

ВВЕДЕНИЕ

Эксплуатация на авиалиниях воздушных судов с цифровым комплексом пилотажно-навигационного оборудования (самолеты Ту-204, Ил-96, Ту-334, Ил-114 и др.) требует подготовки студентов с учетом нового оборудования, установленного на борту этих судов. Данное оборудование существенно отличается от радиосистем, используемых в аналоговых пилотажно-навигационных комплексах.

Перечень радиосистем цифрового комплекса достаточно обширен: аппаратура DME, VOR, ILS, RW, АРК, РСБН, МНРЛС и другие.

В части III учебного пособия рассматриваются радиотехническая система ближней навигации и метеонавигационная радиолокационная станция. Приводятся тактико-технические характеристики радиотехнических систем и их схемы построения.

Общие сведения о бортовом КС ЦПНО включают материал по системе электронной индикации и построению комплексного пульта радиотехнических систем.

Вопросы взаимосвязи модулей аппаратуры рассматриваются при изучении структурной схемы. Более подробный анализ выполняется на основе функциональной схемы.

В учебное пособие включены элементы технической документации – руководств по технической эксплуатации РТС.

Учебное пособие ограничено по объему и не содержит отдельных материалов по исследованию преобразований сигналов и спектров, включает упрощенные функциональные схемы и не заменяет собой техническую документацию.

Аппаратура РСБН-85

1.1. Назначение и технические характеристики

Аппаратура РСБН-85 предназначена для применения в качестве корректирующего навигационного радиосредства и средства, обеспечивающего заход на посадку по маякам посадочной радиомаячной группы (ПРМГ) дециметрового диапазона. Аппаратура используется в составе комплекса стандартного цифрового пилотажно-навигационного оборудования (КС ЦПНО) на борту магистральных пассажирских самолетов.

РСБН-85 позволяет в сложных метеорологических условиях решать следующие задачи:

- определение истинного положения воздушного судна путем измерения полярных координат его местоположения (азимут, наклонная дальность) относительно наземного радиомаяка системы РСБН;
- определение углового отклонения воздушного судна от равносигнальных

направлений курса и глиссады относительно наземных посадочных радиомаяков и измерение дальности до посадочного ретранслятора дальномера ПРМГ;

- опознавание и определение местоположения воздушного судна на земле по индикатору кругового обзора (ИКО).

При работе в составе КС ЦПНО аппаратура РСБН-85 обеспечивает:

- коррекцию счисленных вычислительной системой самолетовождения (ВСС) координат измеренными значениями азимута и дальности;
- выдачу азимута, дальности, отклонений от равносигнальных зон курса и глиссады в систему электронной индикации (СЭИ);
- выдачу отклонений от равносигнальных зон курса и глиссады в вычислительную систему управления полетом (ВСУП).

Основные технические характеристики.

- Число рабочих частотно-кодовых каналов (ЧКК):

176 - при работе с направленными радиомаяками (НР) в соответствии с ОСТ 4 ГО.251.207-80;

88 – при работе с всенаправленными радиомаяками (ВНР) в соответствии с ОСТ 4 ГО.251.200;

40 – при работе с посадочными радиомаяками в соответствии с ГОСТ 15827-70.

- Чувствительность приемного устройства не хуже:

128 дБ/Вт – по тракту «гладкого» азимутального сигнала;

118 дБ/Вт – по тракту импульсных сигналов;

110 дБ/Вт – по тракту курса и глиссады в режиме «Посадка» при работающем АРУ;

109 дБ/Вт – по тракту импульсного дальномерного сигнала в режиме «Посадка».

- Погрешности измерения, вносимые цифровым приемным устройством (3σ):

по азимуту во всенаправленном режиме с радиомаяками типа РСБН-2Н – не более 0.25^0 ;

по азимуту в направленном режиме для маяков с азимутальной диаграммой различных типов:

тип 1 – не более 0.25^0 ,

тип 2 – не более 0.5^0 ,

тип 3 – не более 1.7^0 ;

по дальности – не более $100 \text{ м} + 0.03\% D$.

- Прием и выдача информации во внешние системы в соответствии с ГОСТ 18977-79 и РТМ 1495-81.

- Максимальная измеряемая дальность – 500 км.

- Диапазон скоростей движения ЛА – 0 ... 2000 м/с.

- Максимальная допустимая плотность хаотической импульсной помехи

на входе цифрового приемного устройства не более:

- 50000 имп/с – в направленном режиме;
- 10000 имп/с – в ненаправленном режиме.

- Характеристики АРУ:

глубина АРУ, не менее:

- 80 дБ – по тракту импульсных сигналов,
- 93 дБ – по тракту «гладкого» азимутального сигнала;
- время срабатывания АРУ – не более 7.5 с при скачке сигнала на 80 дБ.

- Избирательность не хуже:

- 50 дБ – по зеркальному каналу;
- 60 дБ – по каналам побочного приема.

- Время переключения с маяка на маяк в режиме 2D не более – 3 с.

- Время готовности к работе не более 30 с, при $t_{\text{окр}}^0 = \pm 60^\circ\text{C}$.

- Время непрерывной работы не более 16 часов.

- Мощность, потребляемая от сети, не более 50 Вт.

1.2. Состав аппаратуры

В состав аппаратуры входят:

- блок приемопередающего измерительного устройства (блок РСБН-85);
- автономный пульт управления (ПУ);
- амортизационная рама.

Состав аппаратуры представлен на рис.1.1.

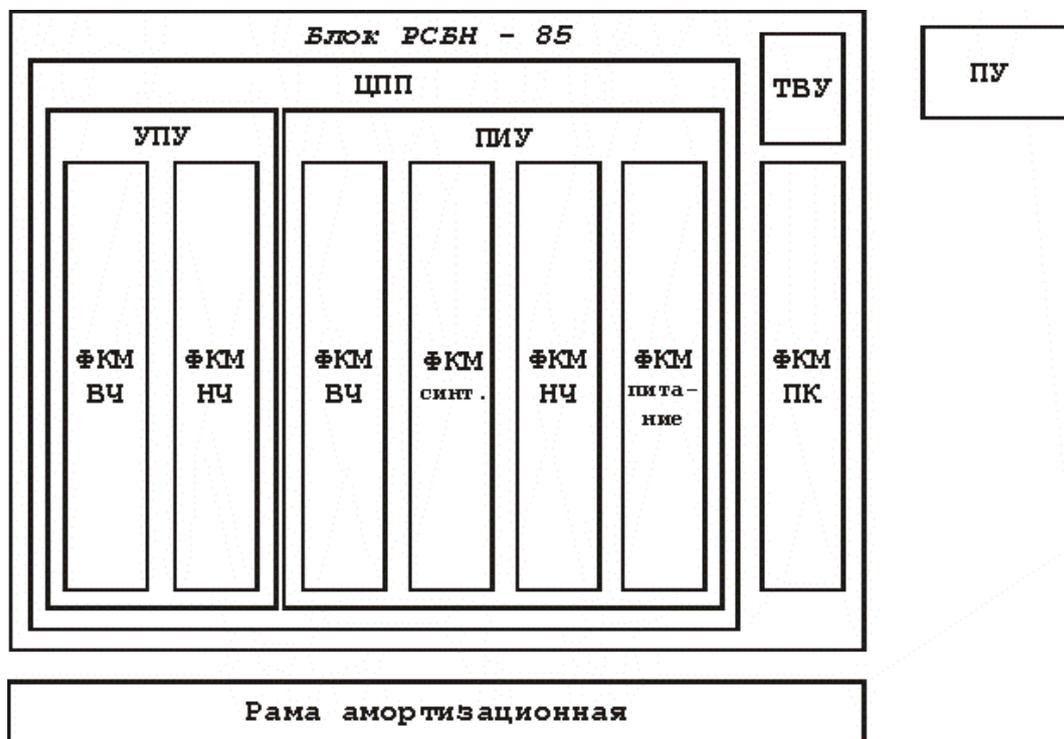


Рис.1.1. Состав аппаратуры РСБН-85

Основу блока РСБН-85 составляет унифицированное устройство – цифровой приемо-передатчик (ЦПП), состоящий, в свою очередь, из двух устройств:

- приемо-измерительного устройства (ПИУ);
- унифицированного передающего устройства (УПУ).

Схемы устройств включают функционально-конструктивные модули (ФКМ).

ЦПП обеспечивает выполнение стандартных задач РСБН – измерение азимута, дальности, отклонений от линий курса и глассады – А, Д, ξ_k , ξ_r . Объем внешних связей ЦПП ограничен минимальными функциональными потребностями. Предусмотрены прием входного слова настройки «№ ЧКК и режимы работы» (последовательный биполярный 32-х разрядный код ГОСТ 18977-79 и РТМ 1495-75) и шесть выходных слов: «Азимут», «Дальность», « ξ_k », « ξ_r », «№ ЧКК», «СС» (слово состояния).

Решение задач, являющихся специфическими для РСБН-85 и связанных в основном с обеспечением взаимодействия РСБН-85 с КС ЦПНО, достигается включением в состав РСБН-85 специального функционально-конструктивного модуля – преобразователя кодового (ФКМ ПК).

В состав блока РСБН-85 входит также преобразователь переменного напряжения 115В, 400Гц в постоянное +27В – трансформаторно-выпрямительное устройство (ТВУ).

1.3. Управление аппаратурой и связи РСБН-85 в КС ЦПНО

При работе в составе КС ЦПНО аппаратура РСБН-85 взаимодействует с вычислительными системами (ВСС и ВСУП), системой электронной индикации (СЭИ), антенно-фидерной системой (АФС), системой индикации разбега и посадки (СИРП), самолетным ответчиком (СО), датчиком сигнала «Обжатие шасси». С рядом систем, в частности с комплексным пультом радиотехнических средств (КП РТС), системой сбора и локализации отказов (ССЛО), РСБН-85 взаимодействует опосредствованно – через ВСС.

Структура внешних связей РСБН-85 представлена на рис.1.2.

Основной объем информационного обмена с внешними системами осуществляется по ГОСТ 18977-79 и РТМ 1495-75 изм.3.

Настройка РСБН-85 на нужный номер ЧКК и установка необходимых режимов осуществляется последовательным цифровым словом «№ ЧКК и режимы работы». Структура слова представлена в табл. 1.1.

Управляющее слово поступает в РСБН-85 по двум каналам: вход № 1 и вход № 2. Выбор рабочего входа осуществляется по разовой команде «Управление входами». В случае отказа информации по заданному входу РСБН-85 переключается на другой вход.

Источниками информации о № ЧКК и режимах работы могут являться ВСС, КП РТС и ПУ. Конкретная схема построения канала информации о № ЧКК и режимах работы определяется идеологией радиокомплекса. При этом

возможны различные способы коммутации источников информации, последовательное соединение и т.п.

В потоке слов, поступающих на входы 1 или 2 присутствует слово «Курс ВПП». Это слово транслируется на выход РСБН-85 для выдачи в вычислительную систему управления тягой (ВСУТ).

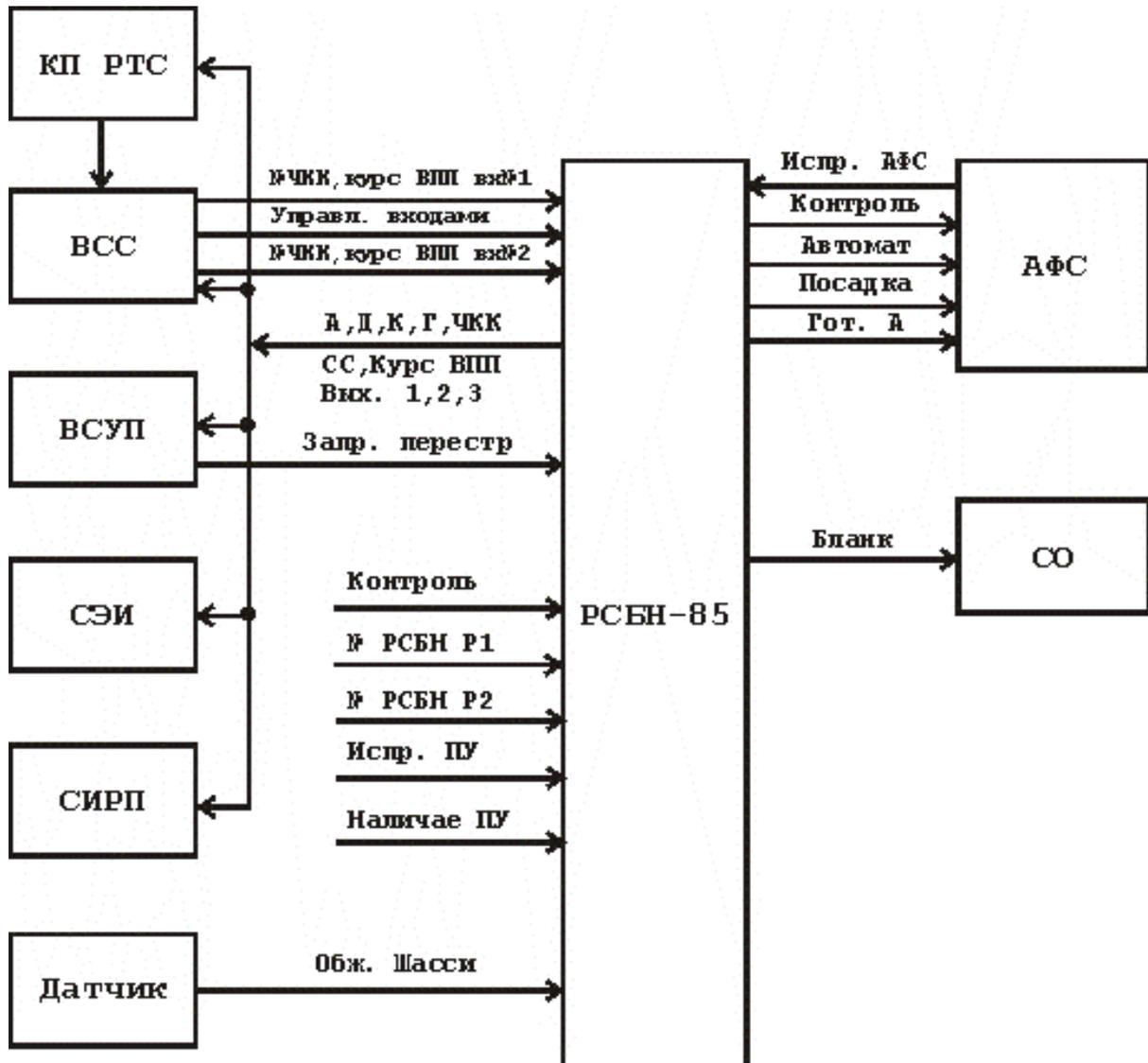


Рис. 1.2. Структура внешних связей РСБН-85

Структура слова «№ ЧКК и режимы работы»

Разряды	Информация	Примечание
1	2	3
1 – 8	Адрес 376 ₈	
9 – 10	Идентификатор № РСБН 9 р 10 р № РСБН ----- --- 1 0 № 1 0 1 № 2 1 1 № 3 0 0 не использует- ся	Для комплексов, где нумерация РСБН не требуется
11	Признак режима управления «Авт.»	
12, 13	Режимы работы 12 р 13 р Режим ----- - 0 0 Навигация 0 1 Нав. 2Д 1 0 Посадка 1 1 Резерв	
14	Резерв (0)	Зарезервирован для признака включения новых режимов
15 - 18	Единицы № ЧКК	
19 – 22	Десятки № ЧКК	
23	Сотни № ЧКК	
24	Признак режима «Опознавание»	
25	Резерв (0)	Зарезервирован для признака «Запрет излучения»
26	Резерв (0)	Зарезервирован для признака «Снижение мощности»
27	Тип радиомаяка 0 – всенаправленный 1 – направленный	

28	<p style="text-align: center;">В режиме</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">Нав.</td> <td style="width: 40%;"></td> <td style="width: 30%; text-align: right;">Нав. 2Д</td> </tr> <tr> <td>Пос.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">-----</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>Признак РМ</td> <td>Посадка</td> </tr> <tr> <td>ка</td> <td></td> <td>по</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>ПРМГ</td> </tr> </table>	Нав.		Нав. 2Д	Пос.			-----			-			0	Признак РМ	Посадка	ка		по			ПРМГ	
Нав.		Нав. 2Д																					
Пос.																							

-																							
0	Признак РМ	Посадка																					
ка		по																					
		ПРМГ																					
29	Резерв (0)																						
30, 31	<p style="text-align: center;">Матрица состояния</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">30 p</td> <td style="width: 20%;">31 p</td> <td style="width: 60%;">Состояние</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">-----</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>Данные готовы</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>Данные не готовы</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>Контроль</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>Не используется</td> </tr> </table>	30 p	31 p	Состояние	-----			-			0	0	Данные готовы	1	0	Данные не готовы	0	1	Контроль	1	1	Не используется	
30 p	31 p	Состояние																					

-																							
0	0	Данные готовы																					
1	0	Данные не готовы																					
0	1	Контроль																					
1	1	Не используется																					
32	Признак четности	1 при $\sum_1^{31} (\text{число_разр.}) = \text{чет.}$																					

К задачам управления аппаратурой имеют отношение входные разовые команды «Обжатие шасси» (от датчика обжатия шасси), «Запрет перестройки» (от ВСУП), «Контроль».

В режиме «Пос.» наличие команды «Запрет перестройки» запрещает перестройку № ЧКК и изменение режимов работы в не зависимости от прочих команд и сигналов. При наличии на момент подачи команды «Запрет перестройки» режима «Контроль», последний должен быть снят.

Команда «Запрет перестройки» в режиме «Нав» никакого воздействия на параметры настройки и режимы работы не оказывает.

Команда «Контроль» может быть подана от ВСС, наземной автоматизированной системы контроля (НАСК) и других источников и обеспечивает резервный вариант включения режима «Контроль».

При наличии команды «Обжатие шасси» прохождение разовой команды «Контроль» запрещено.

Разовые команды «Разряд 9», «Разряд 10» формируются замыканием на цепь корпуса соответствующих контактов разъема РСБН-85 и служат для присвоения номера комплекту РСБН-85 в пределах одного бортового комплекса. РСБН-85 воспринимает управляющую информацию в виде слова «№ ЧКК и режимы работы» только с идентификатором (разряды 9, 10), соответствующим присвоенному номеру.

