СО-69 розміщується на горизонтальній частині правого пульта кабіни 33. Він призначений для подачі електроживлення на СО-69.

5.1.9. Органи керування та контролю апаратури радіокерування 323Д-III

Лівий пульт керування (блок 24) розташовується на лівому верхньому щитку приладової дошки 9. На передній панелі пульта керування (рис. 5.10, а) розміщуються такі органи керування:

- перемикач ΔH для ручного дискретного керування антеною (10 положень) за кутом місця;

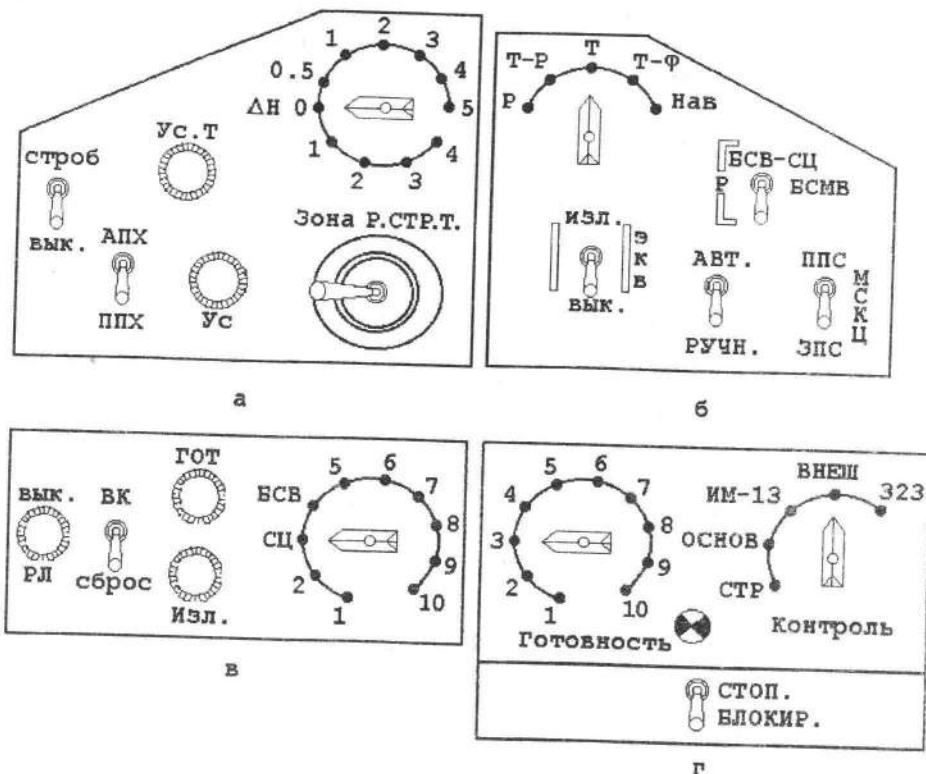


Рис. 5.10

- перемикач АПХ - ППХ для вмикання захисту від активних і пасивних перешкод;
- вимикач СТРОБ - ВЫК. для висвічування стробів далекоміра в положенні СТРОБ;
- рукоятка ЗОНА Р - СТР. Т. - СБР. для керування стробами ТР за азимутом і кутом місця, а також зоною огляду 323Д-III за азиму-

том. При встановленні рукоятки в положення СБР. видається команда СБРОС захоплення ТП або 323Д-III;

- потенціометр УС. Т. для регулювання рівня сигналу з ТП за зображенням на екрані індикатора;
- потенціометр УС. для регулювання контрастності РЛ інформації на екрані індикатора.

