

829.43
Ф 15

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

К.В. Скульський, М.М. Дігтяр, О.І. Малуєк, І.В. Луценко

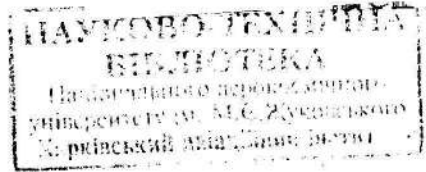
РАДІОЕЛЕКТРОННІ ЗАСОБИ КЕРУВАННЯ ЛІТАКОМ

Частина 1
Навчальний посібник

Научно-техническая
библиотека
"ХАИ"



mt0224028



Харків "ХАІ" 2000

УДК 629.735.33.0523

Радіоелектронні засоби керування літаком. Ч.1 / К.В. Скульський, М.М. Дігтяр, О.І. Малюк, І.В. Луценко. – Навч. посібник. – Харків: Нац. аерокосмічний ун-т “Харк. авіац. ін-т”, 2000. – 71 с.

У розд. 1-3 викладено основні відомості про призначення, принцип роботи та тактико-технічні дані деяких видів літакового радіоелектронного устаткування. Наведено їх функціональні схеми. В розд. 4 розглянуто питання розміщення радіоелектронного устаткування на літаку и призначення органів керування і контролю радіоелектронного устаткування у кабіні літака.

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

Іл. 33. Біб. погр. 3 назв

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

ВСТУП

Авіація і радіоелектроніка – дві найважливіші галузі науки і техніки, які зародились в нашій країні на рубежі XX сторіччя, пройшли невеликий за часом, але значний за досягнутими результатами шлях розвитку. На цьому шляху між ними встановився тісний взаємозв'язок і взаємообумовленість.

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

Радіоелектронне устаткування літаків 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 літаками в повітрі і літаків з землею, а також внутрішнього зв'язку між членами екіпажу. До них належать командні 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 літака, 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 літаків, попередження екіпажу про опромінення літака радіолокаційною станцією перехоплення і прицілювання, індивідуального розпізнавання літаків. 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 (тиск, температура, вологість), впливу перевантажень, вібрацій 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 і 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 в 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 тилowymi 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 і 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 кожен ліній 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 радіонапрямкам на хвилі передавачів підпорядкованих радіостанцій.

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

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 і 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 задалегідь 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 підстройки 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 Р=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 Н=1000 м Д=120 км; при Н=5000 м Д=230 км; при Н=10000 м Д=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 ПГО-1000/1500 при ввімкненому тумблері ЗАПУСК ПГО.

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 утритчі (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 зміщення 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 яутливість 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 комутує вхід першої лампи блока ВЧ, надходить на вхід чотирикаскадного ПВЧ. Анодні контури являють собою півхвильові розімкнені коаксіальні лінії, укорочені ємностями. Це забез-

печеу пропускання в смузі 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 дорівнює 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 трикаскадний підсилювач звукової частоти (ПЗЧ). З виходу ПЗЧ напруга звукової частоти через пульт керування надходить на телефони льотчика.

У приймачі застосовано автоматичне регулювання підсилення (АРУ), призначене для автоматичного підтримання постійної напруги на виході приймального тракту при зміні напруги на його вході. АРУ 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 (третій 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 нестійкості 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 нестійкості частоти є плавний генератор, частота якого після потроєння використовується як частота гетеродина в режимах ПРИЙМАННЯ і ПЕРЕДАЧА.

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

Позначивши результуючу частоту кварцового генератора блока ДОЧ як $f_{\text{пост}}$, можна записати формулу для кожної фіксованої частоти радіостанції: $f_g = f_r - f_{n,r}$, де f_g - частота дискримінатора; $f_{n,r}$ - частота плавного генератора.

З формули випливає, що підвищення $f_{n,r}$ на величину Δf приводить до зменшення частоти f_g на таку ж саму величину, і навпаки. Напруга потроєної

частоти $f_{\text{пр}}$ надходить на перший змішувач приймача, а напруга погросної частоти f_g - на третій змішувач приймача.

Оскільки $\Delta f_{\text{пр}} * 3$ і $\Delta f_g * 3$ рівні і протилежні за знаком, третя проміжна частота приймача залишається постійною за наявності нестабільності $f_{\text{пр}}$, 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 утросною 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 $f_{\text{гет}}$, стабілізованого кварцем, і погросна частота f_g . Тому частота сигналу утворюється через додавання частот $f_{\text{пр}} * 3$, $f_g * 3$ і $f_{\text{гет}}$:

$$f_c = (f_{\text{пр}} * 3) + (f_g * 3) + f_{\text{гет}}$$

Звідси випливає, що відхід частот $f_{\text{пр}}$ і f_g , 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 переключається 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 переключає 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 устанавлення 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 дискриміратор 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 настраюються 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 керуватиме напруга дискримінатора.

Напруга дискримінатора використовується для точного настроювання і підстроювання плавного гетеродина. Настройка за дискримінатором починається з моменту, коли частота плавного гетеродина потрапляє в смугу за-

хоплення АПЧ. Напряга 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 комплекту апаратури мовного інформатора РИ-65. Блок забезпечує один рівень всіх сигналів РЕУ і можливість одночасного прослуховування в телефонах льотчика сигналів наступного обладнання: радіостанції Р-832М, станції С-3М, системи ближньої навігації і посадки РСБН-6С, радіокомпаса АРК 15-м, 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 вмикнути тумблер "АВАР. ТЛФ" на вертикальній частині правого пульта.

1.3. Радіостанція Р-855УМ

Літакові аварійні радіостанції призначені для подачі сигналів біди, 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 біди 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 на 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 роз-

раховані на 60 годин безперервної роботи в режимі двостороннього зв'язку при температурі навколишнього середовища не нижче $+20^{\circ}\text{C}$.

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 ПРИЙОМ. 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 недоторканному 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 – $(4.5 \pm 10\%) \text{ В}$.

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 дозволяють 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 чотиривимірну навігацію. Двовимірна навігація виконує завдання та здійснює витримування тільки маршруту польоту. При тривимірній навігації до цього додається завдання та контроль за профілем польоту. Для чотиривимірної 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 (світломайки 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 (ДВПЗ). За принципом дії вони автономні.

Радіонавігаційні системи (РНС) призначені для самостійного вимірювання навігаційних елементів або параметрів руху. РНС являють собою сукупність взаємозв'язаних між собою 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 між собою 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 поши-

рення радіохвиль визначається радіальна складова відносної 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 азимуту ЛА за методом відліку часу між моментом проходження азимутальної антени напрямку на північ і моментом опромінювання ЛА сигналом обертової антени передавача азимуту.

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), контрольно-вимірювальної 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-вимірювальна 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 далекомірного і азимутального каналів системи РСБН-6.

Малогабаритний посадочний курсовий радіомаяк і посадний 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 кермових 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.