Входные разовые команды «Наличие ПУ» и «Исправность ПУ» предна-

значены для приведения алгоритма контроля в соответствие с реальной комплектацией РСБН-85. Команда «Исправность ПУ» поступает из ПУ; команда «Наличие ПУ» формируется путем замыкания на цепь корпуса соответствующего контакта разъема.

Правила подключения цепей команд «Разряд 9», «Разряд 10», «Наличие ПУ» оговариваются в схемах РСБН-85.

Группа разовых команд «Гот. А», «Автомат», «Посадка», «Контроль», «Испр. АФС» предназначена для управления и обмена информацией с АФС. В режиме «Автомат» необходимая антенна коммутируется сигналами, поступающими в АФС непосредственно из ВСС. При отсутствии команды «Автомат» (в режиме ручного управления) в АФС происходит последовательное переключение антенн до появления сигнала «Гот. А». В режиме «Посадка» в АФС принудительно включается носовая антенна. В режиме «Контроль» АФС выдает РСБН-85 признак исправности, включаемый в РСБН-85 в выходное слово состояния.

Нормальная работа РСБН-85 в зоне обзора $0 - 360^{\circ}$ в горизонтальной плоскости обеспечивается взаимодействием АФС «Астра – 204» и «Астра – 96» с ВСС в части зон обзора антенн:

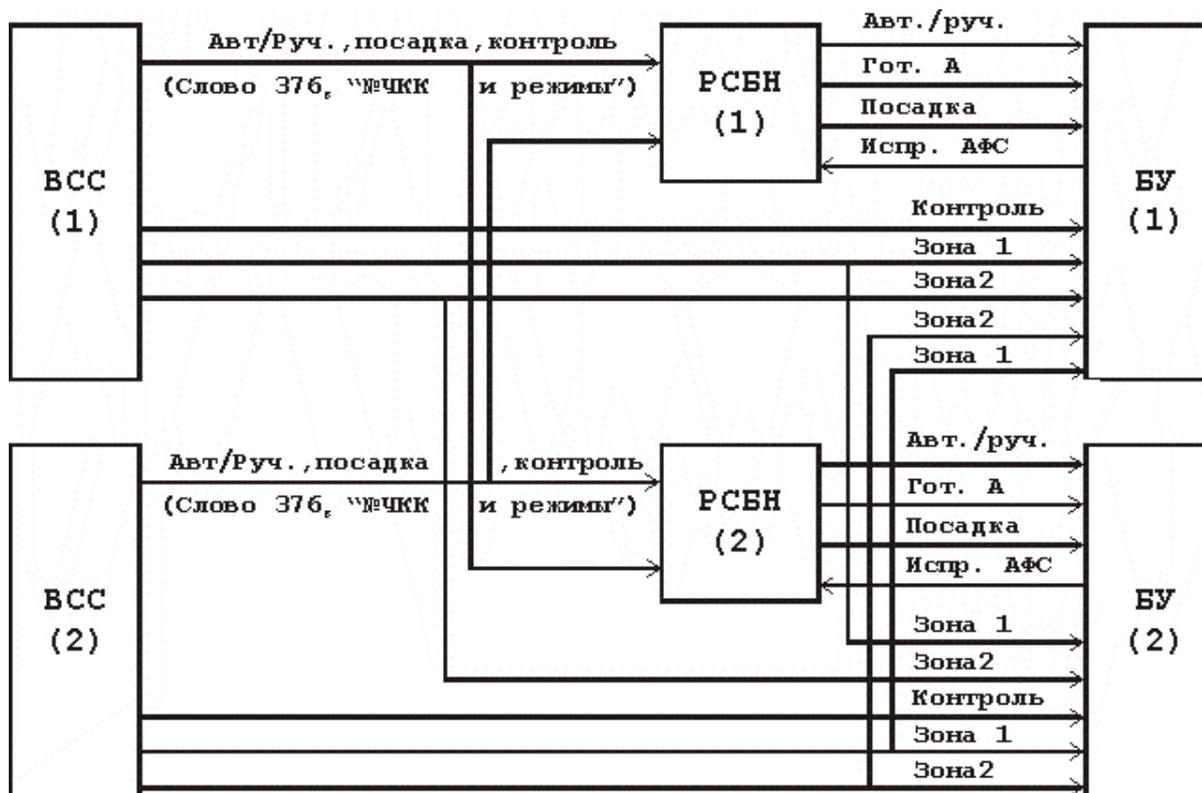
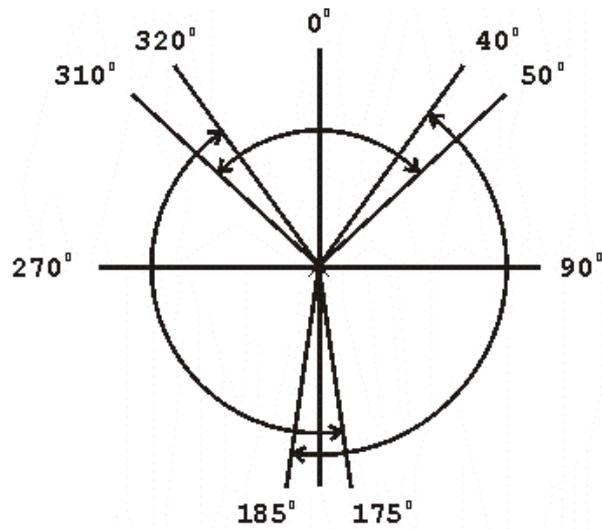


Рис. 1.3. Управление АФС в КС ЦПО

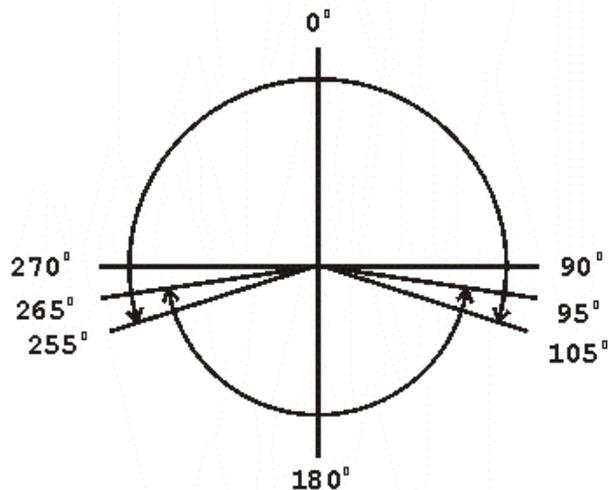
Зоны обзора антенн показаны на рис. 1.4.

Выходной импульсный сигнал «Бланк» (рис. 1.2) предназначен для бланкирования самолетного ответчика. Обратное бланкирование РСБН-85 от само-

летного ответчика не предусмотрено.



а) Трехантенная система



б) Двухантенная система

Рис. 1.4. Зоны обзора антенн

Выходная информация РСБН-85 представляет собой группу слов последовательного кода с постоянно повторяющейся циклограммой: ... А – Д - ξ_K - ξ_G - № ЧКК – СС - Курс ВПП –А Структура слов А, Д, СС представлена в таблицах 1.2 – 1.4.

РСБН-85 имеет два гальванически развязанных выхода последовательного кода. Выход № 2 имеет монтажное ответвление (выход № 3). Распределение потребителей информации РСБН-85 по выходам зависит от особенностей КС ЦПНО и согласовывается схемами и протоколами.

Структура слова «Азимут»

Разряды	Информация	Примечание
1 – 8	Адрес 235_8	
9, 10	Идентификатор № РСБН	Аналогично табл. 1.1
11	Признак снижения точности	
12 – 16	Свободные (0)	
17 – 28	Числовое значение азимута	Разряд 28 – старший (90^0)
29	0 – плюс 1 - минус	Информация передается в дополнительном коде
30, 31	Матрица состояния 30 р 31 р Состо- яние ----- --- 0 0 Преду- преждение об отказе 1 0 Данные не готовы 0 1 Тестовое значение 1 1 Данные готовы	
32	Признак четности	1 при $\sum_1^{31} (\text{число_разр.}) = \text{чет.}$

Таблица 1.3

Структура слова «Дальность»

Разряды	Информация	Примечание
1 – 8	Адрес 234 ₈	
9, 10	Идентификатор № РСБН	Аналогично табл. 1.1
11	Признак снижения точности	
12	Свободный (0)	
13 – 28	Числовое значение дальности	Разряд 28 – старший (250 км)
29	Свободный (0)	
30, 31	Матрица состояния	Аналогична табл. 1.2
32	Признак четности	1 при $\sum_1^{31} (\text{число} \text{ - } \text{разр.}) = \text{чет.}$

Таблица 1.4

Структура выходного слова состояния

Разряды	Информация	Примечание
1 – 8	Адрес 371 ₈	
9, 10	№ РСБН	Аналогично табл. 1.1
11	Исправность блока РСБН-85	
12	Свободный (0)	Зарезервирован для сигнала «Исправность ПУ»
13	Исправность вх 1	
14	Исправность вх 2	
15	Исправность АФС	
16 - 29	Свободное (0)	Зарезервированы для сигналов исправности ФКМ РСБН-85
30 - 31	Матрица состояния	Аналогично табл. 1.1
32	Признак четности	1 при $\sum_1^{31} (\text{число} \text{ - } \text{разр.}) = \text{чет.}$

1.4. Приемо-измерительное устройство

Приемо-измерительное устройство РСБН-85 обеспечивает:

- прием сигналов радиомаяков РСБН в соответствии с ОСТ 4 ГО.251.200 и ОСТ 4 ГО.251.207-80 и измерение азимута и наклонной дальности относительно радиомаяка и выдачу их значений потребителям;
- измерение наклонной дальности до двух ненаправленных радиомаяков и выдачу измеренных значений потребителям;
- прием сигналов посадочных радиомаяков типа ПРМГ в соответствии с ГОСТ 15827-70, измерение отклонения ВС от линии курса (ξ_K), глиссады (ξ_G), наклонной дальности до ретранслятора и выдачу измеренных значений потребителям;
- выдачу не кодированных сигналов «Запрос дальности» (ЗД) и «Ответ наземной индикации» (ОНИ) для запуска передающего устройства;
- прием слова «№ ЧКК» от внешних устройств управления.

Структура приемо-измерительного устройства.

Приемо-измерительное устройство разбито на четыре функционально законченных модуля:

- устройство высокочастотное ЕУ2.248.284;
- синтезатор частот ЕУ2.210.112;
- модуль обработки навигационно-посадочных сигналов ЕУ2.598.096;
- модуль питания ЕУ2.215.684.

Структурная схема приемо-измерительного устройства приведена на рис. 1.5.

Устройство высокочастотное.

Сигнал, принимаемый от радиомаяка, через разъем поступает на устройство высокочастотное, которое выполняет следующие функции:

- предварительное усиление и регулирование уровня сигнала;
- закрывание входа приемника при проведении контроля и по внешним командам;
- разделение сигналов на азимутальный и дальномерный тракты усиления;
- ввод имитируемых сигналов в режиме «Контроль».

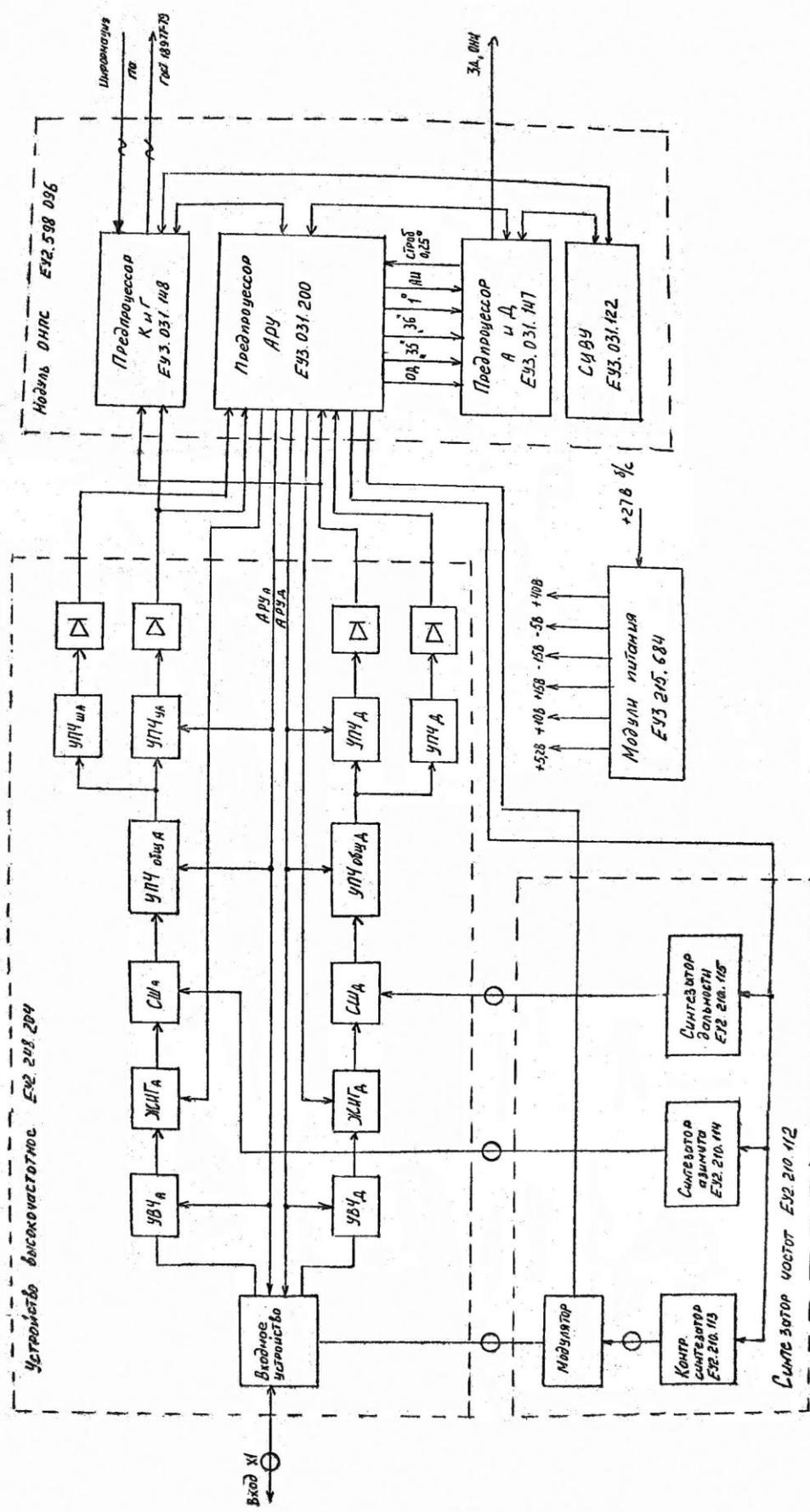


Рис. 1.5. Структурная схема приемо-измерительного устройства

Затем сигналы с выходов устройства усиливаются и преобразуются двумя идентичными трактами – азимутальным и дальномерным, которые отличаются только частотами настройки преселекторов на железоитриевых гранатах (ЖИГ) и сигналами синтезаторов, подаваемыми на смесители. Поэтому рассмотрим только один канал.

После усиления и регулирования уровня на УВЧ сигнал проходит через ЖИГ-преселектор, который служит для обеспечения избирательности по каналам побочного приема. Далее этот сигнал на смесителе преобразуется в сигнал промежуточной частоты и после усиления и дополнительного регулирования в УПЧ-общем разделяется на два канала:

- *широкополосный*, состоящий из УПЧ_ш и детектора, где производится усиление и детектирование импульсных сигналов;
- *узкополосный*, состоящий из УПЧ_{уз} и детектора, где производится усиление и детектирование азимутального сигнала и сигнала посадочного радиомаяка.

С выхода детекторов сигналы поступают на плату предпроцессора АРУ, а с выхода узкополосных трактов и на плату предпроцессора курса и глиссады.

Модуль обработки навигационно-посадочных сигналов.

Назначение плат, входящих в состав модуля обработки навигационно-посадочных сигналов (ОНПС), следующее:

- предпроцессор АРУ служит для:

- 1) преобразования амплитуд сигналов, поступающих с детекторов, в цифровой код;
- 2) обработки азимутального сигнала, в том числе фильтрации, защиты от помех, формирования азимутального импульса;
- 3) дешифрирования ответов дальности (ОД, опорных серий «35», «36», 1^0 , 2^0);
- 4) управления работой модуля синтезатора частот;
- 5) преобразования цифрового кода в напряжения АРУ азимутального и дальномерного трактов и токи управления ЖИГ-преселекторами каналов азимута и дальности;
- 6) формирования кодовых групп имитируемых сигналов;

- предпроцессор азимута и дальности служит для:

- 1) стробирования опорных сигналов «35», «36», 1^0 и ОД;
- 2) преобразования временных интервалов между принимаемыми импульсами в цифровой код;
- 3) формирования сигналов запроса и предзапроса дальности, ответа наземной индикации;

- предпроцессор курса и глиссады служит для:

- 1) фильтрации сигналов пачек с частотой заполнения 2100 Гц и 1300 Гц;

2) формирования отклонения ВС от заданных линий курса и глиссады ξ_K и ξ_G ;

3) обмена информацией с внешними системами в соответствии с ГОСТ 18977-79 и РТМ 1495-81.

• специализированное цифровое вычислительное устройство (СЦВУ) служит для:

1) измерения азимута и дальности до наземного радиомаяка РСБН в направленном и ненаправленном режимах;

2) измерения отклонения ВС от заданных линий курса и глиссады ξ_K и ξ_G и дальности в режиме «Посадка»;

3) измерения дальности до двух ненаправленных радиомаяков РСБН (режим 2D).

Функциональные элементы модуля обработки навигационно-посадочных сигналов:

Предпроцессор А и Д состоит из функциональных узлов:

- магистрального приемопередатчика (МПП);
- узла управления программным обменом;
- кварцевого генератора.

Узел цифрового обмена состоит из:

- формирователя синхроимпульсов;
- регистра выходного последовательного кода;
- регистра входного последовательного кода;
- преобразователей выходного последовательного кода;
- преобразователей входного последовательного кода;
- коммутатора входов.

Предпроцессор АРУ состоит из функциональных узлов:

- нелинейного фильтра непрерывного азимутального сигнала;
- формирователя азимутального импульса (ФАИ);
- узла аналого-цифрового преобразования сигналов с выходов УПЧ (АЦП);

• узла цифро-аналогового преобразователя (ЦАП);

• измерителя постоянной составляющей сигналов и уровня шумов (ШАРУ);

• узла дешифрирования импульсных сигналов;

• генератора тактовых импульсов (ГТИ).