Правий пульт керування (блок 34) розташовується на правому верхньому щитку приладової дошки 15. На передній панелі пульта керування (рис. 5.10, б) розміщені такі органи керування:

- перемикач СИСТ. для перемикання режимів роботи комплексу радіокерування: Р - працює 323Д-III; Т-Р - одночасно працюють ТП і 323Д-III; Т - працює ТП і короткочасно 323Д-III; Т-Ф - працює ТП; НАВ. - робота 323Д-III спільно з РСБН-6С у випадку повернення на аеродром посадки;
- перемикач Р для вибору режиму роботи 323Д-III, в БСВ-СК - на середніх і великих висотах з виділенням сигналу на фоні метеоперешкод або пасивних перешкод, в БСМВ - в режимах БСВ, БСВ - ΔН1, БСВ - ΔН4, СМВ, МВ;
- перемикач ППС - МСКЦ - ЗПС для забезпечення роботи далекогоміра при атаці: в передню півсферу - ППС, в задню півсферу - ЗПС і малозшвидкісних цілей - МСКЦ (до 500 км/год);
- перемикач АВТ. - РУЧН. для забезпечення роботи 323Д-III від АРЛ-СМ (АВТ.) або для ручного керування роботою (РУЧН.);
- перемикач ИЗЛ. - ЭКВ. - ВЫК. для керування роботою комутатора АНТЕННА - ЭКВИВАЛЕНТ і вмикання високої напруги.

Середній пульт керування (блок 44) розташовується на приладовій дошці 14. На передній панелі пульта керування (рис. 5.10, в) розміщені такі органи керування та контролю:

- лампа червоного кольору ВЫК. РЛ., яка світиться у випадку несправності 323Д-III;
- сигнальна лампа ИЗЛ., що світиться при роботі 323Д-III;
- натискний перемикач ВК - СБРОС із середнім фіксованим положенням для вмикання і вимикання вмонтованої системи контролю (ВСК) 323-III;
- перемикач режимів контролю 323-III;
- лампа ГОТ., що світиться при справній апаратурі 323Д-III і перевірці її за допомогою ВСК.

Пульт контролю (блок 64) розташовується на вертикальній частині правого пульта кабіни 35. На передній панелі пульта (рис. 5.10, г) розміщені такі органи керування:

- перемикач ГОТОВНОСТЬ для вибору каналів апаратури 323Д-III, що підлягають перевірці в ВСК;

- сигнальна лампа ГОТОВНОСТЬ, яка мусить світитися через кожні 6 хв після вмикання АЗМ "РЛС", і "ИНДИКАЦИЯ", що свідчить про готовність апаратури до перевірки;
- перемикач КОНТРОЛЬ для вибору режимів контролю;
- перемикач СТОП - БЛОКИР. для вмикання блокування у випадку перевірки справності систем апаратури за допомогою ВСК.

Перемикач ЛИТЕРА-3-23 для перемикання частот повтору розташовується на вертикальній частині правого пульта кабіни 32.

Вимикач ОХЛАЖД. 3-23 для вмикання системи СЖО розміщується на вертикальній частині правого пульта кабіни 32.

АЗС РЛС і ИНДИКАЦИЯ, установлені на вертикальній частині правого пульта 24, 25, призначені для подачі електроживлення на апаратуру радіокерування 323Д-III.

Кнопка ЗАПРОС, розташована на ручці керування літаком 36, призначена для видачі запитного сигналу системи розпізнавання.

Кнопка ЗАХВАТ розміщується на ручці керування літаком 37 і призначена для вмикання автомата захоплення АЗ-1.

Табло сигналізації (блок 95) розташовується у верхній частині приладової дошки 12. Воно призначене для індикації команд керування.

Потенціометр РУЧНОЙ ВВОД ДАЛЬНОСТИ розміщується на РУД 40. Він призначений для переміщення позначки дальності.

Інформація з індикатора СЕІ відображується на прозорому склі АСП-23Д 38.

Інформація про δ_k , δ_r , ϵ_k , ϵ_r відображується на КПП. Прилад розташований на приладовій дошці 39.

5.1.10. Органи керування та контролю апаратури АРЛ-СМ

Пульт керування апаратурою АРЛ-СМ (блок 2ЛАС-23М) розташовується на горизонтальній частині лівого пульта кабіни 3. На передній панелі пульта керування (рис. 5.11) розташовуються такі органи керування:

- перемикачі ВОЛНЫ, ШИФР, РАЗНОСЫ для вибору робочого каналу;
- кнопка РУЧ. для вмикання вибраного робочого каналу;
- цифрове лампове табло для індикації вибраних хвиль, шифру і розносу;
- лампа АВТ. для подачі сигналу про напіваавтоматичний перехід на нові радіодані;
- кнопка АВТ., при натиску на яку здійснюється напіваавтоматичний перехід на нові радіодані, які висвітлюються на світловому табло.