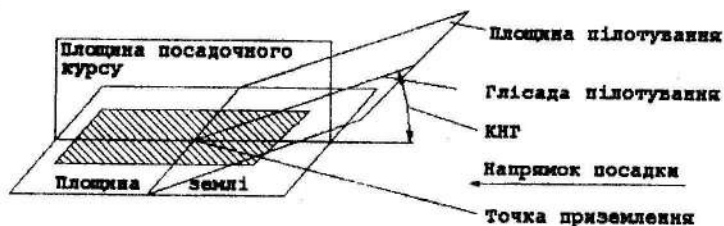


Рис. 2.1

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.

До складу схеми входять 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 установлюються 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.

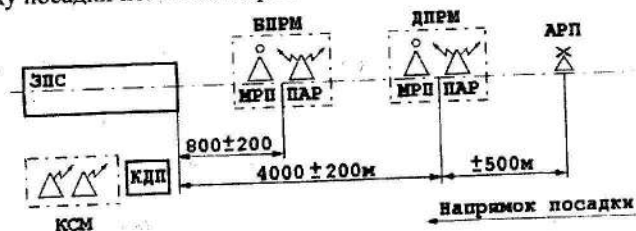


Рис. 2.2

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, виконання передпосадочного маневру у цьому районі. Привідна радіостанція БПРМ призначена для витримування 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 літаковій системі 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 слектостанція.

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 глісادی).

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 РСП 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 - прийом 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, завдання 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 та-

кож 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 площина витків однієї з антен збігалась з поздовжньою віссю літака; площина витків другої антени у цьому випадку буде перпендикулярна до поздовжньої осі літака.



Рис. 2.3

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

Гоніометр – це дві взаємно перпендикулярні нерухомі статорні котушки і одна рухома – пошукова (ПК). Статорні котушки розміщуються взаємно пер-

пендикулярно, кожна підключається до відповідної рамкової антени. Пошукова котушка розміщується у просторі між статичними 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.

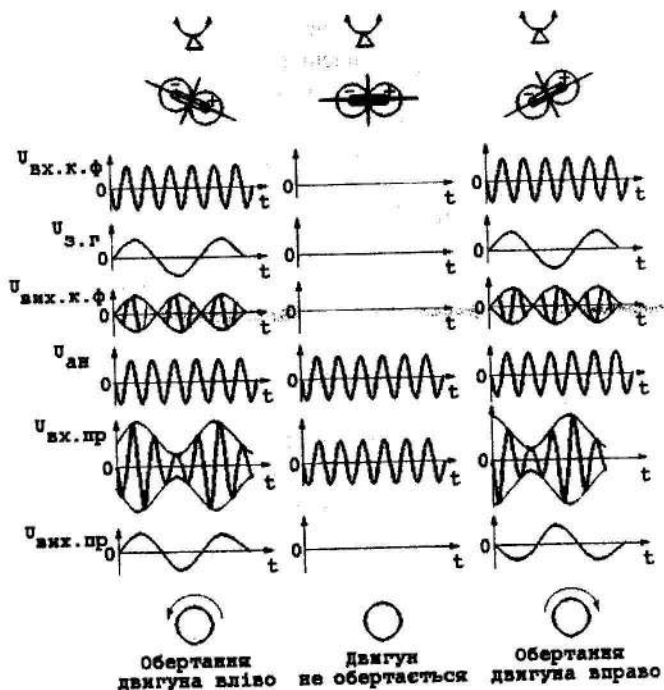


Рис. 2.4

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 $U_{вх.к.ф.}$ подається на комутатор фази, робота якого еквівалентна механічному перемикачню виводів рамки. Комутатор фази повертає фазу напруги в каналі рамки на 180° через кожні півперіоду коливаний частоти генератора. З виходу комутатора фази напруга надходить на контур складання. Туди ж надходить і напруга від неспрямованої антени $U_{ан.}$, амплітуда і фаза якої не залежить від напрямку приходу хвилі. Внаслідок цього на вході приймача створюється сумарний сигнал $U_{вх.пр.}$, амплітуда якого періодично змінюється. Обвідна амплітудно-модульованих коливаний має частоту звукового генератора. Глибина модуляції пропорційна куту відхилення рамки від напрямку нульового приймання, а фаза обвідної 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. показано, як сигнал від неспрямованої антени $E_{ан}$ складається із сигналом рамкової антени E_p . Перед складанням необхідно виконати дві умови: по-перше, сигнал рамкової антени E_p повернути за фазою на 90° таким чином, щоб $E_{ан}$ і E_p були у фазі, а по-друге – зрівняти амплітуди сигналів.

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

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.

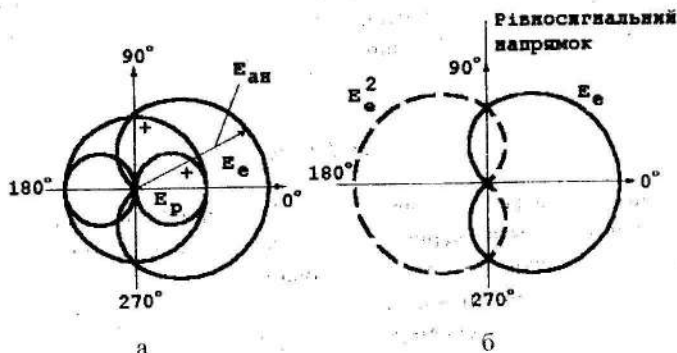


Рис. 2.5

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 настроювання використовуються варіапи.

З навантаження змішувача напруга надходить в тракт ПЧ. У схемі застосовується електромеханічний фільтр зі смугою пропускання 2,7-кГц, який і забезпечує вибірковість.

В 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, відповідного 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 відключаються вхідні кола рамкової антени і керуюча схема компасного каналу, а до входу приймача АРК-15М підключається 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 котушки гоніометра (короткочасно натиснувши кнопку РАМКА) пеленгувати радіостанцію за мінімальним рівнем сигналу. У режимі РАМКА вимикається 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 УВ-4А;
- контрольного роз'єму Ш4 «Контроль РВ»;
- автомата захисту мережі «РВ МРП»;
- лінії затримки;
- комплексу 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 УВ-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 комплексу (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.

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

Генератор СВЧ 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 СВЧ 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 суворо 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 слідкувальної системи, яка називається автоматом висоти. Напруга, яка знімається з потенціометра R2-5-2б, підсилюється в модуляційному підсилювачі і подається на мембранний модулятор. Рух мембрани (обкладки конденсатора контуру коливань) відбувається за симетричним пилкоподібним законом.

Сигнал передавача, відбитий від землі, приймається антеною і надходить на балансний змішувач із запізненням на час t_1 , що залежить від висоти польоту. Частота цього сигналу в балансоному 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 слідкувальної системи, яка перетворює постійну напругу в змінну і посилює її. З моменту подачі напруги двигун починає обертатися, що призводить 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 змінюватись, що призведе 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 показчика 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 (показчика висоти).