Предпроцессоры А и Д, АРУ подключены в составе модуля ОНПС к общей шине – системной магистрали СЦВУ.

Предпроцессоры по отношению к СЦВУ представляют собой внешние устройства с 13 источниками и 14 приемниками данных. Программно доступными узлами предпроцессора А и Д являются регистры Rг P1, Rг СИ, Rг ДН,

счетчик Сч Д, счетчик задержки дальности (Сч τ_d), триггер 2^0 , а также регистр 1^0 , триггер ОНИ, триггер АЗО, входящие в узел стробирования и формирования запросов прерывания.

Программно доступными узлами предпроцессора АРУ являются регистр Рг Р2, АЦП, ЦАП, регистр управления синтезаторами.

Узел управления программным обменом является общим для всех предпроцессоров.

Программно доступные узлы модуля ОНПС осуществляют следующие функции:

Регистр Рг Р – 16-разрядный регистр, содержание разрядов которого приведено в табл. 1.5.

Таблица 1.5

Д А1 5	Д А1 4	Д А1 3	Д А1 2	Д А1 1	Д А1 0	Д А0 9	Д А0 8	Д А0 7	Д А0 6	Д А0 5	Д А0 4	Д А0 3	Д А0 2	Д А0 1	Д А0 0
В	В	В	Синтез В	ПД «Строб А3» В	«36» В	«35» В	ЗФ «Строб А3» В	«1 ⁰ » Н	В	Пауза В	Дальномер 2	Тип р/маяка Н	В	Посадка Н	Контроль Н

Активный уровень сигналов слов режима - низкий (Н) уровень напряжения на внутренней магистрали модуля ОНПС или высокий (В).

Разряд ДА04 «Дальномер 2» принимает постоянно значение «В» во всех режимах, кроме режима измерения двух дальностей «Навигация ВНР 2Д-Работа». В последнем случае разряд ДА04 устанавливается попеременно в состояние «В» и «Н», определяя номер ретранслятора дальномера, с которым идет работа.

Разряды ДА07-ДА11 устанавливаются в состояние «В» при поступлении сигналов «35» и «36», переднего (ПФ) и заднего (ЗФ) фронтов сигнала «Строб Аз.». В исходное состояние эти разряды устанавливаются сигналом «Продолжение обработки».

Регистр Рг СИ – 8-разрядный регистр, содержимое разрядов которого приведено в табл. 1.6.

Таблица 1.6

ДА0 7	ДА0 6	ДА0 5	ДА0 4	ДА0 3	ДА0 2	ДА0 1	ДА0 0
Слежение ДВ	Контроль ДВ	Контроль А	Контроль 36 В	Контроль 35 В	Контроль 1 ⁰ В	Слежение 1 ⁰ Н	Рабочая зона Н

Регистр Рг ДН – 12-разрядный регистр, в 11 младших разрядах которого записывается информация из Сч А о временном положении сигналов «1⁰», «35», «36», ПФ «Стоб Аз.». Цена младшего разряда – 0,814 мкс. Содержимое 12-го разряда формируется Тг 2⁰, устанавливаемым программно.

Счетчик Сч Д – 16-разрядный двоичный счетчик с входами и выходами считывания параллельного кода. Цена младшего разряда 0,1162 мкс, что соответствует 17.43 м. Программно в Сч Д записывается код начала полустроба дальногомера. Считывание данных о временном положении ответного дальномерного сигнала относительно начала полустроба осуществляется двумя командами:

- «Считывание младшего байта Сч Д»;
- «Считывание старшего байта Сч Д».

Счетчик Сч τ_d – 8-разрядный счетчик, в который программно записывается в младшем байте 16-разрядного слова данных величина задержки τ_d вобуляции запроса дальногомера, изменяющаяся в пределах 830,025 мкс (255 дискрет по 3,255 мкс).

АЦП – содержит 12-разрядный регистр данных. При обработке прерываний в режимах «Посадка-Работа» и «Посадка-Контроль» по курсовому и глиссадному каналам программно считываются данные из этого регистра в разрядах ДА00 – ДА11 (младший разряд – ДА00).

В модуле ОНПС использованы следующие прерывания:

- прерывание по сигналу 1⁰;
- прерывание по таймеру;
- прерывания, организуемые БИС КПр, по линиям А и Б.

По линии А прерывания осуществляются:

- в режимах «Навигация ВНР-Работа» и «Навигация НР-Работа» от сигналов: «35», «36», ПФ «Строб. Аз», ЗФ «Строб. Аз»;
- в режиме «Навигация-Контроль» – от контрольного сигнала;
- в режимах «Посадка-Работа» и «Посадка-Контроль» – от сигнала «Конец преобразования» АЦП.

По линии Б во всех режимах прерывания осуществляются от сигнала «Ответ Д стробир.».

Предпроцессор А и Д осуществляет следующие функции:

- преобразование в параллельный цифровой код временного положения сигналов азимутального и дальномерного каналов РСБН (сигналы «1⁰», «35», «36», «Аз. имп.», «Ответ Д»), поступающих с предпроцессора АРУ;
- прерывание программы СЦВУ при поступлении этих сигналов;
- выработку сигналов:
 - «Строб 0,25⁰ опер» для предпроцессора АРУ;
 - «ОНИ», «Запрос Д», «Предзапрос Д» для передатчика;
- преобразование сигналов курсового и глиссадного радиомаяков (выде-

ление синусоидальных колебаний частотой 1300 Гц и 2100 Гц, формирование их огибающих, аналого-цифровое преобразование отсчетов этих огибающих);

- прерывание программы СЦВУ при поступлении этих сигналов;
- прием и выдача информации последовательным биполярным кодом по ГОСТ 18977-79.

Предпроцессор АРУ осуществляет следующие функции:

- защита непрерывного азимутального сигнала от воздействия импульсной помехи;
- формирование азимутального импульса в режиме «Навигация ВНР-Работа»;
- измерение уровня постоянной составляющей (НГ) и шумов (ШАРУ) на выходах УПЧ_Ш;
- преобразование напряжения НГ, ШАРУ, амплитуд сигналов с выходов УПЧ_Ш, УПЧ_У в цифровой код;
- преобразование цифровых кодов в аналоговые сигналы, необходимые для: автоматической регулировки усиления азимутального и дальномерного каналов, управления частотой настройки ЖИГ-преселекторов, выставки порогов селекции импульсных сигналов;
- селекции по амплитуде и длительности импульсных сигналов, их декодирование;
- формирование кодовых групп контрольных сигналов в режимах «Контроль».

Обработка сигналов азимутального канала в режиме «Навигация ВНР-Работа» осуществляется следующим образом:

На вход предпроцессора АРУ с выхода УПЧ_{ША} поступают кодированные сигналы «35», «36», где селектируются по длительности и дешифрируются на дешифраторе сигналов - ДС опорный. С выхода УПЧ_{УА} на нелинейный фильтр предпроцессора АРУ поступает азимутальный сигнал (АС), где производится «очистка» АС от импульсной помехи, после чего на схеме формирователя азимутального импульса (ФАИ) вырабатывается азимутальный импульс (АИ).

Декодированные «35», «36» и АИ поступают на предпроцессор А и Д. Информация о временном положении каждого из этих сигналов устанавливается в соответствующем разряде Рг Р и формируется запрос прерываний. В программе обработки прерывания СЦВУ вводит данные из Рг ДН, Рг Р и формирует сигнал «Продолжение обработки». После этого Рг ДН, Рг Р готовы к приему следующего сигнала.

Обработка сигналов азимутального канала осуществляется с помощью следующих программ:

- таймерная программа (обслуживает также и другие каналы обработки сигналов);
- программа выработки напряжения АРУ азимутального сигнала;

- программа обработки прерываний по сигналам «35», «36» и АИ.

В программе выработки напряжения АРУ азимутального сигнала производится нахождение максимума АС и формируется код на ЦАП, соответствующий необходимому напряжению АРУ.

В программе обработки прерываний по сигналам «35», «36», АИ производится обнаружение этих сигналов, определение временного положения «Северного совпадения» и АИ, измерение азимута.

Обработка сигнала «1⁰» осуществляется в программе обработки прерывания по «1⁰». При этом под управлением программы формируются стробы для сигнала «1⁰». В программе осуществляется поиск с последовательным обнаружением.

В программе обработки по таймеру реализованы:

- счет числа прерываний до 360_{10} ;
- подготовка данных для стробирования сигналов «35», «36», «1⁰», «Ответ дальности» (ОД);
- формирование запросов дальномера (ЗД);
- подготовка данных для выдачи и приема последовательного кода.

Обработка сигналов дальномерного канала осуществляется следующим образом: на вход предпроцессора АРУ с выхода УПЧ_{ШД} поступают кодированные сигналы, где селектируются по длительности и дешифрируются на дешифраторе сигналов - ДС дальний.

Под управлением программы обработки прерываний по таймеру формируются сигналы «Предзапрос Д» и «ЗД» с частотами, указанными в табл. 1.7.

Таблица 1.7

Режим	Начальная задержка ОД, мкс	Средняя частота ЗД, Гц
«Контроль»	1652.7	150
«Навигация ВНР-Работа»	185.7	Поиск – 150 Слежение – 30
«Навигация НР-Работа»	63.3	150
«Посадка-Работа»	185.7	Поиск – 150 Слежение – 30

Сигнал «ЗД» разрешает подачу на вход Сч Д импульсов кварцевого генератора с периодом 0.1162 мкс и одновременно поступает на передатчик.

В программе обработки прерывания по «ОД» осуществляется обработка сигнала «Ответ Д стробир.», получаемого в узле формирования запросов прерывания из прошедших через полустроб следящей системы сигналов:

- контрольного сигнала «Стоп К» в режиме «Контроль»;
- «ОД» – в остальных рабочих режимах.

Сигнал «Ответ Д стробир.» закрывает полустроб, останавливает Сч Д и

поступает в качестве запроса прерывания по линии «Б».

Программа обработки прерывания по «ОД» осуществляет:

- ввод данных из Сч Д;
- поиск, обнаружение «ОД» и измерение дальности.

1.5. Построение устройства высокочастотного

Назначение.

Устройство высокочастотное (УВ) предназначено для работы в составе аппаратуры ближней навигации ВС и системы посадки дециметрового диапазона.

В режиме «Навигация» устройство высокочастотное осуществляет прием сигналов наземных маяков, их усиление и детектирование. Сигналы с выходов УВ поступают на модуль первичной обработки.

В режиме «Посадка» УВ осуществляет прием сигналов посадочных радиомаяков дециметрового диапазона, их усиление и детектирование.

Основные технические данные.

- Диапазоны принимаемых частот при работе с всенаправленным маяком:
 - для сигналов опорных «35», «36» и азимутального 873.6 – 903.7 МГц
 - 905.1 – 935.2 МГц
 - для ответа дальности и 2⁰ 939.6 – 1000.5 МГц
- Диапазон частот при работе с направленным маяком для всех сигналов
 - 873.6 – 903.7 МГц
 - 905.1 – 935.2 МГц
 - 939.6 – 1000.5 МГц
- Чувствительность УВ
 - по тракту гладкого азимутального сигнала не хуже минус
128 дБ/Вт
 - по тракту ОД и 2⁰ не хуже минус
115 дБ/Вт
 - при работе с направленными маяками не хуже минус
109 дБ/Вт
- Потребление не более 7 Вт
- Избирательность по каналам побочного приема (КПП) не менее 60 дБ
- Избирательность по соседнему каналу не менее 60 дБ
- Динамический диапазон входных сигналов при подаче АРУ не менее 80 дБ
- Промежуточная частота 63 МГц

Состав.

УВ представляет собой совокупность связанных между собой подложек:

Подложка входного фильтра	1 шт.
" аттенюатора	4 шт.
" ответвителя	1 шт.
" УВЧ	3 шт.
" ДМ	1 шт.
Полосовой перестраиваемый фильтр (типа ЖИГ)	2 шт.
Подложка смесителя	2 шт.
Подложка усилителя промежуточной частоты	16 шт.
Фильтр на поверхностных акустических волнах (ПАВ)	4 шт.
Подложка линейного детектора	2 шт.
Подложка детектора-дискриминатора	2 шт.
Подложка термостабилизации	4 шт.
Подложка АРУ	2 шт.
Подложка контроля	1 шт.

Описание функциональной схемы.

Построение функциональной схемы УВ определяется тем, что в навигационных радиомаяках с всенаправленной диаграммой излучения и в посадочных маяках сигналы излучаются одновременно на двух несущих частотах. Поэтому УВ имеет два параллельных приемных тракта приема сигналов. Оба тракта выполнены по супергетеродинной схеме с одним преобразованием частоты.

Принимаемые сигналы фильтруются в микрополосковом преселекторе А1, выполненном на шпилечных резонаторах, преимуществом которых является отсутствие заземления на концах резонаторов и компактность конструкции. Фильтр имеет ширину полосы пропускания (по уровню 3 дБ) приблизительно 130 МГц и обеспечивает необходимое подавление помех вне рабочего диапазона, в том числе и по зеркальному каналу побочного приема.

Дальше сигнал поступает на управляемый аттенюатор, состоящий из двух пар рп диодов А2 и предназначенный для регулировки усиления, а также для защиты от мощных помех УВЧ (А4). Усилитель высокой частоты создан в виде монолитной интегральной схемы на арсениде галлия. Этот усилитель обеспечивает коэффициент усиления 18...20 дБ в диапазоне 0,7 – 1,2 ГГц и коэффициент шума не хуже 5 дБ.

Затем сигнал поступает на делитель мощности и тракт разделяется на два идентичных тракта (азимутальный и дальномерный). Сигнал после разветвления поступает на управляемый аттенюатор А6, УВЧ А7 и фильтр Z1, представляющий собой монокристалл железитриевого граната, который помещен в

пространстве между двух взаимно-перпендикулярных полей – постоянного магнитного и СВЧ. При определенном сочетании внешних магнитного и СВЧ полей в силу физических свойств феррита возникает резонанс. Изменяя напряженность подмагничивающего поля по сигналам «Управление ЖИГ-А» и «Управление ЖИГ-Д», можно менять резонансную частоту. Ширина полосы пропускания ЖИГ-преселектора приблизительно 15 МГц. Крутизна скатов примерно соответствует 1 дБ/МГц. Поэтому наиболее опасный канал побочного приема, отстоящий на половину промежуточной частоты (32.5 МГц, оказывается подавлен всего лишь на 30 дБ, что в совокупности со смесителем А8, выполненным по балансной схеме, дает 60 дБ избирательности по каналам побочного приема.

Смеситель А8 является широкополосным, что достигается использованием направленного ответвителя со сложной связью типа Ланге. Балансные смесители с такими ответвителями имеют развязку более 15 дБ при КСВН не хуже 1.5.

Подавление за полосой не менее 40 дБ при расстройке на 0,7 МГц от центральной частоты.

Для уменьшения искажений формы сигнала, вызванных ограниченной динамикой каскадов промежуточной частоты, применена схема ОК-ОБ включения дифференциальной пары транзисторов. Важной особенностью такого ограничителя является хорошая стабильность фазо-частотной характеристики в режиме ограничения в частотном диапазоне до $f_{ГР} \approx 150$ МГц, что объясняется независимостью рабочей точки ограничителя от сигнала и отсутствием режима насыщения по коллекторному напряжению в полосе до нескольких октав.

С выхода смесителя сигналы поступают на усилитель промежуточной частоты с регулировкой по цепи ШАРУ, предназначенной для поддержания постоянным уровня коэффициента передачи и выходных шумов приемоусилительного тракта.

После аттенюатора, предназначенного для автоматической регулировки усиления, каждый тракт (азимутальный и дальномерный) разделяется на узкополосный ($\Delta f \approx 350$ кГц) и широкополосный ($\Delta f \approx 1$ МГц).

В узкополосном тракте сигналы, пройдя 4 подложки усилителя промежуточной частоты, поступают на вход линейного детектора. Необходимость линейного детектора вызвана тем, что при работе с посадочными маяками отклонение ВС от равносигнальной зоны определяется по амплитудному соотношению меандров 2100 и 1300 Гц.

С целью обеспечения избирательности по соседнему каналу через 0,7 МГц для сигналов с узкой полосой спектра и уменьшения габаритов УВ применены узкополосные полосовые фильтры на поверхностных акустических волнах, представляющие собой пьезоэлектрическую пластину, устанавливаемую в стандартный корпус 151.15-1.

Частотная характеристика этого фильтра определяется конфигурацией преобразователя и числом штыревых электродов.

Выбрано симметричное расположение выходного встречно-штыревого преобразователя.

В широкополосном тракте сигналы, пройдя 3 подложки усилителя, поступают на частотно-избирательный детектор (детектор-дискриминатор), предназначенный для обеспечения избирательности по соседнему каналу через 2,8 МГц импульсных сигналов, имеющих широкий частотный спектр.

Схемы термостабилизации служат для компенсации уходов параметров усилителей при различных климатических условиях.

В режиме встроенного контроля ВЧ сигналы с контрольного выхода синтезатора поступают на вход «Контроль ВЧ» УВ. Далее контрольные сигналы через контрольный аттенюатор, который в режиме «Работа» заперт, поступают на ответвитель, а с его выхода на вход УВЧ и далее аналогично, как в режиме «Работа». С целью обеспечения защиты от внешних помех при работе в режиме «Контроль» входной аттенюатор закрыт.

Конструкция.

Все платы УВ, кроме фильтров типа ЖИГ и ПАВ, представляющих отдельные конструкции, выполнены на стандартных подложках с толщиной 0,5 мм.

С целью уменьшения взаимовлияния отдельные подложки разделены перегородками между собой.

1.6. Построение синтезатора частот

Синтезатор частот (СЧ) должен обеспечивать следующие характеристики выходного сигнала:

- 1) три одновременно генерируемые сетки частот;
- 2) диапазоны генерируемых частот:

- азимутальный канал гетеродина	810,6 – 840,7 МГц;
- дальномерный канал гетеродина	1002,6 – 1063,5 МГц;
- канал сигналов контроля	873,6 – 1000,5 МГц;
- 3) шаг сетки частот для всех трех каналов 0.7 МГц;
- 4) количество частот:

- азимутальный канал	88;
- дальномерный канал	88;
- канал контроля	176;
- 5) стабильность выходной частоты $50 \cdot 10^{-6}$;
- 6) уровень выходных сигналов:

- для непрерывного сигнала азимутального и дальномерного каналов	0.8 – 2.5 мВт;
- для импульсного контрольного сигнала	минус 60 – 80 дБ;

7) уровень побочных колебаний в выходном спектре сигналов азимутального и дальномерного каналов

не хуже минус 55 дБ
в диапазоне 60 – 3000 МГц;

8) скорость перестройки с канала на канал

не более 100 мс.