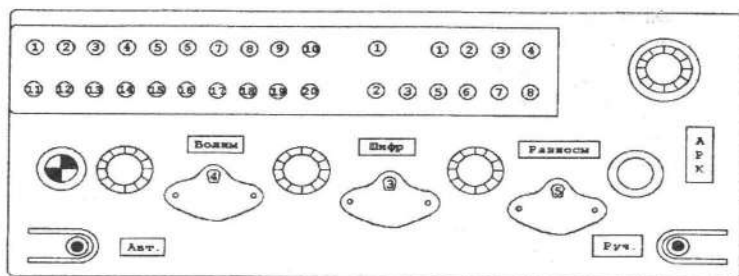


Рис. 5.11

АЗМ "ЛАЗУРЬ" розташовується на вертикальній частині правого пульта 27. Він призначений для подачі електроживлення на АРЛ-СМ.

Табло сигналізації апаратури 323Д-III розміщується вгорі приладової дошки 12. Воно призначено для контролю разових команд.

НПП для контролю заданого курсу показано на рис. 5.7 (широка стрілка).

ВДИ-30К для контролю заданої висоти (індекс, що переміщується по внутрішній шкалі приладу) розташовується на приладовій дошці 6. Передню панель ВДИ-30К показано на рис. 5.12.

УИСМ-ИК для контролю заданої швидкості (індекс, що переміщується по периметру шкали) розміщується на приладовій дошці 5. Передню панель УИСМ-ИК показано на рис. 5.13.



Рис. 5.12

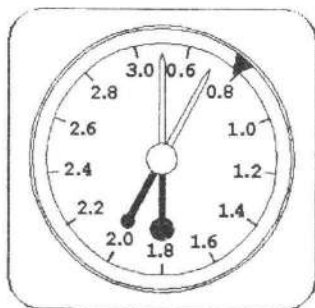


Рис. 5.13

5.2. Розташування блоків радіоелектронного устаткування на літакові

Комплексна і грамотна експлуатація радіоелектронного устаткування дозволяє ефективно та якісно вирішувати бойові задачі.

Розміщення радіоелектронного устаткування на літакові (вир. 2М) показано на рис. 5.14.

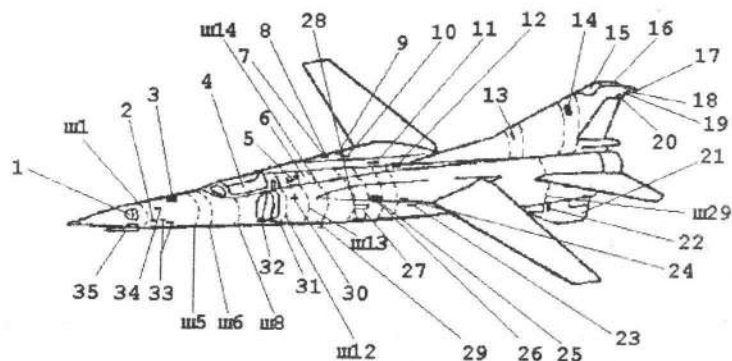


Рис. 5.14

5.2.1. Радіостанція Р-832М

Приймопередавач із блоком живлення (блок АБВ), високочастотний узгоджувачий трансформатор (блок 53), високочастотний фільтр (блок 28) розміщені у закабінному відсіку 6 між ШП № 13 і 13Б на правому борті. Крім того, у закабінному відсіку 6 розміщені: підсилювач-узгоджувач РИ-65-30 біля ШП №12Г - на лівому борті; контрольне рознімання ШК-1 біля ШП №13Б - на правому борті.