При розбалансуванні потенціометричного мосту з підсилювача слідкувальної системи подається напруга на двигун, який повертає стрілку показчика висоти і водночас пересуває движок потенціометра R2-5-4а до усунення розбалансу. При цьому стрілка показчика 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 (СЄІ).
3. РВ-4 видає через РІ-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 МРП-56П зображено на рис. 2.7.

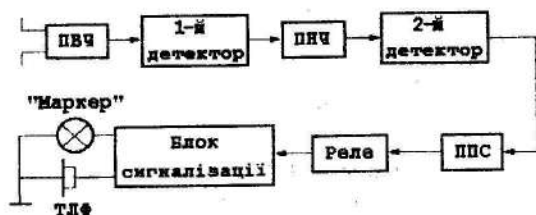


Рис. 2.7

Принцип роботи маркерного радіоприймача полягає в прийомі 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 всепрямований 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 прийнята ортодромічна система 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 $\psi_{\text{зпс}}$ 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; д – РОЗПИЗНАВАННЯ; е – ВІДПОВІДЬ ІНДИКАЦІЇ П П П; ж – ВІДПОВІДЬ ІНДИКАЦІЇ; з – 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.

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 виміряної дальності індикуються на індикаторі ППД-2 на борту літака.

Азимут літака вимірюється за допомогою прийнятих на борті 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 збіг сигналів “35” і “36”, що є початком відліку азимуту. Відлік часу триває до того моменту, доки бортова апаратура

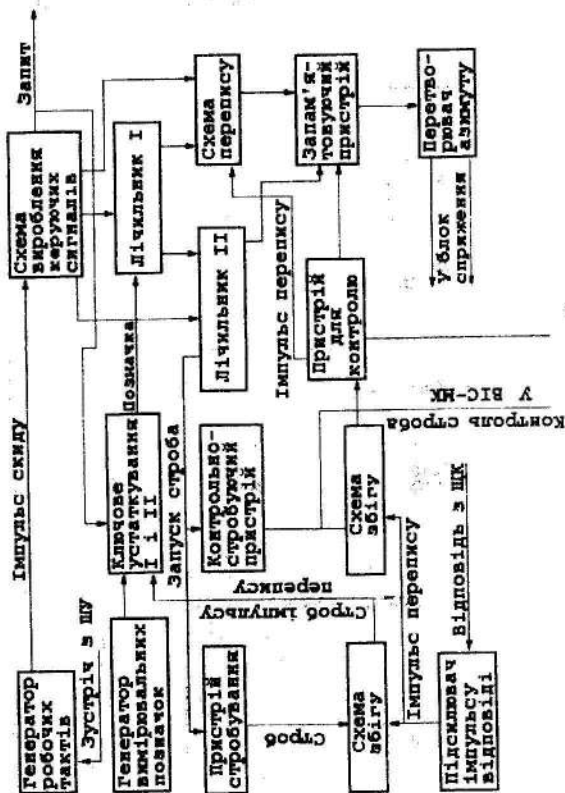


Рис. 2.9

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

хронізується імпульсами "36", які надходять через 10° шляхом устанавлення його в нульове положення, лічильник ГРУБО – імпульсами "35", що випромінюються у момент розвороту азимутальної антени на 185.14° відносно напрямку на північ, шляхом устанавлення 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 устанавиться 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 з лічильника ТОЧНО при досягненні в ньому 5.14° виділяється імпульс, який обнулює лічильник ГРУБО; задній фронт цього імпульсу закриває тригер строба 180° .

Азимутальний імпульс підсилюється і надходить на схему керування та контролю азимуту, 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_z для індикації на НПП;
- сигнал істинного курсу польоту Ψ_i для режиму ПОВЕРНЕННЯ;
- сигнали, пропорційні відхиленню від рівносигнальних зон за курсом ϵ_k і глисадою ϵ_r ;
- сигнали разових команд: ГОТОВНІСТЬ Д, ГОТОВНІСТЬ Г, СПРАВНІСТЬ РСБН (включення в САК зовнішніх режимів, пов'язаних з РСБН), ПОВЕРНЕННЯ РАДІЙНЕ (підключення на НПП Ψ_i 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 323Д-III:
 - сигнал ПОВЕРНЕННЯ РАДІЙНЕ;
 - сигнал, пропорційний відхиленню від програмної висоти зниження ДН;
 - 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_u - 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_u і заданого Ψ_z курсів;
- 4) з відповідача СО-69 - сигнал бланкування приймача СІАД-2И.

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) відбивання 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 приймати частину відбитої від об'єкта енергії та встановити факт існування об'єкта на шляху поширення радіохвиль.

Властивість радіохвиль поширюватися з практично постійною швидкістю використовується для визначення дальності до цілі.

Вхідне рівняння для розрахунку дальності до цілі:

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

де C – швидкість поширення радіохвиль; Δt – час поширення радіохвиль від докатора 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 встановленого 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.

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 СВЧ створюється потужний радіоімпульс тієї ж тривалості, який потім випромінюється антеною радіолокатора. Антенний комутатор спрямовує ви-

сокочастотну енергію з генератора СВЧ 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.



Рис. 3.1

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 визначити 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) з зовнішньою когерентністю, яка виділяє сигнал доплерівської частоти f_d від рухомої цілі. Згідно з ефектом Доплера частота зондувального сигналу відрізняється від частоти відбитого від рухомої цілі сигналу на величину f_d - частоти Доплера:

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

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

Виділення f_d 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 дальностях 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 посилюють 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 пропускну 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.

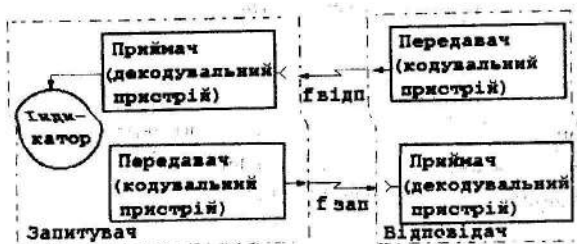


Рис. 3.2

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.

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 посилань 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 $\pm 45^\circ$ 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 С3М зображено на рис. 3.3.

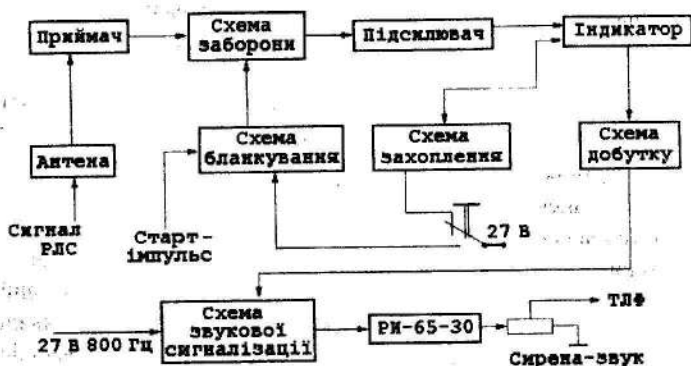


Рис. 3.3

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 чи-

ном, 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 блоку живлення надходить напруга 27 В, яка пульсує з частотою 800 Гц. З приходом 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 опромінюванні літака, що передається променем РЛС і водночас прослуховується звуковий сигнал. У цьому випадку тривалість паузи в декілька разів більша за тривалість часу індикації опромінювання. 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 і близьких дистанцій можливе спрацювання двох сусідніх каналів і спалахування двох суміжних лампочок. По лампочці, яка спалахує першою, роблять

висновок про напрямок атаки (сектор опромінення). При опромінюванні літака “прямо – спереди”, “прямо – ззаді”, “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 трійпульсні 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, азимуту), 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 РСП. 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 РСП. 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 КІР. 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 КІР, 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 РСП застосовується при роботі з вітчизняними системами РСП-6, РСП -7, що не мають апаратури приймання та відображення цифрової інформації, яка надходить з борту та роздільного кодування запитів ПРЛ за курсом та глісадою.