Структурная схема синтезатора частот приведена на рис. 1.6.

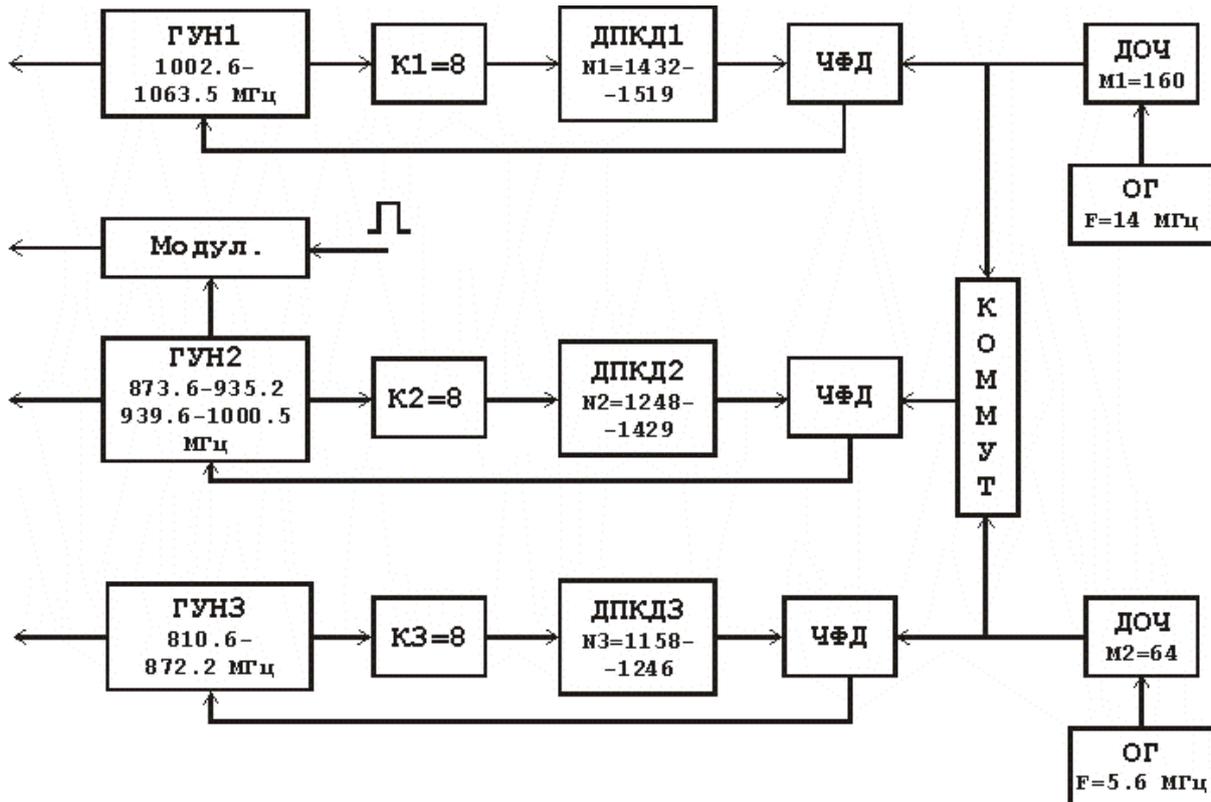


Рис. 1.6. Структурная схема синтезатора частот

Используемые обозначения:

ГУН – генератор, управляемый напряжением;

К – коэффициент деления СВЧ делителя частоты (ДЧ);

ДПКД – делитель частоты с переменным коэффициентом деления;

ЧФД – частотно-фазовый детектор;

ДОЧ – делитель опорной частоты;

ОГ – опорный генератор.

Схема включает в себя три идентичных кольца ФАПЧ, обеспечивающих одновременную генерацию трех сеток частот. Кратко рассмотрим работу одного из каналов синтезатора частот, например, азимутального.

В структурной схеме опущены вспомогательные цепи согласования, такие

как делители мощности, аттенюаторы, направленные ответвители, фильтры, формирователи напряжения.

Азимутальный канал синтезатора выполнен по схеме с непосредственным (без преобразования) делением частоты. Часть выходного сигнала ГУН подается на СВЧ делитель частоты, где осуществляется деление сигнала по частоте на 8. Этот, в принципе, нежелательный этап деления частоты необходим для того, чтобы понизить входные частоты ДПКД до значений менее 200 МГц. Это значение входной частоты для ДПКД является предельным, особенно, малопотребляющих ДПКД.

Коэффициент деления ДПКД изменяется в пределах 1158 – 1246 путем подачи на его управляющие входы соответствующего двоичного кода. Сигнал с выхода ДПКД поступает на один из входов ЧФД, на другой вход которого подается опорный сигнал, формируемый путем деления сигнала ОГ в 64 раза в делителе опорной частоты. Форма сигналов с ДПКД и ДОЧ – импульсы положительной полярности – определяется структурой этих узлов.

При равенстве частот на входах ЧФД, т.е. в режиме синхронизации, на его выходе вырабатывается сигнал постоянного напряжения, пропорциональный по величине разности фаз сравниваемых сигналов.

Этот сигнал через фильтр нижних частот (на схеме не показан) поступает на управляющий вход ГУН и управляет его частотой, поддерживая режим синхронизма в кольце ФАПЧ. При изменении коэффициента деления ДПКД сигнал на выходе ЧФД изменится по величине, а значит изменится и частота на выходе синтезатора.

Частотно-фазовый детектор кроме функций фазового детектора выполняет еще и роль устройства, осуществляющего перестройку ГУН по частоте в режиме поиска, необходимую для введения кольца ФАПЧ в режим синхронизации. Это связано с тем, что полоса синхронизации кольца ФАПЧ невелика. Поэтому при большой разности частот на входах ЧФД на его выходе формируется пилообразное напряжение, которое перестраивает ГУН во всем диапазоне выходных частот до момента наступления режима синхронизма.

1.7. Унифицированное передающее устройство

Унифицированное передающее устройство (УПУ) предназначено для формирования ВЧ импульсов запроса дальномера бортового оборудования РСБН, ответа для наземного индикатора кругового обзора (ИКО) и индивидуального опознавания ВС.

Основные параметры УПУ:

- Выходная мощность 550 – 1500 Вт
в импульсе
- Диапазон рабочих частот 726 – 813 МГц
- Количество рабочих частот 44
- Нестабильность ± 150 кГц

• Количество частотно-кодовых каналов	176
• Длительность излучаемых импульсов	$(1,5 \pm 0,3)$ мкс
• Нестабильность кодовых интервалов	$\pm 0,2$ мкс
• Управление ЧКК и режимами	биполярным последовательным двоичным кодом по ГОСТ18977-79
• Потребляемая мощность по цепи +27 В	35 Вт
• Масса	не более 4 кг

В состав передающего устройства входят:

- синтезатор сетки стабилизированных кварцем излучаемых частот;
- усилитель мощности ВЧ сигналов;
- шифратор кодов запросных и ответных сигналов с декодером сигналов, управляющих частотой, кодами и режимами передатчика;
- плата сопряжения с устройствами защиты передатчика от перегрузки и встроенного контроля работоспособности передатчика;
- модуль источников питания узлов и субблоков передатчика.

В связи с необходимостью обеспечения стабилизации частоты передающего устройства на 44-х рабочих частотах, в качестве возбудителя передатчика используется синтезатор сетки частот, стабилизированных опорным кварцевым генератором. Схема построена по методу синтеза частот с делителем частоты с переменным коэффициентом деления (ДПКД), включенным в кольцо ФАПЧ, что обеспечивает повышение спектральной чистоты выходного сигнала передатчика. Выходная мощность синтезатора, выдающего непрерывный сигнал на рабочих частотах передатчика, – порядка 50 мВт.

Сигнал с синтезатора частот поступает на транзисторный усилитель мощности ВЧ. Выходная мощность получается путем суммирования мощностей 4-х параллельно работающих усилителей. Предоконечный каскад состоит из двух суммируемых усилителей. Общий коэффициент усиления составляет не менее 43 дБ, что обеспечивает мощность на выходе усилителя порядка 1 кВт в импульсе. Используется импульсная коллекторная модуляция.

Для обеспечения подавления высших гармонических составляющих выходного сигнала транзисторного УВЧ к его выходу подключен фильтр нижних частот ФНЧ, обладающий потерями в рабочем диапазоне частот передатчика порядка 1 дБ и затуханием на частотах выше $f_{\text{изл}}$ не менее 20 дБ.

В качестве развязывающего ВЧ устройства при работе передающего устройства на общую с приемным устройством антенну используется ферритовый циркулятор, обеспечивающий развязку между ними 20 дБ и вносящий потери по трактам передачи и приема около 1 дБ.

Шифратор кодов РСБН служит для формирования временных интервалов кодовых посылок «Запрос Д» (запрос дальности) и «Ответ НИ» (ответ наземной индикации) при поступлении на входы передатчика одиночных импульсов запуска и нормирования выходных импульсов по длительности и амплитуде. Шифратор представляет собой двоичный счетчик импульсов, период которых стабилизирован кварцем, с матрицами выборки импульсов кодовой посылки.

Декодер биполярного последовательного двоичного кода формирует сигналы управления синтезатором частот каналов, кодами шифратора и режимами работы передатчика.

Декодер содержит в своем составе приемник биполярных сигналов, преобразователь последовательного кода в параллельный и запоминающее устройство.

Устройство сопряжения передатчика играет роль коммутатора и преобразователя модулирующих, контрольных и стимулирующего сигналов в зависимости от режимов работы передатчика.

Таблица 1.8

Выходные кодовые информационные посылки

№ п/п	Импульсы запуска	Кодовый интервал, мкс			
		«Код 1»	«Код 2»	«Код 3»	«Код 4»
Режим «Навигация» (Свод – Дорога)					
1	Запрос Д	0-25	0-19	0-21	0-23
2	Ответ НИ	0-9-16	0-5-14	0-5-16	0-9-14
Режим «Навигация» (Свод – Дорога, Оpoznание)					
3	Ответ НИ (двукратный ответ с интервалом 64 мкс)	0-9-16	0-5-14	0-5-16	0-9-14
Режим «Навигация» (Поле – Привод)					
4	Запрос Д	0-15-25	0-15-19	0-15-21	0-15-23
5	Ответ НИ (двукратный ответ с интервалом 96 мкс)	0-9-16	0-5-14	0-5-16	0-9-14
Режим «Навигация» (Поле – Привод, Оpoznание)					
6	Ответ НИ (четырекратный ответ с интервалами 64, 96 и 160 мкс между передними фронтами групп ответов)	0-9-16	0-5-14	0-5-16	0-9-14

Задачей входящей в устройство сопряжения схемы защиты от перегрузки является ограничение скважности излучаемых импульсов с целью предотвращения выхода из строя энергоемких элементов передатчика и в первую очередь мощных СВЧ транзисторов в выходных каскадах.

Имеющаяся в устройстве сопряжения схема встроенного контроля оценивает работоспособность передающего устройства, т.е. возможность выполнения заданных функций с обеспечением требуемых параметров. Контролем охвачены основные узлы и субблоки передатчика – синтезатор, УВЧ, шифратор, и источник питания.

При наличии сигнала «Контроль» (разовая команда или сигнал, полученный дешифратором матрицы, – последовательного 32-разрядного кода) схема шифратора переходит в режим контроля. При этом входной импульс контроля формирует кодовую импульсную последовательность (ИП), соответствующую импульсу запуска «Запрос Д». В схеме контроля и формирования кодовых ИП осуществляется подсчет импульсов за соответствующий интервал времени и при совпадении с заданным числом формируется сигнал «Исправность».

Встроенным контролем охвачены основные параметры передатчика – выходная импульсная мощность и стабильность частоты излучаемых сигналов. Датчиком уровня импульсной мощности является ВЧ детектор в направленном ответвителе на выходе транзисторного УВЧ передатчика, обеспечивающий вместе со схемой фиксации порога срабатывания точность контроля нижнего предела выходной мощности не более 50 %. Учитывая, что для транзисторов более характерны внезапные, полные отказы (по сравнению с частичной потерей эмиссии в генераторных лампах), приводящие к снижению коэффициента передачи усилителя порядка 10 дБ, указанная точность контроля уровня выходной мощности обеспечивает высокую, как показывает практика эксплуатации аналогичных транзисторных передатчиков, достоверность регистрации отказа транзисторного каскада в высокочастотном тракте передатчика соответствующую величине 0.99.

Стабильность выходной частоты передатчика контролируется в синтезаторе частот с помощью частотного детектора. Контролируется наличие сигнала «Захват частоты». Его наличие означает, что уход частоты от номинала не превышает ± 150 кГц.

2. Метеонавигационная радиолокационная станция МНРЛС-85

2.1. Назначение и технические характеристики

Метеонавигационная радиолокационная станция МНРЛС-85 устанавливается на самолётах Ту-204, Ту-334, Ил-96, Ил-114. МНРЛС-85 предназначена для работы в составе комплексов стандартного цифрового пилотажно-навигационного оборудования, а также в составе модернизированных комплексов пилотажно-навигационного оборудования, на борту магистральных самолетов и самолетов местных воздушных линий гражданской авиации. МНРЛС-85 в любых метеословиях, днем и ночью обеспечивает решение следующих задач:

- обзор земной поверхности с целью решения навигационных задач;

- обзор воздушного пространства с целью обнаружения, оценки и индикации опасных для полетов очагов облачных структур.

Основные тактико-технические характеристики МНРЛС-85.

Дальность обнаружения, на высоте 7000...9000 м:

- зон грозовой деятельности, км	550
- особо крупных промышленных центров и городов, км	590
- областных городов и промышленных центров, км.	300...360
Сектор азимутального обзора станции, град	± 90
Разрешающая способность по углу, град	не более 3,4
Показатель потенциала (расчетный), дБ	не менее - 220
Разрешающая способность по дальности, км:	
- диапазон дальности 38 км	0.15
- диапазон дальности 150 км	0.6
- диапазон дальности 600 км	2.4
Режимы работы станции	«Земля», «Метео», «Сектор», «Контроль», «Стабилизация»
Зона обзора по азимуту, град	не менее ± 90
Время одного обзора, сек	не более 6
Диапазон ручного наклона антенны, град	± 15
Стабилизация луча антенны при эволюциях самолета, град:	
- по крену	не менее ± 30
- по тангажу	не менее ± 20
Число элементов разрешения по дальности, выдаваемых по шине данных на индикатор	256
Дискретность выдачи информации по азимутальному положению антенны, град	0,175
Ширина диаграммы направленности в горизонтальной (вертикальной) плоскости, град:	3,4

Уровень боковых лепестков диаграммы направленности антенны, дБ	не менее - 25
Рабочая частота, МГц	9345 ± 15
Импульсная излучаемая, мощность, кВт	не менее 15
Чувствительность приемника, дБ/мВт	не менее 100
Динамический диапазон ручной регулировки усиления, дБ	не менее 30
Номинальная мощность потребления, ВА	не более 350
Масса комплекта без рамы и волноводного тракта, кг:	
МНРЛС-85-96 и МНРЛС-85-204	50
МНРЛС-85-114	35

2.2. Общие сведения и принцип работы

Работа МНРЛС-85 основана на излучении в узком луче диаграммы направленности антенны мощных радиочастотных импульсов, приеме, усилении, цифровой обработке и накоплении сигналов, отраженных от земной поверхности, наземных, надводных объектов, гидрометеорообразований, и отображении радиолокационной информации на экранах системы электронной индикации (СЭИ) или автономных индикаторов.

Обзор пространства осуществляется диаграммой направленности антенны, сканирующей в азимутальной плоскости под разными углами места.

Антенна представляет собой волноводно-щелевую решетку, управление движением антенны осуществляется 32-х разрядными кодовыми словами, поступающими из приемопередатчика. Управление режимами работы МНРЛС-85 «Контроль», «Земля», «Метео» и подрежимами «Стабилизация», «Сектор» производится нажатием соответствующих клавиш на пульте управления.

Решение задач управления антенной, автоматической подстройки частоты, автоматической регулировки уровня шумов, контроль работоспособности и задание режимов осуществляется с помощью расположенной в приемопередатчике специализированной микропроцессорной системы.

Для стабилизации положения диаграммы направленности антенны МНРЛС-85 принимает цифровую информацию об углах крена и тангажа от бортовых датчиков пространственного положения в виде 32-х разрядных кодовых слов.

В режиме «Метео» производится обзор воздушного пространства, обнаружение гидрометеорообразований, выдача информации об их опасности по уровню радиолокационной отражаемости.

В режиме «Земля» производится обзор земной поверхности и получение радиолокационной карты местности.

В режиме «Контроль» производится проверка работоспособности МНРЛС-85 с выдачей информации об отказах на экраны СЭИ или автономные индикаторы.

Режим «Расширенный контроль» (РК) предусматривает предполетный контроль работоспособности МНРЛС-85. Команда РК поступает от системы сбора и локализации отказов (ССЛО). При этом МНРЛС-85 переходит в режим контроля собственной работоспособности и исправности входных каналов связи с взаимодействующей аппаратурой, а по окончании контроля формирует и выдает в СЭИ данные о техническом состоянии блоков и исправности входных каналов связи.

В МНРЛС-85 предусмотрены непрерывный встроенный контроль исправности блоков с индикацией неисправного блока на экране индикатора, а также индикация отказа сменного модуля приемопередатчика на светодиодном, расположенном на его лицевой панели.

Подрежим «Сектор» обеспечивает сужение сектора обзора по азимуту до величины $\pm 45^{\circ}$ для уменьшения периода возобновления информации.

При включении подрежима «Стабилизация» происходит стабилизация диаграммы направленности антенны в пространстве при кренах и тангажах самолета.

Подрежим «Сигнализация» обеспечивает обнаружение впереди самолета в секторе $\pm 15^{\circ}$ опасного гидрометеообразования на высоте полета.

Подрежим включается автоматически при отключении режима «МНРЛС» на ПУ СЭИ правого и левого пилотов, а также при неисправности линий связи с ПУ СЭИ правого и левого пилотов (при работе в составе КСЦПНО).