У кабіні 4 літака розташовані: пульт керування (блок 59) - на горизонтальній частині правого пульта; кнопка ПРИЕМ - ПЕРЕДАЧА - на рукоятці РУД; АЗС РАЦІЯ і перемикач АВАР. ТЛФ - на вертикальній частині правого пульта; коробка керування зв'язком - за приладовою дошкою біля ШП № 6.

У верхній частині кіля 15 під радіопрозорим обтічником установлена поверхнева антена (латунна сітка).

5.2.2. Літаковий переговорний пристрій СПУ-7

У закабінному відсіку 6 літака між ШП № 13А і 13Б розташовується підсилювач СПУ, в кабіні 4 на горизонтальній частині лівого пульта - вимикач СПУ.

Розетки СПУ № 1 і 2 розташовані: в носовій частині фюзеляжу 2 - біля ШП № 1 і в ниші лівого колеса шасі 23 - біля ШП № 21.

5.2.3. Радіостанція Р-855УМ

Приймопередавач радіостанції, блок живлення та антена встановлені в кабіні 4 літака (в ранці парашута льотчика, НАЗ-7).

5.2.4. Автоматичний радіокомпас АРК-15М

Приймач радіокомпаса, два пульти попередньої настройки, блоки пам'яті БМП і УАП-1М розміщуються у закабінному відсіку 6 між ШП №13 і 14.

Антенний узгоджувачий пристрій розташовується в гроті літака 12 ШП № 18А, а штирова неспрямована антена – на гроті літака 11 між ШП № 17А і 18.

На кришці люка закабінного відсіку 5 змонтована рамкова спрямована антена між ШП № 12А і 12Б.

У кабіні 4 літака розташовані: пульт керування - на горизонтальній частині правого пульта, ШП №8; сигнальна лампа АРК-БПРС - на лівому верхньому щитку приладової дошки; НПП і перемикачі ДАЛЪН. - БЛИЖН. - на приладовій дошці; перемикачі АЗС АРК і АРК - РСБН - на вертикальній частині правого пульта.

5.2.5. Маркерний радіоприймач МРП-56П

Приймач і блок живлення встановлюються в кілі літака 13 між нервюрами № 5 і 7.

Антенна розташовується у хвостовій частині фюзеляжу - в нерухомій частині радіопрозорого аеродинамічного гребеня 22 біля ШП № 29.

У кабіні 4 літака розташовані: коробка реле й опорів - за приладовою дошкою праворуч; лампа сигналізації МАРКЕР - на приладовій дошці; АЗС РВ-МРП - на горизонтальній частині правого пульта.

5.2.6. Радіовисотомір РВ-4

Приюмопередавач радіовисотоміра ПП-4А і контрольне рознімання "Контроль РВ" (Ш4) розташовані у ниші бака на лівому борті фюзеляжу 27 між ШП № 16А і 17А.

Передавальна антена А2Д-1М знаходиться знизу праворуч повітрозабирача 30 біля ШП № 14, а приймальна антена А2Д-1М - знизу ліворуч повітрозабирача 29 біля ШП № 14.

У кабіні 4 літака розміщується покажчик висоти РВ-4А (на приладовій дошці), АЗС РВ-МРП - на горизонтальній частині правого пульта.

5.2.7. Система ближньої навігації РСБН-6С

У закабінному відсіку 6 літака на середній панелі етажерки знаходяться блоки: БВН, БВП, СПАД-2И, БИО; передавач СЗД-П, БС і О; БИАД і контрольне рознімання 65Н, а на верхній панелі етажерки - блоки ЩПК, ЩКП і датчики ДВ-30, ДВС-10.

Під лівим повітрозабирачем 32 біля ШП № 13 розташований приймач температури П-5.

Антенно-фідерна система "Пион" розташована на обшивці знімного обтічника 35, лівій нижній його частині і закінцівці кіля 17.

У кабіні 4 літака установлені: прилади ППД-2 і НПП - на приладовій дошці; щиток керування, перемикач АРК - РСБН і АЗС РСБН - на вертикальній частині правого пульта; кнопка-лампа ПОВТ. ЗАХОД - на вертикальній частині лівого пульта.