2. Режим КІР застосовується при роботі з вітчизняними диспетчерськими ВРЛ системи КІР, 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 КІР 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 біди.

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 РСП та КПП

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”.

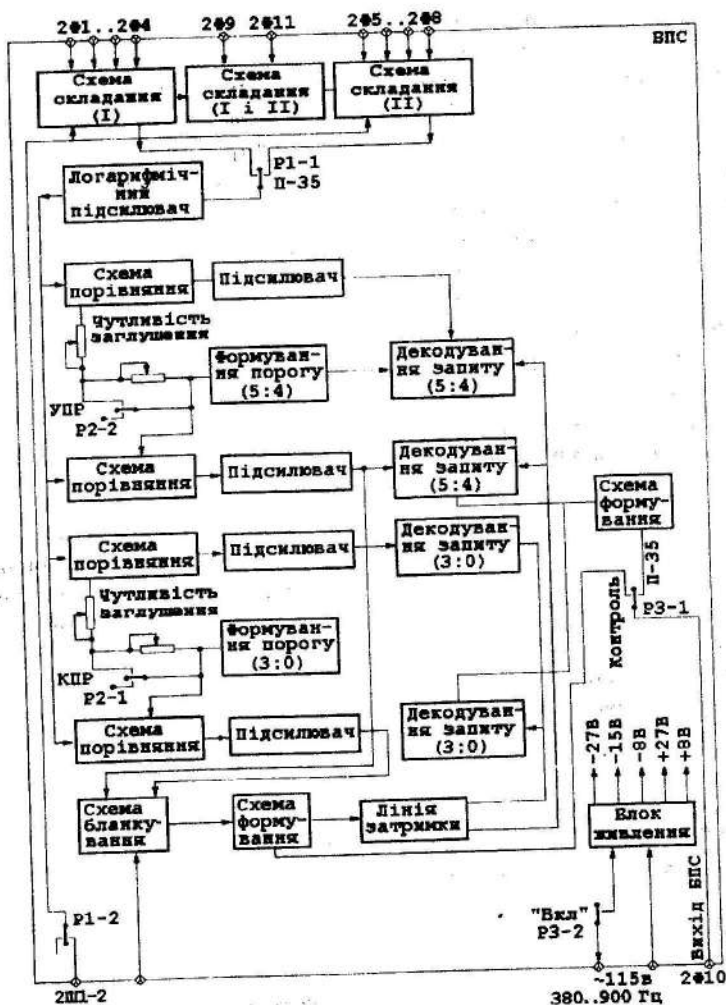


Рис. 3.6

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

регулювання
підсилення
до антени III діапазону
горизонтальної
поляризації

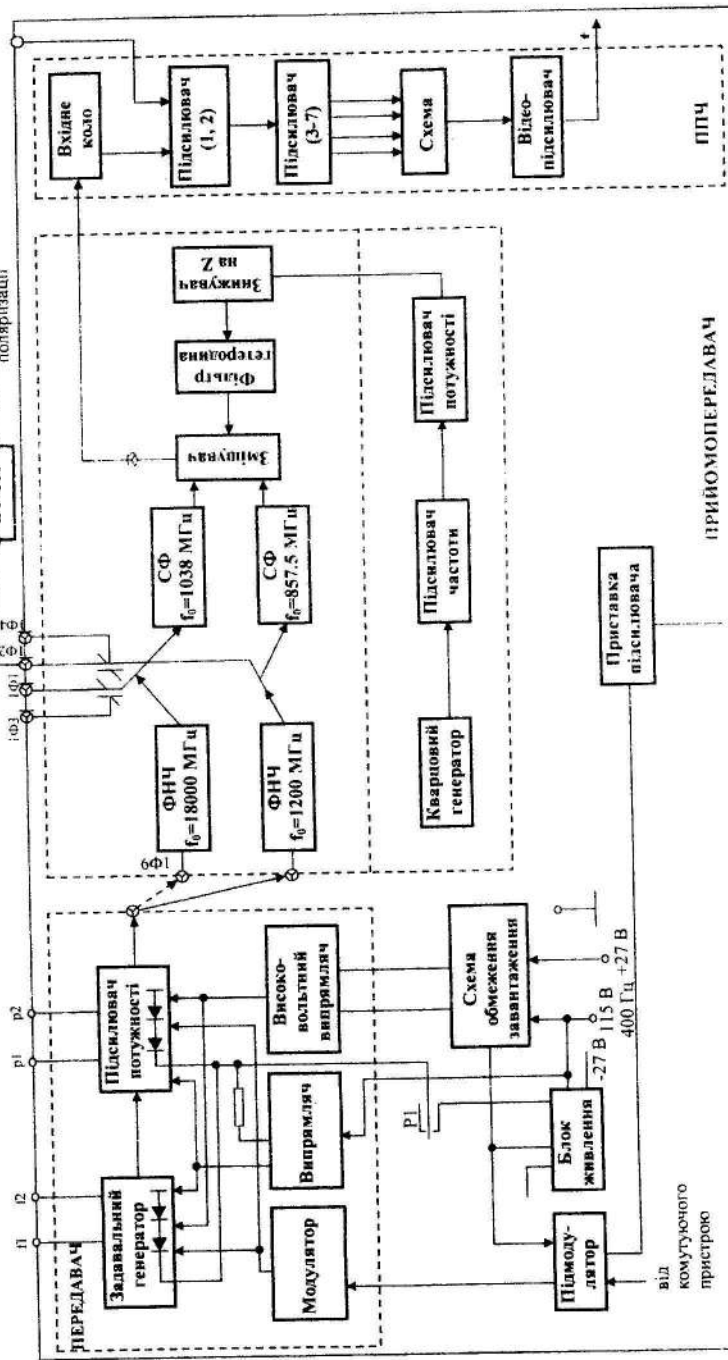


Рис. 3.4

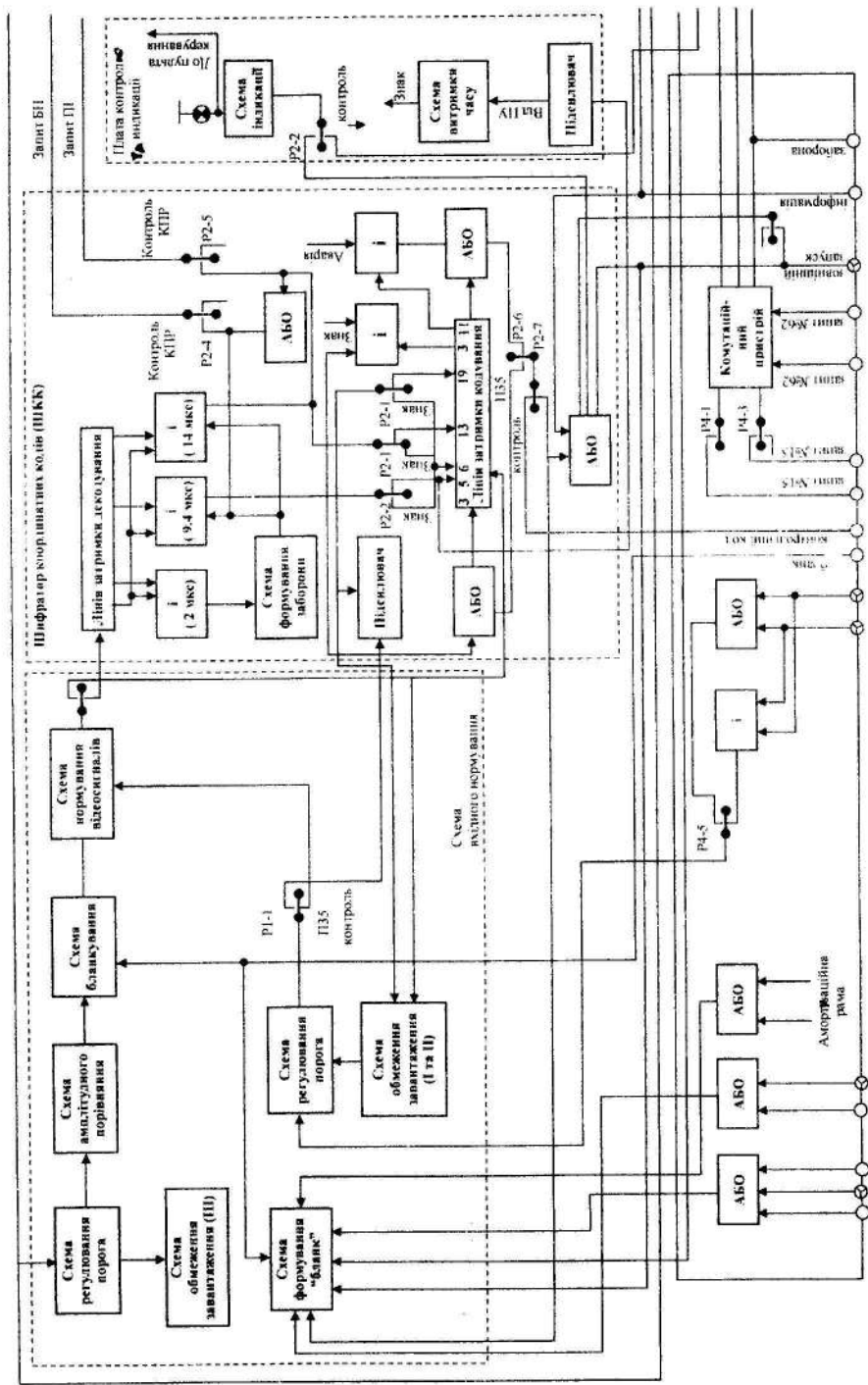


Рис. 3.5

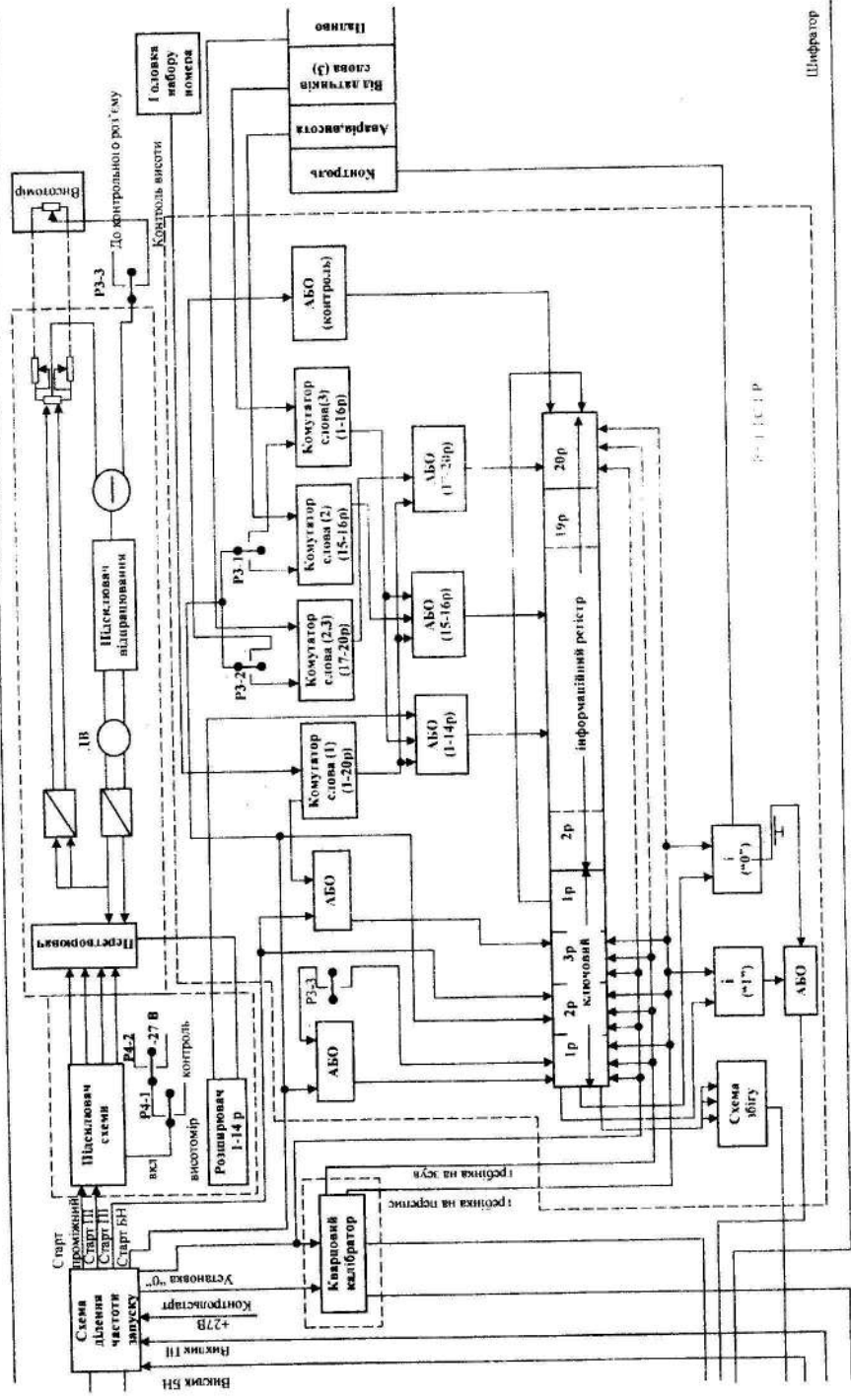


Рис. 3.5 (закінчення)