2.3. Встроенная система контроля

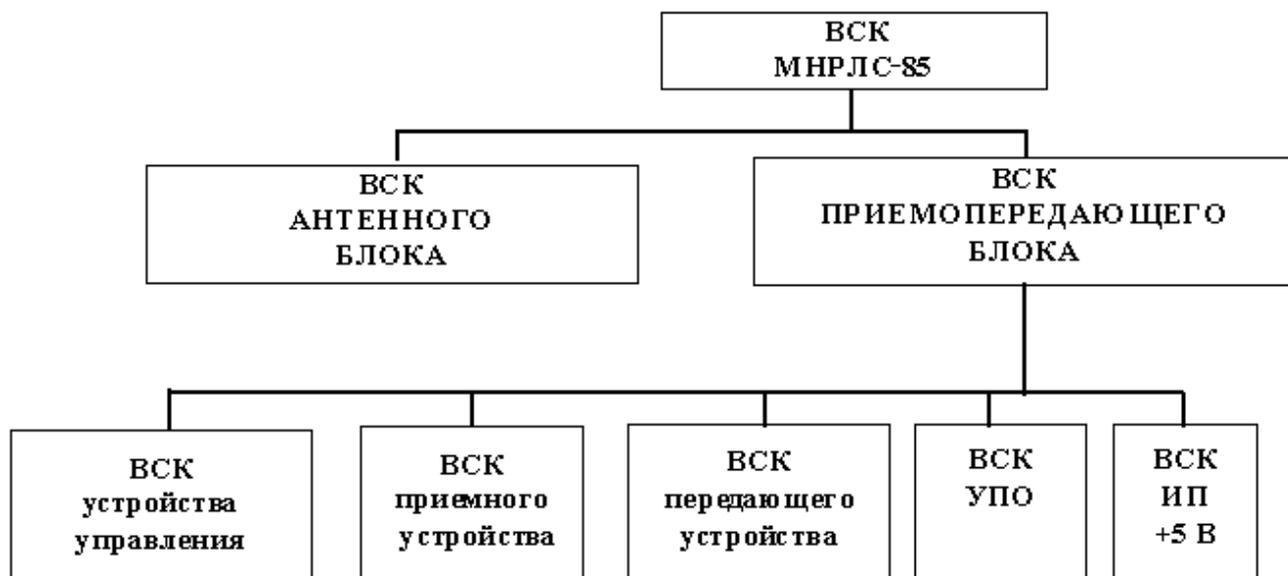
Контроль работы МНРЛС-85 осуществляет встроенная система контроля (ВСК). ВСК на основании анализа работоспособности антенного блока, пульта управления МНРЛС, приемопередающего блока формирует и передает по скоростной шине данных (ШД) результаты контроля в виде сигналов:

- исправность (отказ) антенны (разряд 24);
- исправность (отказ) ПУ МНРЛС (разряд 23);
- исправность (отказ) приемопередатчика (разряд 25).

Контроль сигналов от систем КСЦПНО осуществляется:

- по факту наличия (отсутствия) слов;
- по биту «четность» (разряд 32);
- по разрядам матрицы состояния (разряды 30, 31).

В случае обнаружения отказов ВСК формирует и передает по скоростной ШД результаты контроля в виде соответствующих сигналов.



Структурная схема ВСК приведена на рис. 2.1.

Рис. 2.1. Структурная схема ВСК МНРЛС-85

ВСК антенного блока осуществляет контроль работоспособности антенного блока по интегральному показателю - сигналу «Динамическая ошибка» (ДО) и сигналу «Разрешение включения высокого напряжения» (РВН).

Сигнал ДО характеризует следующие параметры антенного блока:

- динамическая ошибка следящей системы азимута;
- динамическая ошибка следящей системы наклона;
- наличие напряжения + 27 В питания двигателей азимута и наклона.

Исправность ДО - наличие сигнала «+ 27 В», отказ - отсутствие сигнала.

Сигнал РВН характеризует положение антенны по наклону относительно значения 25° при установке (включении) режима «Контроль» или «Расширенный контроль».

При положении антенны выше 25° по наклону вырабатывается сигнал «+ 27 В», при положении антенны ниже 25° - сигнал отсутствует.

При отказе следящих систем возрастает динамическая ошибка (контролируется компараторами) и отсутствует сигнал «+ 27 В».

Результаты контроля передаются по двум однопроводным линиям в приемопередающий блок.

ВСК приемопередающего блока осуществляет:

Контроль ПУ МНРЛС - по наличию (отсутствию) управляющего слова, поступавшего в приемопередающий блок из пульта управления. При наличии управляющего слова ВСК используется информация бита «четность» и разря-

дов матрицы состояния.

Информация об отказе ПУ МНРЛС передаётся в 23 разряде информационного слова скоростной ШД (логическая «1»).

Контроль антенного блока — по наличию (отсутствию) сигнала ДО и сигнала РВН, поступающих из антенного блока.

Информация об отказе антенны передается в 24 разряде информационного слова скоростной ШД (логическая «1»).

ВСК постоянно анализирует информацию РВН и установленный режим работы МНРЛС-85.

В том случае, если установлен режим «Контроль» или РК и антенна находится ниже значения 25^0 по наклону, то в 16 разряде информационного слова скоростной ШД передает информацию «СВЧ откл.» (логическая «1»).

Контроль приемопередающего блока заключается в проверке узлов и устройств, входящих в блок. ВСК контролирует и выдает на светодиодный дисплей блока сигналы исправности (неисправности):

- устройства управления (светодиод «У»);
- приемного устройства (светодиод «П»);
- передающего устройства (светодиод «М»);
- узла питания объединенного (светодиод «О»);
- источника питания + 5 В (светодиод «И»).

ВСК формирует сигнал отказа приемопередающего блока (логическая «1»).

В случае наличия любого из первых трех отказов информация об отказе передается в 25 разряде информационного слова скоростной ШД.

При отказе устройств на светодиодном дисплее приемопередающего блока загорается соответствующий светодиод.

В случае отказов узла питания объединенного или источника питания + 5 В происходит прекращение формирования информации скоростной ШД. Одновременно с этим на светодиодном дисплее приемопередающего блока гаснет соответствующий светодиод.

2.4. Функциональная схема МНРЛС-85

Конструктивно МНРЛС-85 состоит из функционально законченных блоков: антенного, приёмопередающего и пульта управления (рис. 2.2).

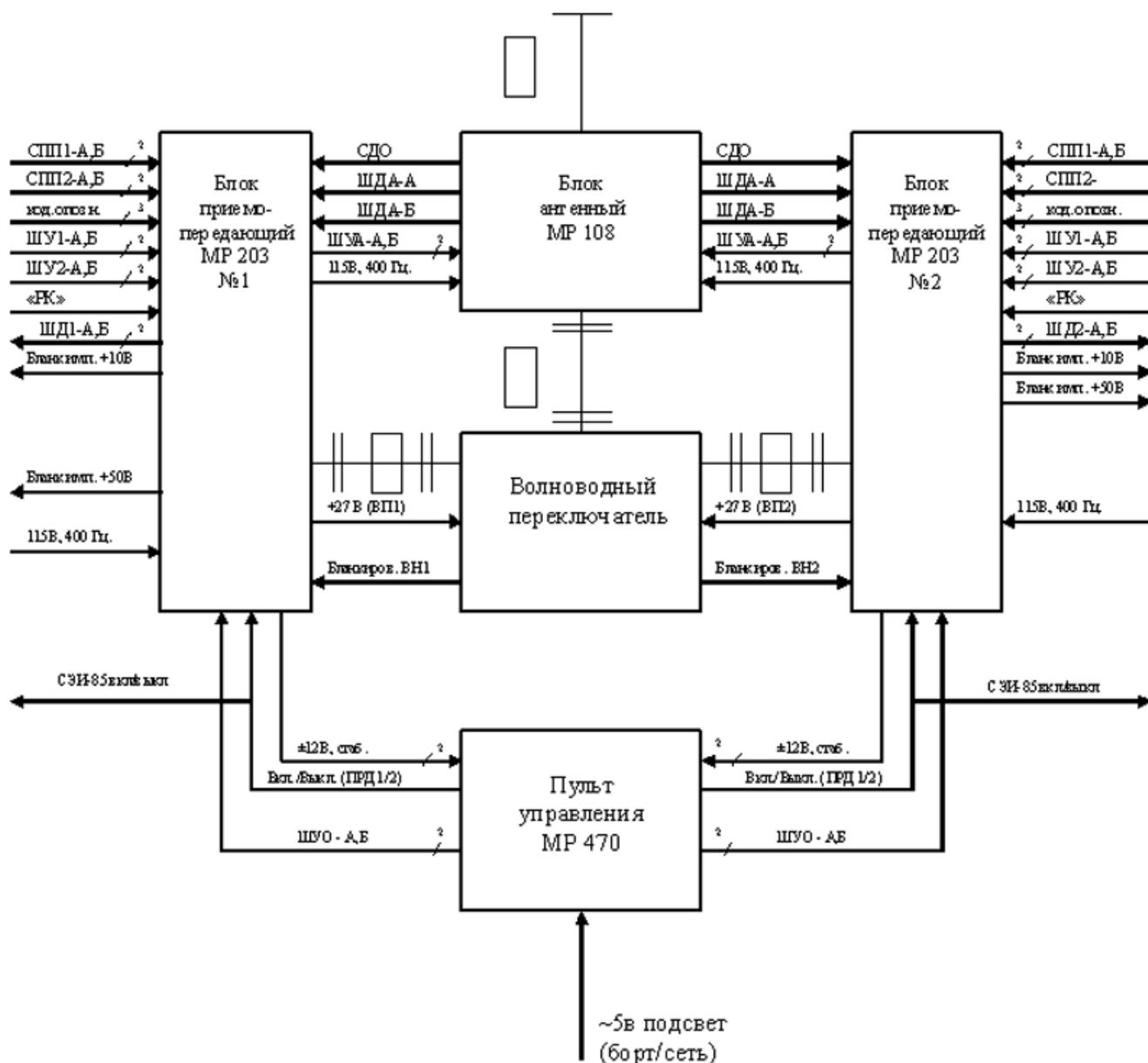


Рис. 2.2. Функциональная схема МНРЛС-85

Блок приемопередающий входит в комплект метеонавигационной радиолокационной станции МНРЛС-85. и предназначен для выполнения следующих функций:

- генерации и приема отраженных импульсных СВЧ колебаний в сантиметровом диапазоне, преобразования их в импульсы промежуточной частоты;
- усиления импульсов промежуточной частоты, детектирования, преобразования аналогового сигнала в цифровую форму, цифровой обработки и накопления сигнала в реальном масштабе времени;
- преобразования отраженных сигналов из реального масштаба времени в

цифровую форму: ячейки дальности (1536 разрядов) шины данных ШД – сигнал «Уровень отражения сигналов»;

- передачи в индикаторный блок или в систему электронной индикации по скоростной шине данных ШД в виде 1600 разрядного фазоманипулированного кода служебной информации и сигнала «Уровень отражения сигналов»;

- автоматической подстройки частоты (АПЧ) гетеродина;

- автоматической регулировки усиления по шумам (АРУШ);

- временной автоматической регулировки усиления приемника (ВАРУ);

- формирования импульсов бланкирования бортовой аппаратуры;

- формирования сигнала косвенной стабилизации положения луча антенны в пространстве (сигнал «Наклон») и передачу его в антенный блок по шине управления антенной ШУА в виде 32-х разрядного RZ-кода;

- приема информации о пространственном положении воздушного судна по шинам СПП1, СПП2 и использования ее для формирования сигнала косвенной стабилизации антенны;

- приема управляющей информации от пультов управления по шинам ШУ0, ШУ1, ШУ2;

- управления положением антенны по азимуту (сигнал «Азимут» шины управления антенной);

- решения задач контроля работоспособности узлов и устройств блока МР203 (блок приемопередающий);

- решения задач контроля линий связи и внешних устройств, сопрягавшихся с блоком МР203 при работе в различных режимах и подрежимах.

Решение задач управления антенным блоком, АПЧ, АРУШ, контроль работоспособности, формирования служебной информации в ШД и управление работой в различных режимах и подрежимах осуществляется с помощью двух специализированных контроллеров, выполненных на базе микропроцессорной БИС 1821 ВМ85.

3. Общие сведения о комплексе стандартного цифрового пилотажно-навигационного оборудования

3.1. Состав и функциональные связи КС ЦПНО

Комплекс стандартного цифрового пилотажно-навигационного оборудования представляет собой совокупность измерительных, вычислительных и управляющих систем и устройств, а также системы отображения информации на борту самолета. КС ЦПНО предназначен для обеспечения задач ручного, автоматизированного, полуавтоматического и автоматического самолетовождения от взлета до посадки и выдачи информации потребителям.

Структурная схема КС ЦПНО (информационно-измерительные системы) представлена на рис. 3.1.

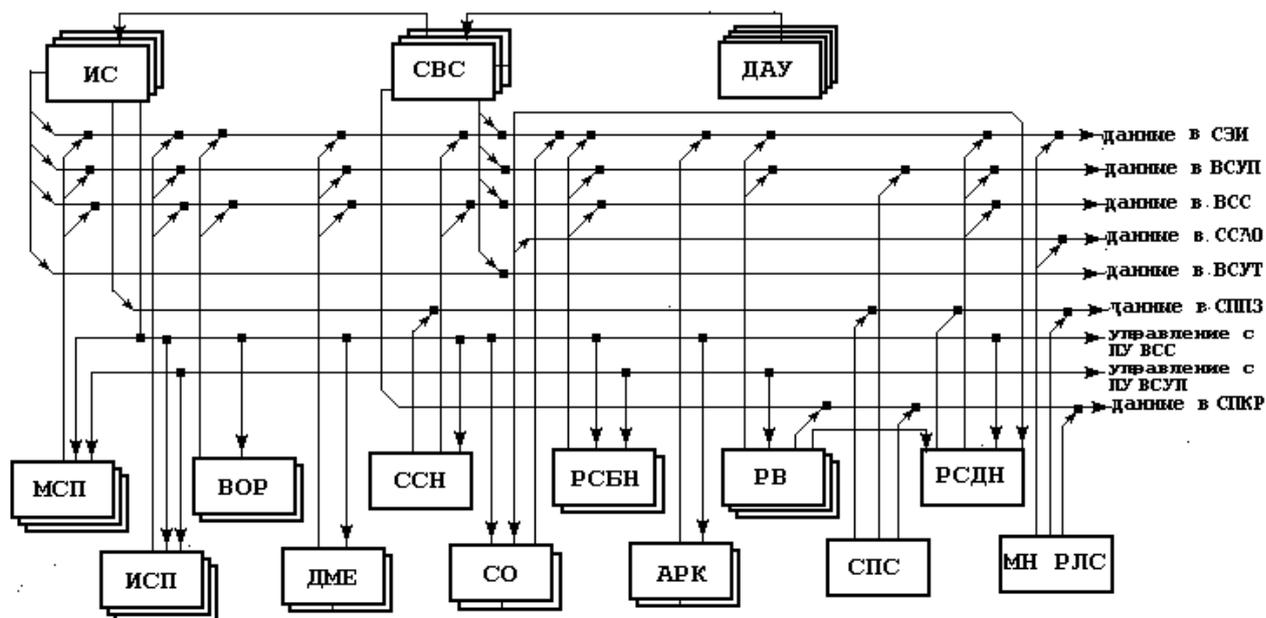


Рис. 3.1. Структурная схема КС ЦПНО

Комплекс включает в себя следующие информационно-измерительные системы и датчики:

- инерциальные навигационные системы ИС;
- системы воздушных сигналов СВС;
- датчики аэродинамических углов ДАУ;
- радиотехнические системы ближней навигации РСБН;
- радиотехническую систему дальней навигации РСДН;
- систему спутниковой навигации ССН;
- метеонавигационную радиолокационную станцию МН РЛС;
- радиотехнические системы инструментальной посадки ИСП (метрового диапазона волн);
- систему предупреждения столкновения самолетов СПС;
- микроволновые радиотехнические системы посадки МПС;
- азимутальные радиотехнические системы ВОР;
- дальномерные радиотехнические системы ДМЕ;
- автоматические радиоконпасы АРК;
- радиовысотомеры РВ;
- самолетные ответчики СО.

В КС ЦПНО входят информационно-вычислительные и управляющие системы, в которые поступают данные от:

- вычислительной системы самолетовождения ВСС;
- вычислительной системы управления полетом ВСУП;
- вычислительной системы управления тягой ВСУТ;
- системы предупреждения критических режимов СПКР;

- систему предупреждения приближения земли СППЗ.

В состав комплекса входят системы электронной индикации (СЭИ) и сбора и локализации отказов (ССЛО).

Комплекс включает в себя следующие пульта управления :

- комплексные пульта радиотехнических систем (КП РТС);
- пульт управления индикацией (ПУИ) ВСС;
- пульт управления ВСУП;
- пульт управления ВСУТ;
- пульт управления МН РЛС;
- пульт управления системы электронной индикации (СЭИ).

В качестве резервных в состав комплекса включены приборы:

- указатель скорости;
- радиоманитный индикатор (РМИ) для угломерных систем ВОР и АРК;
- вариометр;
- авиагоризонт;
- высотомер барометрический;
- магнитный компас.

Все функциональные связи радиосистем комплекса осуществляются в цифровом виде по двухпроводным шинам в последовательном трехуровневом коде. Информация в слове о типе системы, номере комплекта и навигационном параметре кодируется и дискретно передается в цифровой канал связи. С определенным периодом информация повторяется. Адресат определяет предназначенную ему информацию, принимает ее многократно и отслеживает сбои. Предусмотрена информация о техническом состоянии системы - два бита в каждом слове несут информацию о работоспособности.

Комплекс работает совместно с:

- комплексной системой информации и сигнализации (КИСС);
- системой аварийной сигнализации (САС);
- системой автоматической загрузки (САЗ);
- магнитной системой регистрации параметров (МСРП);
- автоматической системой устойчивости и управляемости (АССУ);
- электронными регуляторами двигателей (РЭД) и другими системами.

Комплекс выдает цифровую информацию в систему автоматического обмена данными с землей (САОД).