5.2.8. Апаратура радіокерування ЗЗЗД-III

У носовій частині фюзеляжу 34 між ШП №1 і 5 розташовується блок 40 (01, 02, 09, 12, 74).

У нижній частині закабінного відсіку 31 між ШП №12 і 13 розташовані контейнер (блок 10) з блоками 03, 06, 07, 11, 13, 18, 19, 21, 25, 27, 28, 29, 35, 45, 49а, 49б, 59, до контейнера закріплено блок 94; на кришці люка 28 між ШП №14 і 17 - блок комутації (блок 14), термостабілізатор (блок 67), стабілізатор струму (блок 57), блок імітації команд (блок 41); над люком у ниші 28 - розподільна коробка живлення (блок 30), блок 31, низькочастотний блок контролю (блок 84).

У нерухомій частині правого крила 10 між ШП № 16 і 17А розміщуються "генератор 12 кГц" (блок 47) і блок зв'язку (блок 88).

У кабіні 4 літака розташовані: індикатор (блок 05), блок автоматичного регулювання яскравості (блок 65), блок розгортки (блок 15), висковольтний випрямляч (блок 37), пульт регулювань (блок 75) - за прила-

довою дошкою; правий пульт керування (блок 34) - на правому верхньому щитку приладової дошки; лівий пульт керування (блок 24) - на лівому верхньому щитку приладової дошки; середній пульт керування (блок 44) - на приладовій дошці; пульт контролю (блок 64), перемикач літерів (блок 02), АЗС ІНДИКАЦІЯ, РЛС - на вертикальній частині правого пульта; кнопка ЗАХВАТ - на РУС, потенціометр РУЧНОЇ ВВОД ДАЛЬНОСТІ - на РУД; табло сигналізації (блок 95) - над приладовою дошкою.

5.2.9. Апаратура АПЛ-СМ

У закабінному відсіку 6 літака розташовані: блок живлення ЛАС-62М, приймач ЛАС-22М - на верхній панелі етажерки; блок підсилювачів ЛАС-45М, блок оперативної пам'яті 2ЛАС-31М, блок постійної пам'яті 2ЛАС-32М, блок відпрацювання даних 2ЛАС-33М, приймач ЛАС-21М - на нижній панелі етажерки; контрольні рознімання Ш12, Ш13 - угорі праворуч.

У хвостовій частині фюзеляжу в рухомій частині радіопрозорого аеродинамічного гребеня 21 розміщуються поверхневі антени.

У кабіні 4 літака розташовані пульт керування 2ЛАС-23М - на горизонтальній частині правого пульта; прилади ВДИ-30К, УИСМ-ИК, НПП - на приладовій дошці; АЗС ЛАЗУРЬ - на вертикальній частині правого пульта.

5.2.10. Літаковий відповідач СО-69

У закабінному відсіку 6 літака встановлені: прийомопередавач - на підлозі між ШП № 12Г і 13; блок БПС - угорі відсіку між ШП №13А і 13Б; приставки підсилення і блокування - у середній частині відсіку біля ШП № 13Б; контрольні рознімання 5Ш1, 5Ф1 - праворуч біля ШП №14; перемикач АБС. ВИСОТА - угорі біля ШП №13Б.

Передні дводіапазонні антени ДДВ-3М розташовані у нерухомій частині крила ліворуч 26 і праворуч 7. Задня дводіапазонна антена ДДВ-3М розташована на закінцівці кіля 18, прийомопередавальна однодіапазонна антена ОРД-2 - на кілі 14 між нервюрами №17 і 13.

У кабіні 4 літака розташовані: пульт керування - на вертикальній частині, АЗС СО-69 - на горизонтальній частині правого пульта.

5.2.11. Станція попередження про опромінення С-3М

У закабінному відсіку 6 літака між ШП №11 і 12 угорі розташовані блок сигналізації С-3М-3М і блок живлення С-3М-10.

Антенно-детекторні блоки С-3М-1СМ і відеопідсилювачі С-3М-9М розміщені у нерухомій частині крила: ліворуч 25, праворуч 8 і на кілі 19 (ліворуч - праворуч).