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

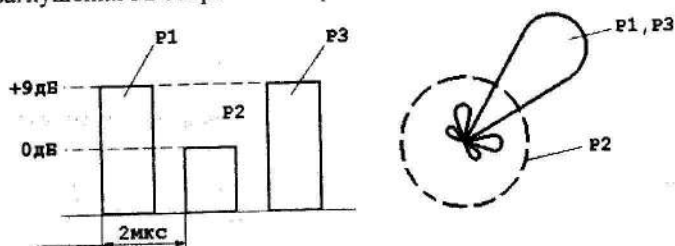


Рис. 3.7

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 коливання 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 високовольтного випрямляча на 25... 100 с, необхідного для нагрівання катодів ламп, а також автоматичне вимкання передавача при його перевантаженні через велику частоту запиту.

При роботі у режимі РСР випромінюються тільки координатні відповідні коди.

У режимі КІР 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 КІР 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 установлення зсувного регістра 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 регістра через комутатор запису ключа та інформаційних кодів "1 слово" і "2 слово" інформації (залежно від запиту - СТАРТ БІ або СТАРТ ПІ);
- опитування через підсилювач опитування інформаційних розрядів перетворювача вал - код (СТАРТ ПІ).

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 регістр, 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 регістр 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-десятьковий код, що надходить через схему розширення в регістр, в якому здійснюється послідовний зсув інформації, записаної в регістр за допомогою "гребінок" зсуву і перепису, що надходять з кварцового калібратора.

З виходу першого розряду регістра 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 КПр 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 РСП він виявляється ввімкненим у схему порівняння, і тому рівень сигналів, що пропускаються без заглушення, у режимі РСП нижчий, ніж у режимі КПр. Необхідність цього викликана тим, що у режимі РСП надходять сигнали з однаковими кодовими інтервалами, але з різними енергетичними рівнями через відмінності коефіцієнта спрямованої дії (КСД).

Декодовані запитні сигнали ПРЛ у вигляді одиничних імпульсів надходять на вхід шифратора через рознімання 1Ф9. Ці імпульси проходять схему обмеження завантаження, а після цього через контакти реле Р1-1 і Р1-2 надходять на лінію кодування відповідних координатних кодів. З виходу схеми координатних кодів ПРЛ і ДРЛ сигнали з кодовим інтервалом 9 мкс через схему складання надходять на комутувальний пристрій і далі – на підмодулятор передавача.

3.4.2. 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 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 посилки 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. РОЗТАШУВАННЯ РАДІОЕЛЕКТРОННОГО УСТАТКУВАННЯ НА ЛІТАКОВІ

4.1. 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. 4.1.

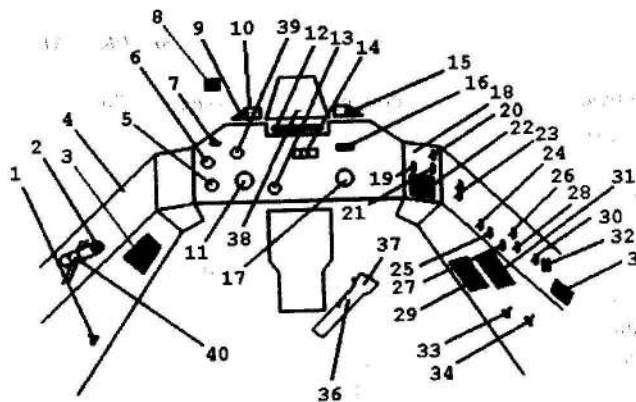


Рис. 4.1

4.1.1. 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. 4.2. На ньому розміщуються такі органи керування:

- перемикач КАНАЛІ для вибору одного з 20 заздалегідь настроєних каналів зв'язку;
- перемикач РАДІО-КОМПАС для підключення телефонів льотчика до виходу Р-832М (положення РАДІО) 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).

4.1.2. Органи керування СПУ-7

АЗМ "СПУ" розташовується на горизонтальній частині лівого пульта кабіни 1. Використовується для подачі електроживлення на СПУ-7.

4.1.3. 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. 4.3) устанавлюються 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 комутує напругу частотою 800 Гц у канал ПЧ для прослуховування немодульованих сигналів ПРС.
3. Перемикач режимів роботи КОМП.-АНТ. у положенні КОМП. для автоматичного стеження за вибраною (настроєною) ПРС з візуальною індикацією КУР на НПП і прослуховування позивних. У положенні АНТ. компас працює як звичайний супергетеродинамний 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. 4.7, тонка стрілка) по зовнішній шкалі.

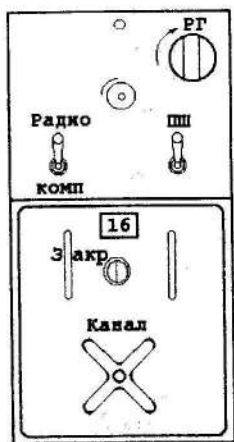


Рис. 4.2

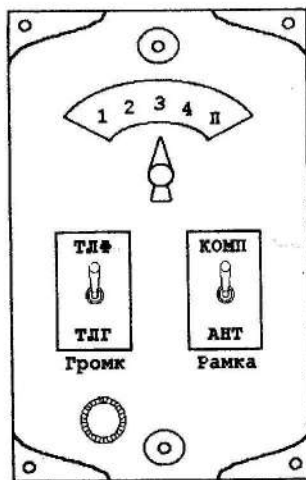


Рис. 4.3

4.1.4. 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.

Покажчик висоти УВ-4А розташовується на приладовій дошці кабіни 17. Він призначений для індикації істинної висоти польоту літака. Передню панель УВ-4А показано на рис. 4.4.

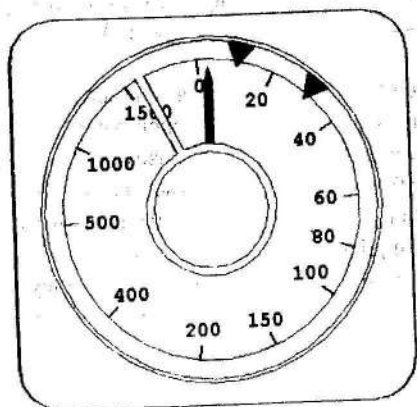


Рис. 4.4

Сигнальна лампа ПЕНАДЕЖНОСТЬ установлена на передней панели УВ-4А (з жовтим світлофільтром). Погашення сигнальної лампи при ввімкненні РВ-4 після прогрівання лампи 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).