3.2. Функции комплекса на различных этапах полета

Функции комплекса на этапе предполетной подготовки

На этапе предполетной подготовки КС ЦПНО обеспечивает следующие функции:

- 1) автоматизированный наземный расширенный контроль работоспособности комплекса, выявление неисправного конструктивно-сменного блока и линии связи;
- 2) формирование и выдача интегрального сигнала исправности комплекса на ССЛО;
- 3) автоматизированный выбор плана полета из бортовой базы данных и его контроль;
- 4) ручной и/или автоматический ввод начальных оперативных данных, в том числе изменений программы полета;
- 5) начальная выставка инерциальных систем методом гироскопирования или выставка по заданному курсу;
- 6) автоматический и/или ручной ввод начальных данных в РСДН-85 и/или СНС-85;
- 7) ввод и индикация расчетных параметров разбега и взлета.

Функции комплекса на этапах руления, разбега и взлета.

На этапах руления и разбега КС ЦПНО обеспечивает следующие функции:

- 1) автоматический и/или ручной ввод дополнительных начальных данных (номер ВПП, номер стандартного маршрута взлета, давление и ветер на ВПП, коэффициент сцепления);
- 2) формирование и отображение информации для обеспечения директорного управления боковым движением самолета на разбеге, уведомление экипажа о достижении самолетом заданных скоростей;
- 3) контроль параметров разбега и предупреждение экипажа о приближении к предельно допустимым параметрам разбега;
- 4) формирование сигналов для индикации на комплексной информационной системе сигнализации (КИСС) заданных и предельно допустимых значений тяги каждого двигателя.

На этапе взлета КС ЦПНО обеспечивает следующие функции:

- 1) директорное управление боковым и продольным движением самолета, начиная с момента отрыва от ВПП;
- 2) обнаружение и выдача сигнализации о попадании самолета в сдвиг ветра;
- 3) контроль приближения и выхода параметров полета за границы эксплуатационных допусков и формирование предупреждающей и командной сигнализации на индикаторах СЭИ.

Функции комплекса на этапах набора высоты, полета по маршруту и снижения.

На этапах набора высоты, полета по маршруту и снижения КС ЦПНО обеспечивает следующие функции:

- 1) автоматическое самолетовождение в горизонтальной и вертикальной

плоскостях:

- при полете по запрограммированному маршруту и в зоне аэродрома;
 - при оперативных изменениях экипажем маршрута и профиля полета;
- 2) непрерывное автоматическое определение и индикация текущих координат места самолета в географических и картометрических системах координат по данным автономных и радиотехнических средств навигации;
- 3) обнаружение гидрометеообразований (грозы, мощной кучевой облачности) и формирование их цветного изображения на многофункциональных индикаторах СЭИ с выделением опасных гидрометеообразований и градацией по степени опасности;
- 4) формирование и выдача сигнала опасного сближения с угрожающим очагом гидрометеообразований;
- 5) формирование обзорных изображений земной поверхности;
- 6) обеспечение СЭИ и МНРЛС калибровки масштабов радиолокационного изображения;
- 7) комплексная обработка информации от автономных и неавтономных средств с целью обеспечения заданной точности и достоверности поступающих данных и интегральной информации, формируемой в комплексе;
- 8) автоматическая и полуавтоматическая коррекция численных координат местоположения самолета (с обеспечением контроля достоверности поступающей информации):
- по данным радиотехнических средств ближней навигации;
 - по азимуту и дальности,
 - по дальностям до двух запрограммированных маяков, в зоне действия которых находится самолет,
 - по данным микроволновой системы посадки,
 - по данным радиотехнических средств дальней навигации (отечественных и зарубежных);
 - по данным спутниковой навигации;
- 9) в режиме полуавтоматической коррекции обеспечивается индикация поправок к численным координатам;
- 10) ручной раздельный ввод текущих координат и курса или поправок к координатам и курсу;
- 11) определение и индикация располагаемого времени и расстояния полета по фактическому остатку топлива с формированием подсказки аэронавигационного запаса;
- 12) оптимизация режимов полета, в том числе:
- в автоматических режимах самолетовождения формирование, индикация и выдерживание оптимальных по расходу топлива параметров с учетом адаптации к характеристикам конкретного самолета и двигателя на этапах набора высоты, крейсерского режима полета, маневрирования в зоне ожидания и снижения, а в ручных режимах – формирование и индикация этих параметров;

- вычисление и индикация времени до смены эшелона, определение целесообразности и момента смены эшелона из условия обеспечения оптимального режима полета на оставшихся участках запрограммированной траектории;

- вычисление и индикация времени до начала снижения в заданную точку на заключительных этапах полета по запрограммированной траектории из условия оптимального режима полета;

- вычисление и индикация перерасхода топлива из-за отклонений от оптимальных режимов полета до очередного промежуточного пункта маршрута (ППМ);

- вычисление и индикация времени пролета контрольных точек запрограммированной траектории из условия выполнения полета на оптимальных режимах с учетом информации о текущем состоянии атмосферы по маршруту в районе аэродрома;

- вычисление и индикация ожидаемого перерасхода топлива при условии выполнения полета на текущем режиме, параметры которого отличаются от оптимальных;

- оптимизация по минимальной стоимости полета;

13) совмещенное управление самолетом с обеспечением стабилизации углового положения по тангажу и крену (курсу);

14) предотвращение выхода самолета за пределы эксплуатационных ограничений;

15) автоматический выход и стабилизация:

- заданной барометрической высоты;

- заданного путевого угла;

- заданной вертикальной скорости;

- заданной скорости (числа М) через автомат тяги;

16) автоматическое выдерживание временного графика полета с индикацией времени прибытия в контрольные точки маршрута;

17) автоматическая стабилизация эквивалента тяги;

18) предупреждение экипажа о времени пролета границ зон районных диспетчерских служб (РДС), аэроузловых и аэродромных зон;

19) формирование и выдача сигналов для автоматической балансировки;

20) ручной ввод оперативных данных в полете;

21) автоматическое маневрирование в зоне ожидания с использованием запрограммированных схем конкретной аэроузловой зоны;

22) автоматическое управление самолетом при полете в условиях турбулентности;

23) формирование информации для контроля и управления полетом, в том числе:

- о готовности к автоматическому полету в горизонтальной и вертикальной плоскостях;

- об установке давления при наборе высоты и на эшелоне перехода;

- о полете в режиме "Кратчайшее расстояние";
- о смене линии заданного пути (ЛЗП);
- о программной смене эшелона;
- об отключении автоматического управления скоростью полета;
- о полете по "параллельному маршруту".

Функции комплекса на этапах предпосадочного маневрирования, захода на посадку, посадки, ухода на второй круг.

На этапах предпосадочного маневрирования, захода на посадку, посадки, ухода на второй круг КС ЦПНО обеспечивает следующие функции:

- 1) автоматическое маневрирование в зоне ожидания с использованием запрограммированных схем конкретной аэроузловой зоны;
- 2) автоматическое предпосадочное маневрирование в зоне аэродрома в соответствии с установленными схемами захода на посадку для данного аэродрома с креном до 30° включительно с возможностью изменения схемы захода;
- 3) предусмотрена возможность использования информации радиомаяков;
- 4) автоматический и ручной переход на режим захода на посадку;
- 5) совмещенное управление в боковой и продольной плоскостях при автоматическом заходе на посадку (до момента захвата глиссады) и при автоматическом уходе на второй круг;
- 6) автоматический заход на посадку и автоматическую посадку по ША категории по радиомаякам типа ILS, соответствующих категории ША, с обеспечением автоматического послеосадочного пробега, а также:
 - автоматический и директорный заход на посадку по нормам I и II категорий по маякам типа ILS, СП-50, соответствующих категориям I и II;
 - автоматический и директорный заход на посадку по нормам категории I по маякам типа ПРМГ;
 - автоматический и директорный заход на посадку в боковом канале по сигналам курсовых маяков типа ILS, СП-50, ПРМГ;
 - директорный заход на посадку с обратного курса (боковой канал);
- 7) формирование и отображение на СЭИ параметров для захода на посадку в штурвальный режим:
 - по радиомаякам типа СП-50, ПРМГ;
 - с использованием радиомаяков VOR/DME (боковой канал);
- 8) формирование и выдача сигнализации о предельных отклонениях от расчетной траектории снижения в горизонтальной и вертикальной плоскостях при автоматическом и директорном заходе на посадку;
- 9) ручной и автоматический уход на 2-й круг по команде экипажа с любой точки траектории захода на посадку;
- 10) автоматическая стабилизация и (или) управление приборной скоростью на предпосадочном маневре, заходе на посадку, посадке и уходе на второй круг;

11) автоматический и директорный заход на посадку с переменной скоростью в процессе полета по глиссаде с выдачей информации о необходимости выпуска посадочной конфигурации.

Функции комплекса на всех этапах полета.

На всех этапах полета КС ЦПНО обеспечивает следующие функции:

1) функциональный контроль работоспособности систем, входящих в состав комплекса, выявление неисправной системы или линии связи и формирование сигналов неисправности конкретной системы с помощью индикаторов СЭИ-85 и КИСС;

2) определение и отображение экипажу на комплексных электронных многоцветных индикаторах, резервных приборах и пультах управления пилотажной и навигационной информации и команд для ручного управления полетом самолета и контроля за параметрами движения при автоматическом управлении по заданной программе;

3) взаимодействие с наземными службами через систему автоматизированного обмена цифровыми данными (САОД);

4) автоматический выбор программных радиомаяков и управление радиотехническими системами навигации, посадки и связи согласно плану полета;

5) централизованное ручное управление радиотехническими системами навигации, посадки и связи;

6) формирование и выдача на индикации и сигнализацию информации о приближении к эксплуатационным ограничениям параметров положения и движения самолета, в том числе:

- угла атаки;
- нормальной перегрузки;
- приборной скорости или числа М;
- угла крена;
- скорости снижения на глиссаде;
- отклонения от заданного эшелона;
- отклонения от курсоглиссадной зоны;
- отклонения от заданной ВСС траектории полета в горизонтальной плоскости;
- скоростей и дистанций разбега;

7) автоматический контроль работоспособности систем и блоков, а также информационных каналов с выдачей обобщающей информации, необходимой экипажу для принятия решения, в том числе:

- определение отказов функциональных систем и исправности включенного и резервного режима;
- определение исправности трактов передачи информации;
- выдача информации о состоянии аппаратуры в систему ССЛО и КИСС;
- выдача команд перехода на резервные режимы;

- невозможность использования информации отказавшей системы;
- 8) формирование и выдача речевой и световой информации:
 - о превышении пороговых значений вертикальной скорости снижения;
 - о превышении пороговых значений скорости сближения с земной поверхностью;
 - о потере барометрической высоты на взлете или уходе на второй круг;
 - о полете вблизи земной поверхности с не выпущенными шасси или закрылками не в посадочной конфигурации;
 - об отклонении от радиотехнической глиссады или от заданного угла места сверхустановленных пороговых значений;
- 9) предотвращение выхода параметров движения самолета за рекомендованные для режимов автоматического управления ограничения по скорости, углу атаки, перегрузке, углам крена и тангажа при выполнении режимов автоматического управления;
- 10) на посадочных режимах полета осуществляется увод самолета с опасных скоростей через управление тягой по сигналу ВСУП;
- 11) формирование и выдача информации для запоминания в бортовую систему регистрации в соответствии с "Перечнем регистрируемых параметров МСРП-А-02", а также аппаратуру "Арлекин-А" и/или МСРП-А-02 для документирования фактически выполненного полета;
- 12) связь с отечественными и зарубежными радиолокационными системами УВД по каналу с дискретно-адресным запросом;
- 13) формирование, индикация и выдача потребителям временной информации;
- 14) формирование и индикация параметров высоты в метрах от уровня давления, а также дополнительная индикация высоты, скорости и дальности в английской системе мер;
- 15) хранение в энергонезависимой памяти ССЛО информации об отказавших блоках и линиях связи, а также сбоев в информационных каналах.

3.3. Технические и точностные характеристики комплекса

Технические характеристики комплекса.

- 1) КСЦПНО обеспечивает выполнение технических требований в ожидаемых условиях эксплуатации самолета при изменении навигационных и пилотажных параметров в диапазонах:
 - широты $\pm 90^\circ$, долготы $\pm 180^\circ$,
 - дальности полета до 19999 км,
 - бокового отклонения от заданной линии пути до 999 км,
 - истинной воздушной скорости до 1100 км/ч,
 - высоты до 15000 м,
 - приборной скорости от 50 до 850 км/ч,
 - числа М от 0,15 до 0,99,
 - вертикальной скорости от ± 30 до ± 75 м/с,

- температуры торможения от $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+99\text{ }^{\circ}\text{C}$,
 - температуры наружного воздуха от $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$,
 - курсовых углов от 0° до 360° ,
 - угла сноса $\pm 30^{\circ}$,
 - угла атаки от -5° до $+20^{\circ}$,
 - угла крена $\pm 45^{\circ}$,
 - угла тангажа $\pm 15^{\circ}$,
 - азимута от радиомаяка РСБН $0^{\circ} - 360^{\circ}$,
 - дальности до радиомаяка РСБН до 500 км,
 - скорости ветра 0 - 400 км/ч,
 - направления ветра $0^{\circ} - 360^{\circ}$,
 - встречной составляющей ветра (на ВПП) до 12 м/с,
 - попутной составляющей ветра до 5 м/с (на ВПП),
 - боковой составляющей ветра (на ВПП) до 8 м/с,
 - градиента изменения вертикальной составляющей ветра до 2 м/с на каждые 30 м высоты по категории II, до 4 м/с на каждые 30 м высоты для категории IIIА в интервале 0 - 200 м (при заходе на посадку),
- 2) время непрерывной работы не менее 16 часов;
 - 3) назначенный ресурс систем комплекса 45000 летных часов, 25000 посадок, 20 лет эксплуатации;
 - 4) наработка на неисправность систем комплекса 5000 часов.

Точностные характеристики комплекса при полете по маршруту и в зоне аэродрома.

Точность выдерживания линии пути во внеаэродромном пространстве (на участках маршрута с нормами бокового эшелонирования 15 км) составляет:

- 1) 1 км в основном режиме навигации при непрерывном определении координат по двум дальностям до маяков РСБН,
- 2) 3,5 км в резервном режиме навигации с использованием коррекции вычисленных координат по азимуту и дальности в зоне действия наземного радиомаяка РСБН.

Точность выдерживания линии пути во внеаэродромном пространстве (на участках маршрута с нормами бокового эшелонирования 30 км) составляет:

- 1) 2,5 км в основном режиме навигации с использованием дискретной коррекции счисленных координат по азимуту и дальности в зоне действия наземного радиомаяка РСБН,
- 2) 5 км в резервном режиме навигации с использованием счисленных координат по данным РСДН.

Точность выдерживания линии пути в зоне подхода (при нормах бокового эшелонирования 10 км) составляет:

- 1) 1 км в основном режиме определения координат по двум дальностям до маяков РСБН (один маяк РСБН расположен на аэродроме прибытия),
- 2) 2 км в резервном режиме навигации с использованием дискретной коррекции вычисленных координат по азимуту и дальности в зоне действия

наземного радиомаяка РСБН, расположенного на аэродроме прибытия.

Точность выдерживания линии пути в зоне круга (при нормах бокового эшелонирования 5 км) составляет:

1) 0,7 км в основном режиме определения координат по двум дальностям до маяков РСБН (один маяк РСБН расположен на аэродроме прибытия),

2) 1,5 км в резервном режиме навигации и с использованием коррекции по азимуту и дальности в зоне действия наземного радиомаяка, расположенного на аэродроме прибытия.

Точность выдерживания линии пути над безориентирной местностью (на участках маршрута с нормами бокового эшелонирования 55 км) составляет:

1) 4,9 км в основном режиме навигации с использованием дискретной коррекции по данным РСБН и РСДН,

2) 8,0 км в резервном режиме навигации с использованием коррекции по РСДН,

3) 1,85 км за каждый час полета и не более 37 км за 10 часов полета в автономном режиме навигации (инерциальное счисление).

Точность выдерживания линии пути на зарубежных трассах в районе Западной Европы (на участках маршрута с нормами бокового эшелонирования 7 морских миль (13 км) составляет:

1) 0,4 мор. мили (0,7 км) в основном режиме навигации с использованием непрерывной автоматической коррекции численных координат по двум дальностям маяков DME,

2) 1 мор. миля (1,8 км) в резервном режиме навигации с использованием коррекции по азимуту и дальности в зоне маяков VOR/DME.

Точность вертикального эшелонирования – через 300 м в диапазоне эксплуатационных высот самолета до 12 км.

Точность определения времени пролета пунктов обязательного донесения – со среднеквадратической погрешностью 0,9 мин. при удалении не более 200 км с целью обеспечения продольного эшелонирования через 5 мин.

В режиме "Стабилизация высоты" комплекс обеспечивает:

1) включение режима при скоростях набора и снижения до 10 м/с, что должно приводить самолет к высоте, пересекаемой в момент включения;

2) в установившемся полете выдерживание высоты в пределах ± 10 м относительно высоты, измеренной датчиком, до высоты 10000 м;

3) на высотах свыше 10000 м постоянная высота выдерживается в пределах $\pm 0,1\%$ от текущего значения;

4) значительные возмущения, вызванные изменением конфигурации, разгонами, торможениями, кренами до 30 градусов, не ухудшают требуемую точность более чем вдвое;

5) период любых колебаний в указанных пределах не менее 20 с.

Точностные характеристики комплекса в режимах автоматического и директорного захода на посадку.

Обеспечивается выход на расчетную траекторию захода на посадку в горизонтальной плоскости:

1) с перерегулированием не более 0,025 РГМ (в штилевых условиях) при использовании радиомаяков типа ILS (или эквивалентных значений для радиомаяков типа СП-50, ПРМГ);

2) в процессе выхода параметры не превышают следующих величин:

угол крена $\gamma = 30^\circ$, угловая скорость крена $\omega_x = 6^\circ/\text{с}$, угловое ускорение крена $\dot{\omega}_x = 3^\circ/\text{с}^2$.

Обеспечивается выход на расчетную траекторию захода на посадку в вертикальной плоскости:

1) с перерегулированием не более 0,035 РГМ (в штилевых условиях) при использовании радиомаяков типа ILS (или эквивалентных значений для радиомаяков типа СП-50, ПРМГ) и с началом маневрирования до пересечения расчетной траектории;

2) в процессе выхода нормальное ускорение не превышает (по модулю). $a_y = 1,5 \text{ м/с}^2$ (по модулю).