У кабіні 4 літака розташовані: індикатор С-3М-5А - над лівим верхнім щитком приладової дошки; вимикач СИРЕНА ВКЛЮЧ., потенціометр СИРЕНА-ЗВУК - на вертикальній частині правого пульта.

5.2.12. Станція розпізнавання

Блоки запитувача-відповідача розміщуються у закабінному відсіку 6 літака між ШП №13 і 14.

Анени першого діапазону розташовані у нерухомій частині крила: ліворуч 24, праворуч 9 і в закінцівці кіля 20 (ліворуч і праворуч); антени другого діапазону - у носовій частині фюзеляжу 33 унизу між ШП №2 і 3; антени третього діапазону - у носовій частині фюзеляжу 3, на обшивці верхньої частини фюзеляжу і у верхній частині кіля 16 під радіопрозорим обтічником.

У кабіні 4 літака розміщені: пульт керування - на вертикальній частині правого пульта, кнопка ЗАПРОС - на РУС.

5.3. Розташування блоків радіоелектронного устаткування на вертольоті

Розміщення радіоелектронного устаткування на вертольоті показано на рис. 5.15. Розміщення органів керування та контролю радіоелектронного устаткування вертольота Мі-24 показано на рис. 5.16.

5.3.1. Командна радіостанція Р-863

Прийомопередавач розташований у хвостовій балці 1 між ШП №1 і 2 на правому борті; антена 2 - у верхній частині хвостової балки між ШП №2 і 3.

У кабіні вертольота на лівому пульті льотчика розташовуються: пульт керування радіостанцією 1 та перемикач "АМ-ЧМ" 2; кнопка "СПУ-РАДИО" 3 - на ручці поздовжньо-поперечного керування; АЗМ "КОМАНД" - на щитку "РАДИОНАВИГАЦІЯ" 4.

5.3.2. Зв'язна радіостанція "КАРАТ-М24"

Прийомопередавач, блок керування, узгоджуючий пристрій розташовані у радіовідсіці 3 між ШП №14 і 15 на лівому борті. Антена 4 натягнута між двома стояками угорі фюзеляжу (ШП №14) і стабілізатором вер-

тольота.

На лівому боці пульта льотчика розташовані: пульт керування 5 – у кабіні вертольота, АЗМ "КВ" 4 – у кабіні вертольота на щитку "РАДИОНАВИГАЦІЯ".