4.1.5. 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. 4.5) розміщуються такі органи керування:

- 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 "ψ+180°" для включення режиму посадки з курсом, зворотним до запрограмованого;

- перемикачі НАВИГАЦІЯ, ПОСАДКА для вибору частотно-кодкових каналів НАВИГАЦІЯ і ПОСАДКА при поверненні на незапрограмований аеродром;
- кнопка АЗ, при натиску на яку обертанням резистора "О" установлюють 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 знаку;
- 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. 4.6. 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. 4.7. 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 курсоглісадного маяка, вертикальна і горизонтальна стрілки – для указання відхилення за курсом E_K і глісадою E_T .

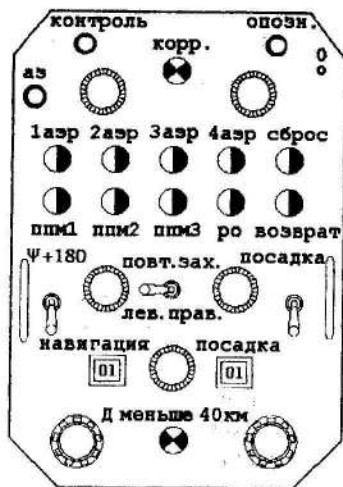


Рис. 4.5

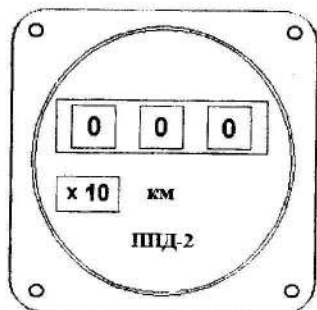


Рис. 4.6

4.1.6. 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.

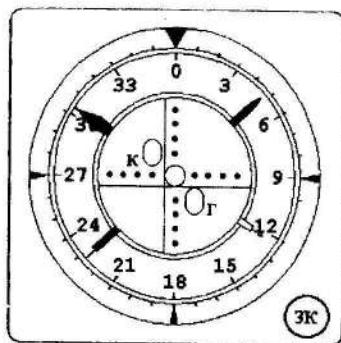


Рис. 4.7

4.1.7. 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. 4.8.

При працюючій апаратурі радіокерування ЗЗД-Ш назиск кнопок ПРОВЕРКА супроводжується звуковою та світловою сигналізацією по одному або декількох каналах.



Рис. 4.8

4.1.8. Органи керування та контролю СО-69

Пульт керування відповідачем розташовується на вертикальній частині правого пульта кабіни 23. На передній панелі пульта керування (рис. 4.9) розміщуються такі органи керування та контролю:

- перемикач роду робіт РСР, КТР, ПЗ5, 023М для вибору режиму роботи СО-69;
- кнопка КОНТР. для перевірки працездатності СО-69;
- сигнальна лампа КОНТР., яка світиться при справних блоках СО-69;
- кнопка ЗНАК для видачі сигналу індивідуального розпізнавання наземному радіолокатору.

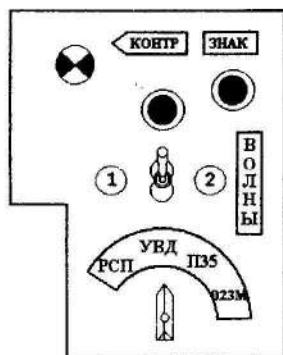


Рис. 4.9

4.1.9. 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. 4.10, а) розміщуються такі органи керування:

- перемикач ДН для ручного дискретного керування антеною (10 положень) за кутом місця;
- 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 ТП за азимутом і кутом місця, а також зоною огляду 323Д-III за азимутом. 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. 4.10, 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;

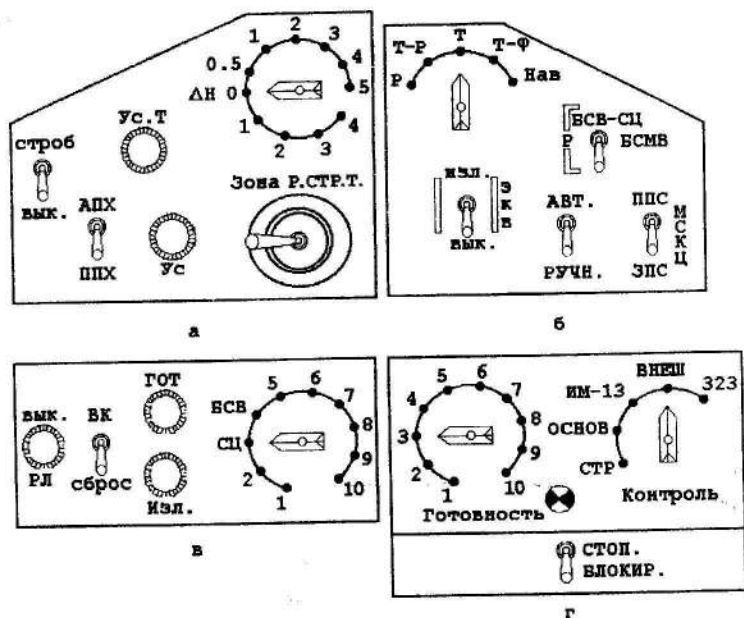


Рис. 4.10

- 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 - ДН1, БСВ - ДН4, СМВ, МВ;
 - перемикач ППС - МСКЦ - ЗПС для забезпечення роботи далекоміру при атаці: в передню півкулю - ППС, в задню півкулю - ЗПС і малошвидкісних 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 АНТЕННА - ЭКВИВАЛЕНТ і вмикання високої напруги.
- Середній пульт керування (блок 44) розташовується на приладовій

дошці 14. На передній панелі пульта керування (рис. 4.10, в) розміщені такі органи керування та контролю:

- лампа червоного кольору ВЬК. РЛ., яка світиться у випадку несправності 323Д-III;
- сигнальна лампа ИЗЛ., що світиться при роботі 323Д-III;
- патискний 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. 4.10, 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 СЕИ 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.

4.1.10. 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. 4.11) 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 різниці;
- лампа АВТ. для подачі сигналу про полуавтоматичний перехід на нові радіодані;
- кнопка АВТ., при натиску на яку здійснюється полуавтоматичний перехід на нові радіодані, які висвітлюються на світловому табло.

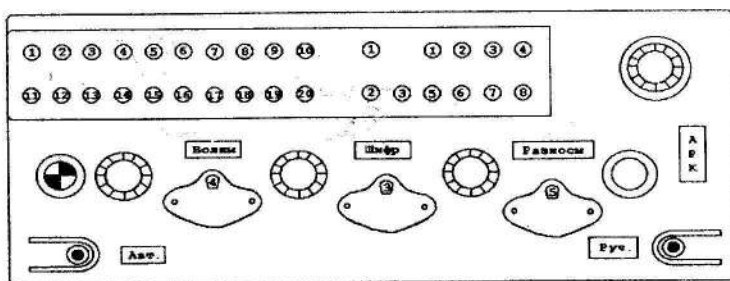


Рис. 4.11

АЗМ "ЛАЗУРЬ" розташовується на вертикальній частині правого пульта 27. Він призначений для подачі електроживлення на АРЛ-СМ.