Для 95% заходов на посадку выполняются следующие требования:

1) с высоты 150 м заход на посадку завершается без потери функций системой;

2) между высотой 150 м и началом выравнивания скорость полета выдерживается в пределах $\pm 9,3 \text{ км/ч}$ относительно заданной летчиком скорости захода на посадку без учета быстрых изменений скорости, вызванных турбулентностью;

3) ниже высоты 80 м отклонения равносигнальных зон радиомаяков типа ILS не превышают:

- для автоматического управления 0,0762 РГМ по глиссаде до высоты 30 м и 0,0206 РГМ по курсу до касания (или эквивалентных значений для радиомаяков типа СП-50, ПРМГ);

- для директорного управления 0,1 РГМ по глиссаде до высоты 60 м и 0,026 РГМ по курсу до высоты 60 м.

При приземлении:

1) продольный разброс точек касания относительно номинала не превышает $\pm 150 \text{ м}$ ($\pm 2\sigma$);

2) боковое отклонение от оси ВПП $\pm 8,2 \text{ м}$ ($\pm 2\sigma$);

3) вероятность выхода за пределы следующих параметров не должна превышать:

- касание самолета вдоль оси ВПП за пределами значений: 60 м от начала ВПП и 900 м от начала ВПП вглубь 10^{-6} ;

- боковое отклонение основной стойки шасси от оси ВПП более 21 м, 10^{-6} ;

- максимальная боковая скорость или угол сноса (по предельному нагружению) 10^{-6} ;

- крен, при котором крыло касается ВПП ранее шасси 10^{-8} , предельный тангаж (посадка на три точки или касание хвостом) 10^{-8} .

4) автоматическое управление послепосадочным пробегом должно осуществляться с характеристиками, заданными для приземления $\pm 8,2 \text{ м}$ ($\pm 2\sigma$), $\pm \Delta z = 21 \text{ м}$ с вероятностью 10^{-6} до скорости 75 км/ч.

Точностные характеристики комплекса в режимах автоматического ухода на второй круг и взлета.

Оборудование обеспечивает автоматический уход на второй круг с управлением скоростью при уходе и с любой точки траектории автоматического захода на посадку, при этом:

- 1) в горизонтальной плоскости обеспечивается стабилизация самолета на продольной оси ВПП с точностью не хуже 2^0 (с вероятностью 0,95) до высот 10-15 м;
- 2) после высоты 10 - 15 м обеспечивается стабилизация нулевого крена с точностью не хуже $0,5^0$ (с вероятностью 0,95);
- 3) в вертикальной плоскости осуществляется перегиб траектории с нормальным ускорением примерно $a_y = 3 \text{ м/с}^2$ и углом атаки, не превышающим $\alpha_{\text{доп}}$, с последующим выполнением программы набора скорости, включая этап уборки закрылков;
- 4) программа учитывает возможность отказа двигателя, точность отработки программы на установившихся режимах – в пределах $\pm 5 \text{ км/ч}$;
- 5) перерегулирование при переходных процессах не более 5 км/ч.

Если самолет касается земли, то условия касания соответствуют тому, что:

- 1) вероятность касания ВПП на расстоянии не более чем 60 м от ее начала порядка 10^{-4} ;
- 2) вероятность бокового отклонения самолета от оси ВПП, при котором внешнее колесо шасси касается ВПП на расстоянии более чем 21 м от ее оси порядка 10^{-4} ;
- 3) вероятность превышения вертикальной скорости, соответствующей предельной нагрузки на конструкцию порядка 10^{-6} ;
- 4) вероятность возникновения угла крена, при котором конец крыла касается земли раньше колес порядка 10^{-6} ;
- 5) вероятность появления угла сноса, соответствующего предельной нагрузке на конструкцию порядка 10^{-6} ;
- 6) вероятность выхода самолета из области свободной от препятствий порядка 10^{-6} .

В режиме "Взлета" оборудование обеспечивает:

- 1) контроль параметров разбега и выдачу на индикацию команды "Прекрати взлет" до достижения критической скорости, если контролируемые параметры движения самолета не соответствуют допустимым значениям;
- 2) выдачу команды о достижении скорости отрыва носового колеса с погрешностью не более 10 км/ч.

В режиме "Директорного взлета" комплекс обеспечивает управление разбегом со следующими характеристиками:

- 1) вероятность отклонения самолета более чем на 5 м от осевой линии ВПП в процессе разбега не более 0,05 при нормальном или прерванном взлете, за исключением отказа двигателя. При отказе двигателя боковое отклонение не должно превышать 9 м;
- 2) вероятность отклонения внешнего колеса основной стойки шасси более чем на 21 м от осевой линии ВПП в процессе разбега не более 10^{-6} ;

3) формирование и индикация команды, обеспечивающей выход самолета на угол тангажа отрыва при подъеме носового колеса.

3.4. Способы обмена информацией между системами и комплексами.

1. Обмен информацией подразделяется на три типа:

«Асинхронный обмен» – способ обмена *ВСЕМ* (broadcast), при котором доступ к информации производится свободно, так как датчик непрерывно выдает информацию, состоящую из нескольких слов или одного слова, а приемник включается на прием по собственной независимой программе и по адресу выбирает нужные параметры.

«Обмен по запросу» – способ обмена, при котором датчик выдает информацию при запросе со стороны потребителя. Длительность сигнала «Запрос» и временные соотношения с передаваемым массивом информации устанавливаются протоколом взаимодействия.

«Обмен по готовности» – способ обмена, при котором датчик сообщает всем потребителям о начинающейся передаче информации и последние производят соответствующие переключения для приема. Сигнал «Готовность» должен выдаваться раньше начала выдачи информации и сниматься не раньше чем прекратится передача. Точные временные характеристики устанавливаются протоколом взаимодействия.

В режимах «по запросу» и «по готовности» допускается передача слов произвольной структуры (количество слов не ограничивается) с числом разрядов по ГОСТ 18977-79.

Сигнал «Запрос» или «Готовность» может выдаваться по отдельной линии или по кодовой линии в составе массива, в виде единичного импульса или кодового слова соответственно.

Основным способом обмена является асинхронный способ. Способы «по запросу» и «по готовности» должны применяться для передачи массивов слов и специально согласовываться. Передачу и прием информации между изделиями можно осуществлять как по отдельным линиям, так и по общей линии.

Для передачи информации рекомендуется применять двоичный код (ДК) в качестве единого языка для всех межсистемных и межкомплексных связей.

Для передачи разовых команд (признаков) используется кодовое слово (К). В порядке исключения (например, для обмена информацией с пультами и индикаторами) допускается использование двоично-десятичного кода (ДДК) и трехформатного кода (ТК) для передачи букв, символов и цифр. Идентификация всех типов должна производиться по адресу слова.

Последний 32-й разряд слова для структур ДК, ДДК и К используется как признак четности кода. Система-датчик должна подсчитать число единиц с 1-го по 31-й разряд передаваемого кода и в 32-м разряде выдать «0», если число единиц нечетное, и «1», если число единиц четное.

2. Электрические характеристики:

а) основные электрические характеристики должны соответствовать ГОСТ 18977-79.

Положительный уровень импульса напряжения соответствует «1» значения кода. Отрицательный уровень импульса соответствует «0» значения кода;

б) для датчиков, выдающих информацию со скоростями 12 и 48 кбит/с с допуском $\pm 25\%$, рекомендуется обеспечивать нагрузку по каждому из двух (трех) параллельных выходов: $R \leq 600 \text{ Ом}$, $C = 10000 \text{ пФ}$; допускается работа с $R \leq 1200 \text{ Ом}$, $C = 10000 \text{ пФ}$.

Для датчиков, выдающих информацию со скоростью 100, 250, 500 или 1000 кбит/с должен быть обеспечен выходной импеданс $75 \pm 5 \text{ Ом}$.

Для приемников, принимающих информацию со скоростью до 100 кбит/с, значения нагрузки должны составлять: емкости – $C1 \leq 100 \text{ пФ}$, сопротивление $R1 \geq 12 \text{ кОм}$ (6 кОм для устройств с оптоэлектронной или трансформаторной развязкой).

Все приемники, независимо от способа приема, должны иметь входные симметричные сопротивления, обеспечивающие независимость линии от замыканий внутри системы;

в) передача должна осуществляться двуполярным трехуровневым сигналом в соответствии с табл. 3.1;

г) при узле-микросхеме преобразования кода, имеющего уровни ТТЛ или КМОП и двуполярный код, целесообразно в датчике устанавливать несколько выходных схем. Для систем, непосредственно связанных с безопасностью полета (например, в высотомерах, гировертикалях и т.п.), рекомендуется всегда устанавливать не менее двух выходных схем.

Таблица 3.1.

Параметры биполярного трехуровневого кода

Уровень напряжения	Датчик						Приемник					
	Уровень «1»		Уровень «0»		Отсутствие напряжения		Уровень «1»		Уровень «0»		Отсутствие напряжения	
	Номинал, В	Допуск, В	Номинал, В	Допуск, В	Номинал, В	Допуск, В	Номинал, В	Допуск, В	Номинал, В	Допуск, В	Номинал, В	Допуск, В
	+10	± 1	-10	± 1	0	$\pm 0,5$	+10	+3...-5	-10	-3...+5	0	$\pm 2,5$

Допустимый уровень устанавливается на выходе системы-датчика при работе ее на эквивалентную нагрузку.

При указанных уровнях система-приемник должна работать без сбоев.

3. Временные характеристики сигнала:

- а) временные характеристики импульсов сигнала представлены на рис. 3.2;
- б) целесообразно иметь возможность передачи сигналов со скоростью 12,5 кбит/с с допуском $\pm 1\%$ и скоростью 100 кбит/с с допуском $\pm 1\%$ в целях соответствия рекомендациям документов ARINC;
- в) отсчет слов должен производиться по временной паузе (Π) между словами, находящейся в пределах $4T \leq \Pi \leq 40T$;
- г) длительность импульса положительной (отрицательной) полярности должна измеряться на уровне $+2,5\text{ В}$ ($-2,5\text{ В}$) как для датчиков, так и для приемников.

Длительность фронтов импульсов τ_{ϕ} должна определяться между 10 и 90% уровнями амплитуды импульса и может иметь любые конкретные значения в диапазоне от 1,5 до 4 мкс.

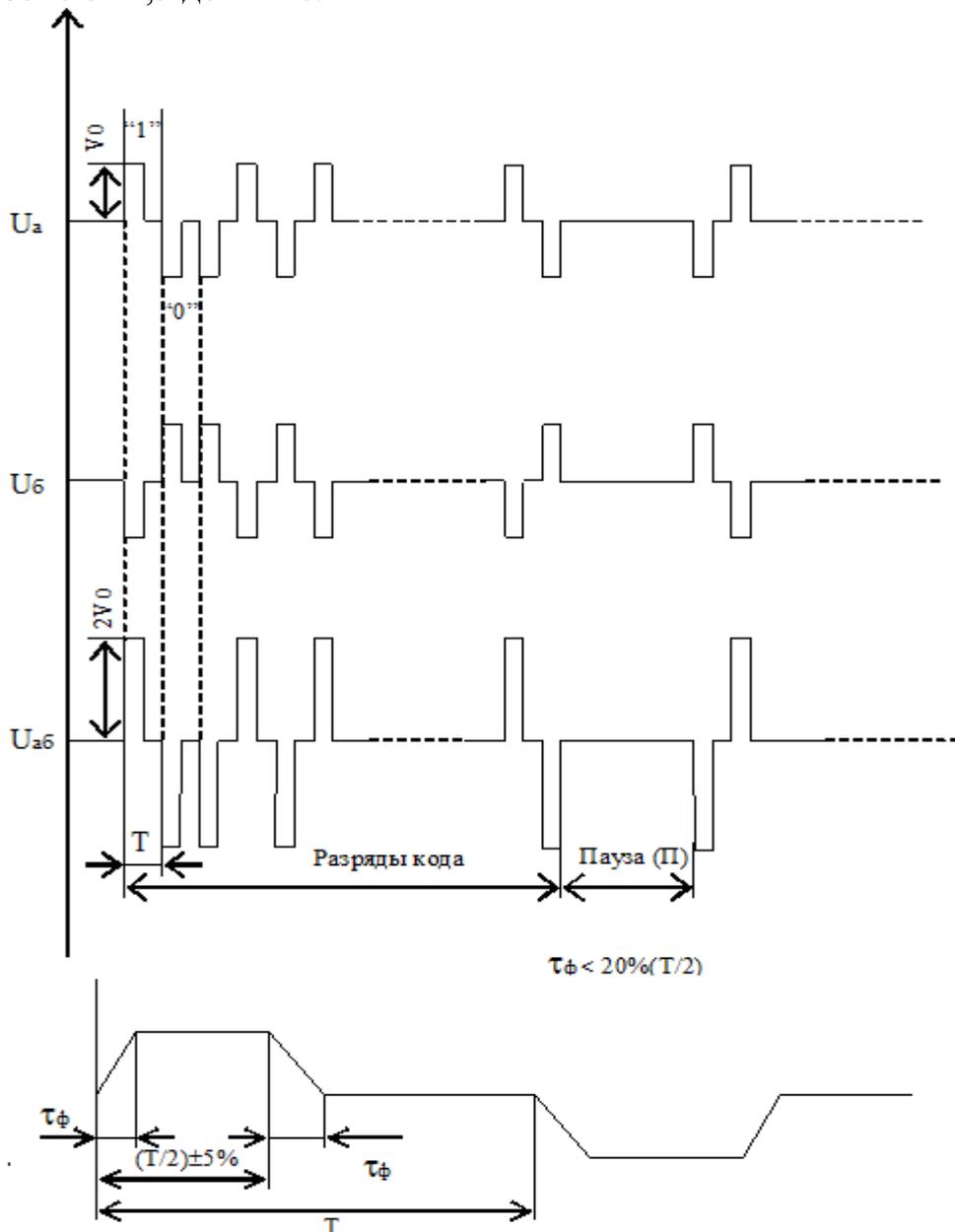


Рис. 3.2. Формат кода и временные характеристики импульсов сигнала

3.5. Общие сведения о системе отображения информации КС ЦПНО

В состав системы отображения информации (СОИ) входят:

- система электронной индикации (СЭИ) пилотажно-навигационных параметров, входящая в КС ЦПНО;
- комплексная информационная система сигнализации (КИСС);
- система автономной сигнализации (САС);
- речевой информатор (РИФ);
- центральный сигнальный огонь (ЦСО);
- электромеханические приборы.

Вся основная информация, поступающая от измерительных и вычислительных систем КС ЦПНО, выводится на приборы, размещенные на приборной доске, левом и правом пульте, центральном пульте и верхнем щитке.

При этом учитываются следующие моменты:

- сокращение количества операций;
- сокращение времени их выполнения;
- безошибочного восприятия информации;
- возможности контроля и дублирования членов экипажа в аварийной ситуации.

Система электронной индикации и комплексная система информации и сигнализации позволили значительно сократить количество приборов, размещенных в кабине, и обеспечить более высокую информативность при интегральном способе представления информации на небольшом количестве индикаторов. Структура приборной доски показана на рис. 3.3.

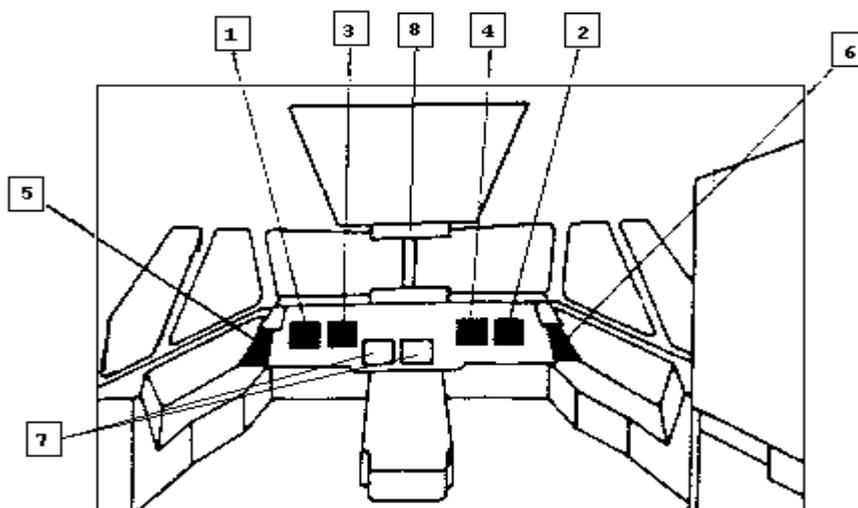


Рис. 3.3. Структура приборной доски: 1 - комплексный пилотажный индикатор (КПИ1); 2 - комплексный пилотажный индикатор (КПИ2); 3 - комплексный индикатор навигационной обстановки (КИНО1); 4 - комплексный индикатор навигационной обстановки (КИНО2); 5 - пульт управления СЭИ1; 6 - пульт управления СЭИ2; 7 - индикаторы комплексной системы информации и сигнализации; 8 - пульт управления вычислительной системой управления самолетом (ВСУП)

На самолете использован принцип “темной кабины”, заключающийся в том, что после проведения всех предполетных операций, в течение полета при нормальных режимах и исправном состоянии всех бортовых систем нет никакой сигнализации, кроме сигналов о включении временно работающих систем. Для быстрого и правильного восприятия информации, индицируемой на индикаторах, вводится цветовое кодирование.

Красный цвет - используется для экранной информации, сигнализирующей об аварийных условиях эксплуатации или о состоянии самолетных систем, которые требуют немедленных действий экипажа, при этом время для парирования отказа $T_p \leq 15$ с.

Желтый цвет - предупреждающая информация, сигнализирующая о ненормальных условиях эксплуатации или состоянии самолетных систем, которые требуют немедленного осведомления экипажа и возможного корректирующего воздействия. Располагаемое время для парирования отказа (реагирования) $T_p \geq 15$ с.

Зеленый цвет - используется для индикации нормальных значений параметров на экранах индикаторов, для уведомления о включении резервных систем, работающих до конца полета.

Голубой цвет - используется для напоминания экипажу о нормальном, но временном включении самолетных систем или агрегатов, о том, что переключатель переведен в нормальное положение для временного включения системы или агрегата.

Белый цвет - используется для привлечения внимания экипажа к факту, что переключатель переведен в нештатное положение, вследствие отказа или в результате неправильной его установки, а также для обозначения вспомогательных линий, надписей или мнемонических связей с элементами системы.

Состав системы электронной индикации.