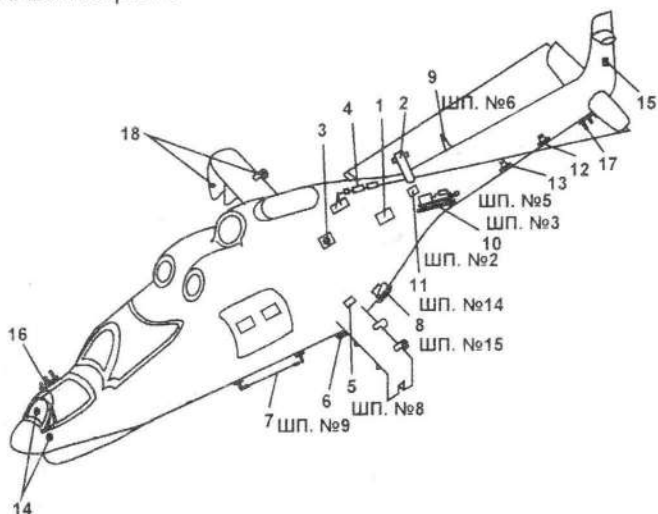


Рис. 5.15

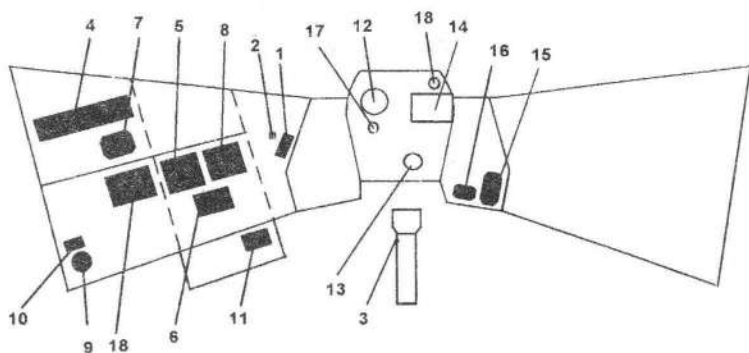


Рис. 5.16

5.3.3. Літаковий переговорний пристрій СПУ-8

Абонентський апарат льотчика 6 розташований у кабіні вертольота на лівому боковому пульті льотчика, на лівому пульті оператора, на стелі грузової кабіни (ШП №2Ф).

Підсилювальні блоки подільників розміщені у кабіні вертольота на лівому борті; кнопки "СПУ-РАДИО" – на ручці керування вертольотом 3 у кабіні льотчика та оператора; АЗМ "СПУ-8" – на щитку "РАДИОНАВИГАЦИЯ" 4 на лівому боковому пульті льотчика.

5.3.4. Літаковий магнітофон МС-61

Апарат запису розташований на кронштейні у хвостовій балці 5 на правому борті між ШП №2 і 3; пульт керування магнітофону – у кабіні вертольота 7 на лівому боковому пульті льотчика.

5.3.5. Автоматичний радіокомпас АРК-15М

Приймач розміщений у радіовідсіці 3 між ШП №11 і 12 на правому борті; антенний узгоджувачий пристрій – у нижній частині фюзеляжу 5 (зліва) між ШП №8 і 9; рамкова спрямована антена – у нижній частині фюзеляжу 6, у відсіці шасі; неспрямована променева антена – у нижній частині фюзеляжу 7 між ШП №2 і 8.

У кабіні вертольота розташований пульт керування 8 на лівому боковому пульті льотчика.

5.3.6. Автоматичний радіокомпас АРК-У2

Приймач (блок керуючої схеми), антенний підсилювач і компенсаційна коробка розміщені у радіовідсіці 3 між ШП №11 і 12 на лівому борті; рамка (антенний блок) – у нижній частині фюзеляжу 8 між ШП №9 і 10; пульт керування 9 та перемикач "АНТЕНА-КОМПАС" 10 – на лівому пульті льотчика.

5.3.7. Радіоприймач Р-852

Радіоприймач 11 розташований у кабіні вертольота на лівому боковому пульті льотчика; неспрямована антена – у верхній частині хвостової балки 9 між ШП №5 і 6.

5.3.8. Апаратура ДИСС-15Д

Високочастотний блок з антенами розташований у хвостовій балці 10 між ШП №2 і 4; низькочастотний блок, обчислювач координат та блок зв'язку – у радіовідсіці 3 між ШП №10 і 11 на лівому борті.

У кабіні вертольота на приладовій дошці льотчика розташовані: індикатор висіння та малих швидкостей 12, показчик путьової швидкості та кута знесення 13, картографічний індикатор 14. На правому передньому пульті льотчика розташовані: індикатор координат 15, пульт контролю 16. АЗМ "ДИСС" і "ДВС на ДИСС" розташовані на щитку "РАДИОНАВИГАЦИЯ" 4 на лівому боковому пульті льотчика.

5.3.9. Радіовисотомір РВ-5

Приюмопередавач розміщений у хвостовій балці 11 між ШП №2 і 3 на лівому борті. Приймальна та передавальна антени розташовані у хвостовій балці вертольота: передавальна 12 – між ШП №8 і 9, приймальна 13 – між ШП №6 і 7.

У кабіні вертольота розташовані показчик висоти 17 – на приладовій дошці льотчика, АЗМ "РВ-5" – на щитку "РАДИОНАВИГАЦИЯ" 4 на лівому боковому пульті льотчика.

5.3.10. Радіолокаційний відповідач СРО-2

Приюмопередавач розташований у радіовідсіці 3 вертольота на правому борті.