Табло сигналізації апаратури 323Д-ш розміщується вгорі приладової дошки 12. Воно призначено для контролю разових команд.

НПП для контролю заданого курсу показано на рис. 4.7, широка стрілка.

ВДИ-3ОК для контролю заданої висоти (індекс, що переміщується по внутрішній шкалі приладу) розташовується на приладовій дошці 6. Передню панель ВДИ-3ОК показано на рис. 4.12.

УИСМ-ИК для контролю заданої швидкості (індекс, що переміщується по периметру шкали) розміщується на приладовій дошці 5. Передню панель УИСМ-ИК показано на рис. 4.13.

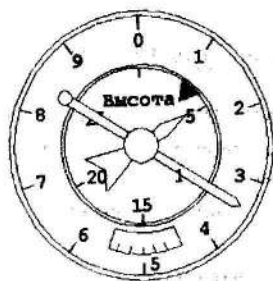


Рис. 4.12

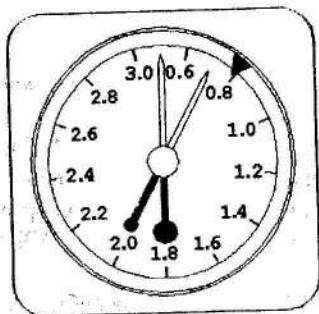


Рис. 4.13

4.2. Розміщення 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. 4.14.

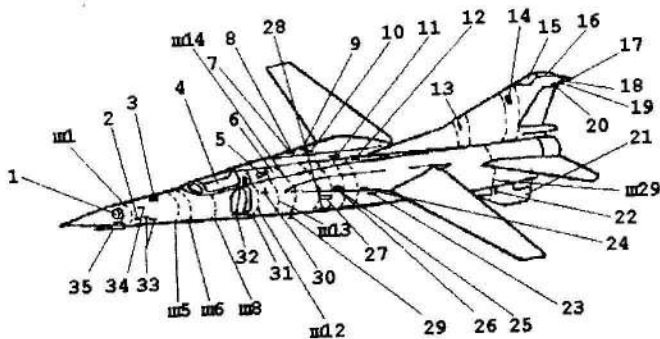


Рис. 4.14

4.2.1. 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 борту. Крім того, у закабінному відсіку 6 розміщені: підсилювач-узгоджувач РИ-65-30 біля ШП №12Г - на лівому борті; контрольний роз'єм 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 встановлена поверхнева антена (латунна сітка).

4.2.2. Літаковий переговорний пристрій СПУ-7

У закабінному відсіку 6 літака між ШП № 13А і № 13Б розташовуються 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.

4.2.3. Радіостанція Р-855УМ

Приймопередавач радіостанції, блок живлення та антена встановлені в кабіні 4 літака (в ранці парашута льотчика НАЗ-7).

4.2.4. 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 узгоджуючий пристрій розташовуються 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 ДАЛЬН. - БЛИЖН. - на приладовій дошці; перемикачі АЗС АРК і АРК - РСБН - на вертикальній частині правого пульта.

4.2.5. Маркерний радіоприймач МРП-56П

Приймач і блок живлення встановлюються в кілі літака 13 між нервюрами № 5 і № 7.

Антена 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.

4.2.6. Радіовисотомір РВ-4

Приюмопередавач радіовисотоміра ПП-4А і контрольний роз'єм "Контроль РВ" (ШІ4) 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 показчик висоти УВ-4А (на приладовій дошці), АЗС РВ - МРП - на горизонтальній частині правого пульта.

4.2.7. 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 кия 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.

4.2.8. Апаратура радіокерування 323Д-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 розміщується контейнер з блоками (блоки 10, 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 локом 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), високовольний випрямляч (блок 37), пульт регулювань (блок 75) - за приладовою 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.

4.2.9. 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 роз'єми Ш12, Ш13 - угорі праворуч.

У хвостовій частині фіюзеляжу 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.

4.2.10. 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 кия 18, прийомопередавальна одніодіапазонна антена ОРД-2 - на килі 14 між нерв'юрами №17 і № 13.

У кабіні 4 літака розташовані: пульт керування - на вертикальній частині, АЗС СО-69 - на горизонтальній частині правого пульта.

4.2.11. Станція попередження про опромінення С-3М

У закабінному відсіку 6 літака між ШП №11 і №12 угорі розташовані блок сигналізації СЗМ-3М і блок живлення СЗМ-10.

Антенно-детекторні блоки СЗМ-1СМ і відеопідсилювачі СЗМ-9М розміщені у нерухомій частині крила: ліворуч 25, праворуч 8 і на килі 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.

4.2.12. 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 кия 20 (ліворуч і праворуч); анени другого діапазону - у носовій частині фюзеляжу 33 унизу між ШП №2 і №3; анени третього діапазону - у носовій частині фюзеляжу 3, на обшивці верхньої частини фюзеляжу і у верхній частині кия 16 під радіопрозорим обтічником.

У кабіні 4 літака розміщені: пульт керування - на вертикальній частині правого пульта, кнопка ЗАПРОС - на РУС.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ТА РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Авиационные радионавигационные устройства и системы / Под ред. М.С. Ярлыкова. М., 1980.
- 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. I
- 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.....	13
1.4. Літаковий переговорний пристрій СПУ-7.....	14
2. Радіоапаратура літаководіння та посадки.....	14
2.1. Загальні відомості про радіонавігацію та системи посадки літаків.....	14
2.2. Автоматичний радіокомпас АРК-15М.....	23
2.3. Радіовисотомір РВ-4.....	28
2.4. Маркерний радіоприймач МРП-56П.....	31
2.5. Система ближньої навігації РСБН-6С.....	32
3. Радіоапаратура пошуку розпізнавання, сповіщення та активної відповіді.....	38
3.1. Принципи радіолокації.....	38
3.2. Апаратура радіолокаційного розпізнавання.....	41
3.3. Станція оповіщення про опромінення С-3М.....	43
3.4. Літаковий відповідач СО-69.....	45
4. Розташування радіоелектронного устаткування на літакові.....	52
4.1. Призначення органів керування та контролю радіоелектронного устаткування в кабіні літака.....	52
4.2. Розміщення блоків радіоелектронного устаткування на літакові.....	64
Список використаної та рекомендованої літератури.....	69

Костянтин Володимирович Скульський
Микола Миколайович Дігтяр
Олександр Іванович Малюк
Ігор Володимирович Луценко

РАДІОЕЛЕКТРОННІ ЗАСОБИ КЕРУВАННЯ ЛІТАКОМ

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

Зв. план, 2000

Підписано до друку 26.10.2000

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

Умовн.-друк. арк. 4,1. Облік.-від. арк. 4,68. Т. 50 прим.

Замовлення 175. Ціна вільна

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
“Харківський авіаційний інститут”
61070, Харків-70, вул. Чкалова, 17
Ротапринт друкарні “ХАІ”
61070, Харків-70, вул. Чкалова, 17