Антени I діапазону розташовані: передні – у носовій частині фюзеляжу 14 (ліворуч, праворуч); задні – у хвостовій балці 15 (ліворуч, праворуч). Антени III діапазону розташовані: передня – у носовій частині 16; задня – у хвостовій балці.

У кабіні вертольота розміщений пульт керування 18 на лівому боковому пульті льотчика.

5.3.11. Станція попередження про опромінення С-3М

У радіовідсіці 3 вертольота на лівому борті розташовані блок сигналізації та блок живлення. Антенно-детекторні блоки та відеопідсилювачі розташовані на правій і лівій консолях 18, попереду та ззаду.

У кабіні вертольота розташовані: індикатор 18 – на приладовій дошці; АЗМ "СИРЕНА-3М" ("ПИТАНИЕ", "СИГНАЛ") – на щитку "РАДИОНАВИГАЦИЯ" на лівому боковому пульті льотчика.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

- Авиационные радионавигационные устройства и системы / Под ред. М.С. Ярлыкова. – М., 1980.
- Инструкция по технической эксплуатации вертолета МИ-24: В 4 кн. – М., 1978. Кн 4. Радиоэлектронное оборудование.
- Радиоэлектронное оборудование самолетов / И.Г. Уфимцев, А.Е. Курдупов, В.А. Болдин и др. – М., 1975.
- Радиоэлектронное оборудование летательных аппаратов: В 2 ч. / Под ред. В.И. Ветроградова. – М., 1979. Ч. 1.
- Радиоэлектронное оборудование самолета МиГ-23м: Учеб. пособие / Под ред. А.Д. Кузьменко. – Чернигов, 1981.
- Руководство по технической эксплуатации: В 3 кн. Радиоэлектронное оборудование. – М., 1980. Кн. 3.

Вступ.....	3
1. Радіоапаратура зв'язку.....	4
1.1. Загальні відомості про організацію радіозв'язку.....	4
1.2. Радіостанція Р-832М.....	7
1.3. Радіостанція Р-855УМ.....	14
1.4. Літаковий переговорний пристрій СПУ-7.....	15
1.5. Радіостанція Карат-М24.....	15
2. Радіоапаратура літаководіння та посадки.....	20
2.1. Загальні відомості про радіонавігацію та системи посадки літаків.....	20
2.2. Автоматичний радіокомпас АРК-15М.....	30
2.3. Радіовисотомір РВ-4.....	35
2.4. Маркерний радіоприймач МРП-56П.....	39
2.5. Система ближньої навігації РСБН-6С.....	41
2.6. Доплерівський вимірювач шляхової швидкості та кута знесення ДИСС-15М.....	47
3. Радіоапаратура пошуку, розпізнавання, сповіщення та активної відповіді.....	50
3.1. Принципи радіолокації.....	50
3.2. Апаратура радіолокаційного розпізнавання.....	52
3.3. Станція оповіщення про опромінення С-3М.....	54
3.4. Літаковий відповідач СО-69.....	57
3.5. Апаратура радіокерування 323Д-III.....	68
4. Радіоапаратура керування, наведення і цілевказування.....	126
4.1. Апаратура АРЛ-СМ.....	126
5. Розташування радіоелектронного устаткування на літальному апараті.....	143
5.1. Призначення органів керування та контролю радіоелектронного устаткування в кабіні літака.....	143
5.2. Розташування блоків радіоелектронного устаткування на літакові.....	155
5.3. Розташування блоків радіоелектронного устаткування на вертольоті.....	159
Бібліографічний список.....	163

Скульський Костянтин Володимирович

0,00
✓

23 1

РАДІОЕЛЕКТРОННЕ УСТАТКУВАННЯ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Редактор А. М. Ємленінова

Зв. план, 2002

Підписано до друку

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

Умовн.-друк. арк. 9,2. Облік.-від. арк. 10,31. Т. 500 прим.

Замовлення

Ціна вільна

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського

"Харківський авіаційний інститут"

61070, Харків-70, вул. Чкалова, 17

<http://www.khai.edu>

Видавничий центр "ХАІ"

61070, Харків-70, вул. Чкалова, 17

izdat@khai.edu