В состав СЭИ входят два комплексных пилотажных индикатора (КПИ), два комплексных индикатора навигационной обстановки (КИНО), три блока вычислителей (БВФ), два пульта управления (ПУ СЭИ). Функциональная схема СЭИ представлена на рис. 3.4.

Система СЭИ, в основном, отображает информацию, получаемую от вычислителей. Из структурной схемы два канала по индикации и управлению и три канала по подготовке информации к изображению.

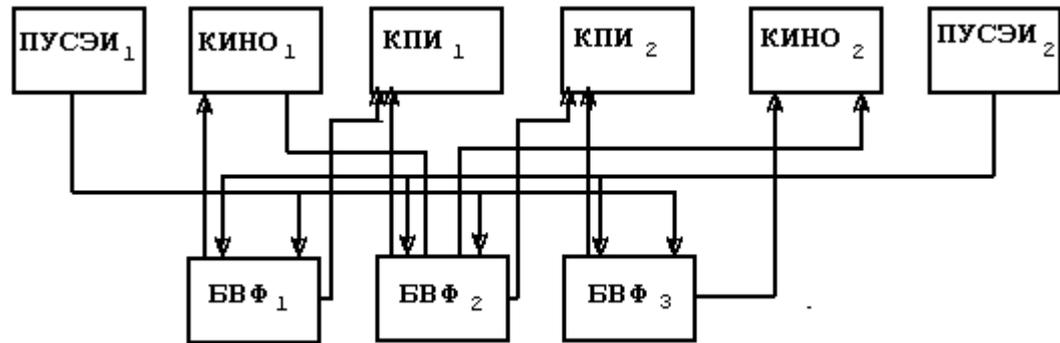


Рис. 3.4. Функциональная схема СЭИ:

ПУ СЭИ - пульт управления системой электронной индикации;

КИНО - комплексный индикатор навигационной обстановки;

КПИ - комплексный пилотажный индикатор;

БВФ - блок вычислительный функциональный

Блок БВФ-1 предназначен для выполнения следующих функций:

- приема и обработки входной информации (кодовых сообщений и разовых команд);
- формирования отображаемой на экранах индикаторов информации;
- контроля функционирования и автоматической реконфигурации систем в зависимости от отказов блоков;
- формирования и выдачи кодовых сообщений во взаимодействующие системы.

При отказе блоков БВФ1 или БВФ2 вручную с ПУ включается БВФ3 и индикация восстанавливается. При отказе одного из пультов можно управлять индикацией со второго пульта. При отказе индикатора можно переключиться на другой индикатор.

КПИ СЭИ может работать в следующих режимах:

- Земля;
- Взлет;
- Маршрут;
- Посадка.

КИНО СЭИ работает в режимах:

- НВ;
- РН (подрежим VOR/DME);
- НВ (подрежим АРК/РСБН);
- Север;
- Курс;
- Курс + справка;
- МНРЛС.

Информационное поле комплексного индикатора навигационной обстановки в режиме ближней радионавигации.

Экраны комплексного индикатора приведены ниже.

На рис. 3.5 представлен экран комплексного индикатора навигационной обстановки в режиме радионавигации по системам VOR/DME.

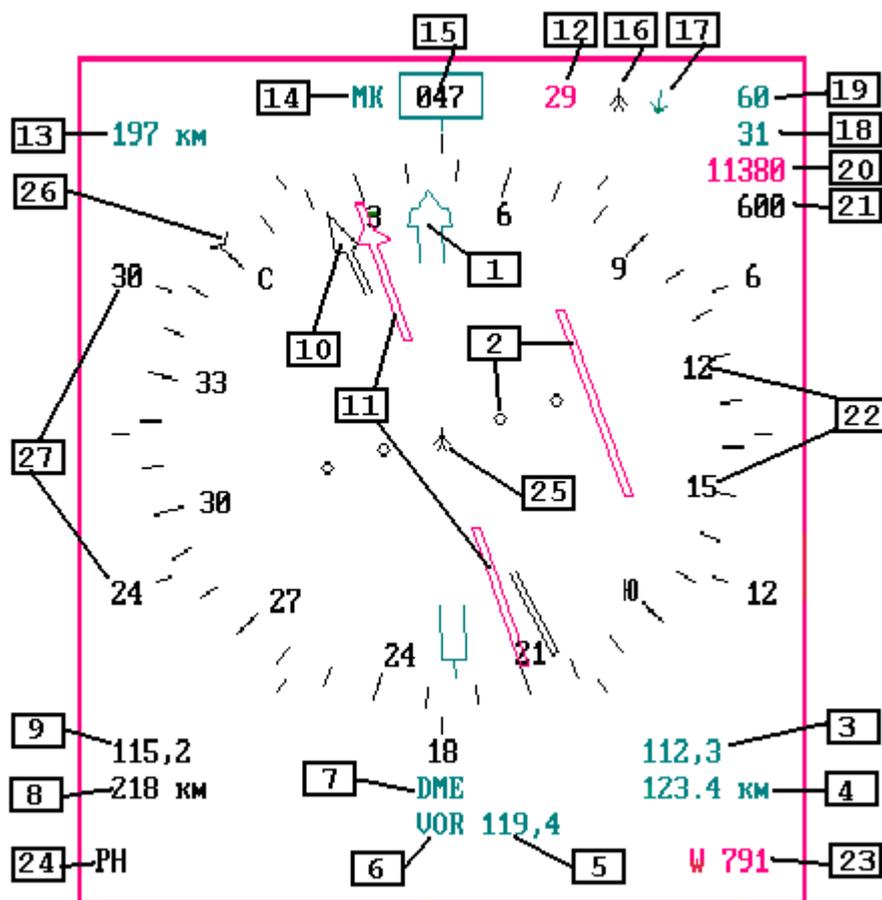


Рис. 3.5. Экран комплексного индикатора навигационной обстановки в режиме радионавигации по системам VOR/DME

Цифрами в прямоугольных рамках обозначено:

1 - стрелка азимута 2 (маяка VOR 2), разрезная зеленого цвета, азимут отсчитывается по шкале курса.

2 - планка, указывающая отклонение движения самолета от направления на маяк, голубого цвета, планка является частью стрелки заданного азимута и поворачивается вместе с ней.

3 - частота приемника DME 2, отображается на экране КИНО 2 при нажатии кнопки "СПРАВКА" на ПУ СЭИ 2, цвет цифр зеленый.

4 - счетчик дальности маяка DME 2, цифры и буквы зеленого цвета, при отсутствии вычисленных данных вместо цифр отображаются черточки.

5 - частота приемника VOR 1 (VOR2), цвет цифр желтый (зеленый) инди-

цируется на экране КИНО1 (КИНО2) при нажатии кнопки "СПРАВКА" на ПУ СЭИ 1 (ПУ СЭИ 2).

6 - надпись, указывающая тип используемого маяка, зеленого цвета.

7 - тип используемой радиостанции.

8 - счетчик дальности маяка DME 1, цифры и буквы желтого цвета, при отсутствии вычисленных данных вместо цифр отображаются черточки.

9 - частота приемника DME 1, отображается на экране КИНО 1 при нажатии кнопки "СПРАВКА" на ПУ СЭИ 1, цвет желтый.

10 - стрелка азимута 1, разрезная, желтого цвета, азимут отсчитывается по шкале курса, стрелка поворачивается по сигналам маяка VOR 1.

11 - стрелка заданного азимута, голубого цвета, устанавливается по сигналам от системы VOR.

12 - счетчик заданного азимута, указывает тот же азимут, что и стрелка заданного азимута.

13 - счетчик дальности до очередного промежуточного пункта маршрута (ППМ), цифры и буквы зеленого цвета.

14 - надпись о виде курса (ИК - истинный курс, МК - магнитный курс), зеленого цвета.

15 - счетчик курса и риска, которая является отсчетным индексом для шкалы курса.

16 - неподвижный символ самолета.

17 - стрелка указывает направление ветра относительно самолета, поворачивается при изменении направления ветра или курса самолета.

18 - счетчик скорости ветра.

19 - счетчик угла ветра, указывает направление ветра.

20 - счетчик высоты заданного эшелона ($H_{зад}$).

21 - счетчик минимальной безопасной высоты ($H_{без}$).

22 - шкала курса, круговая подвижная, оцифрована через 30 градусов, деления нанесены через 10 градусов, отсчет производится относительно риски у счетчика курса.

23 - счетчик путевой скорости.

24 - надпись о включенном режиме индикации.

25 - символ самолета.

26 - индекс текущего путевого угла (угла сноса), путевой угол измеряется по шкале курса, угол сноса - также по шкале курса, но относительно индекса на счетчике курса.

27 - неподвижная шкала курсовых углов радиостанции, желтого цвета, оцифровка шкалы через 60 градусов, деления нанесены через 30 градусов.

7 - индекс ЗПУ голубого цвета устанавливается задатчиком на ПУ ВСУП или задается ВСС. Для того, чтобы текущий путевой угол был равен ЗПУ, необходимо удерживать курс самолета таким, при котором индексы угла сноса и ЗПУ совпадали,

8 – символ промежуточного пункта маршрута (ППМ) - окружность голубого цвета. Справа от символа дается его наименование в виде аббревиатуры из 6 букв голубого цвета,

9 - символ дальномерного маяка ДМЕ. Цвет символа зеленый, если информация маяка используется, и желтый, если его информация не используется. Справа от символа отображается его наименование в виде аббревиатуры из 6 букв зеленого или желтого цвета,

10 - счетчик путевой скорости. Цифры и буквы голубого цвета,

11 - символ формуляра полета. Буквы и цифры зеленого цвета. СМВ20 - стандартный маршрут вылета №20. МРШ31 - стандартный маршрут №31. СМП15 - стандартный маршрут прибытия №15,

12 - символ самолета желтого цвета. В режиме “Север” при изменении курса самолета символ перемещается по окружности с центром в середине экрана. В полете изображение карты, ориентированной на север, перемещается относительно символа самолета. В режиме “Курс” символ размещается в нижней части экрана и не перемещается. При изменении курса самолета на тот же угол поворачивается изображение карты,

13 - линия заданного пути (ЛЗП) белого цвета соединяет символы ППМ,

14 - символ зоны ожидания. Изображается в виде овала с двумя дугообразными стрелками желтого цвета. Один прямолинейный участок зоны совпадает с ЛЗП, другой - параллелен ЛЗП. Справа от символа отображается наименование зоны в виде аббревиатуры из 6 букв желтого цвета, слева от символа отображается время прибытия в зону ожидания в виде счетчика зеленого цвета, показывающего часы и минуты. В средней части символа на прямолинейных участках отображается ЗПУ зеленого цвета. Под счетчиком ЗПУ размещен счетчик зеленого цвета, обозначающий время полета по прямолинейным участкам в минутах,

15 - символ ухода на второй круг (левый или правый). Отображается в виде дугообразной стрелки зеленого цвета,

16 - символ ВПП желтого цвета. Справа от символа отображается его наименование,

17 - счетчик минимально безопасной высоты в районе аэродрома пурпурного цвета. Пунктирная линия желтого цвета указывает сектор минимально безопасной высоты,

18 - символ азимутального маяка (ОПРС или VOR) зеленого цвета, если информация маяка используется, или желтого цвета, если информация маяка не используется. Справа от символа отображается его наименование в виде аббревиатуры из 6 букв зеленого или желтого цвета,

40 - символ наклона антенны МНРЛС. Цифры голубого цвета. Стрелка направлена вверх при положительном наклоне и вниз при отрицательном наклоне,

41 - символ включения угловой стабилизации антенны голубого цвета. При выключении угловой стабилизации символ “С” мигает с частотой 1 Гц,

42 - надпись о режиме работы МНРЛС белого цвета (“Метео”, “Земля” или “Контроль”),

43 - азимутально-маркерные метки пурпурного цвета. Нанесены от 0° до 180° через 30°,

44 - зона отображения МНРЛС.

3.6. Общие сведения о комплексном пульте радиотехнических систем

Назначение и размещение.

Комплексный пульт радиотехнических систем (КП РТС) входит в состав КС ЦПНО и предназначен для индикации текущей информации на индикаторе, которая транслируется от ВСС в РТС через КП РТС, и для ручного централизованного управления РТС.

КПРТС обеспечивает централизованное ручное управление для следующих радиотехнических систем:

- радиоконпасов (АРК1, АРК2);
- навигационных систем VOR (VOR1, VOR2);
- навигационных систем ДМЕ (ДМЕ1, ДМЕ2);
- навигационно-посадочных систем РСБН (РСБН 1Н, РСБН 2Н, РСБН 1П, РСБН 2П);
- посадочных систем ILS/СП (ILS1, ILS2, ILS3 или СП1, СП2, СП3);
- радиостанций ДКМВ (ДКМВ1, ДКМВ2);
- радиостанций МВ (МВ1, МВ2).

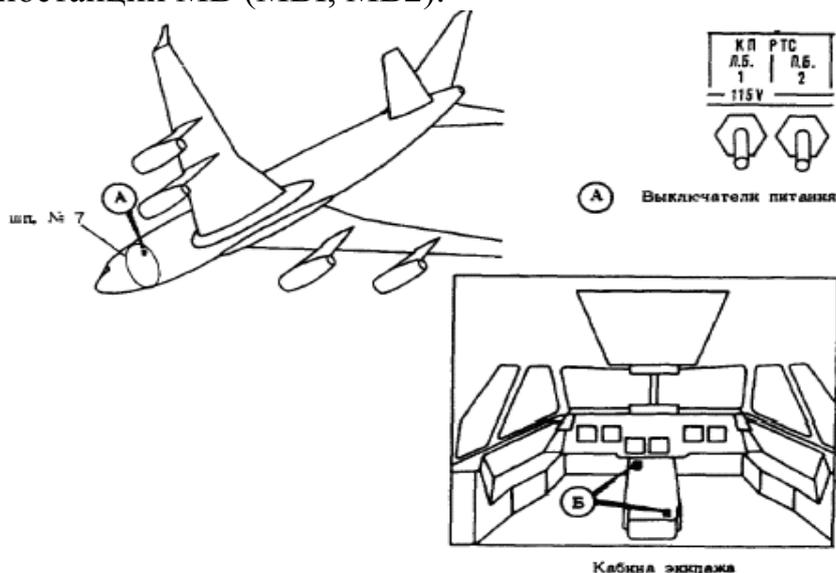


Рис. 3.9. Размещение пультов КП РТС

На самолете установлено два пульта КП РТС - КП РТС 1, КП РТС 2 (рис. 3.9). При этом обеспечивается возможность одновременной работы с указанными пультами. Пульты КП РТС электрически связаны с системой ВСС, а также со всеми РТС, указанными выше.

Описание КП РТС.

КП РТС крепится с помощью винтов на центральном пульте пилотов.

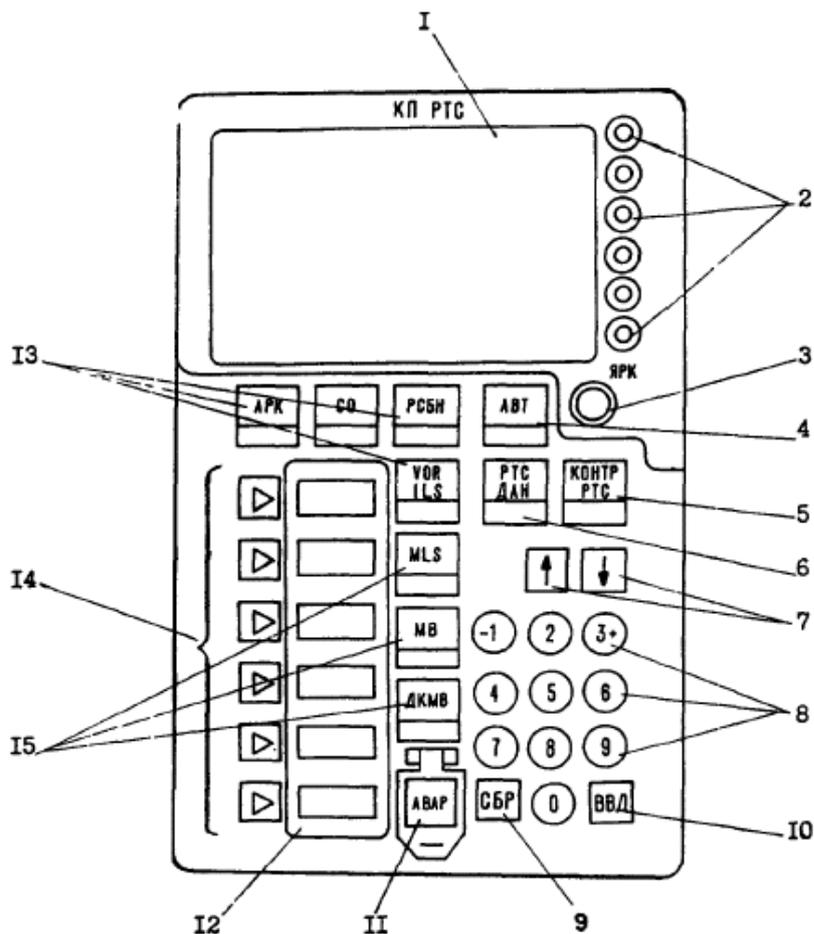


Рис. 3.10. Лицевая панель пульта КП РТС:

- 1 - индикатор;
- 2 - кнопки выбора строки;
- 3 - регулятор яркости свечения индикатора;
- 4 - кнопка-табло для включения и индикации автоматического режима управления;
- 5 - кнопка-табло для включения тестового контроля РТС;
- 6 - кнопка-табло для включения одновременной индикации данных РТС на информационном табло;
- 7 - кнопки смены страниц индикатора;
- 8 - кнопки оперативного цифрового поля;

- 9 - кнопка сброса информации в одной из строк информационного табло;
- 10 - кнопка для ввода в ВСС данных, набранных на оперативном поле;
- 11 - кнопка выдачи сигнала "Авария";
- 12 - табло индикации режима работы радиотехнического средства;
- 13 - кнопки-табло выбора радиотехнических средств АРК, РСБН или VOR, ILS;
- 14 - многофункциональные кнопки выбора режима работы;
- 15 - кнопки-табло выбора радиотехнических средств MLS, MB, ДКМВ

При выборе радиосредства КП РТС будет работать как автономный пульт управления выбранной РТС. При этом многофункциональные кнопки и табло индикации режима работы принимают наименование и функции (режимы работы, команды), соответствующие выбранной РТС. Наименование режима работы индицируется на индикаторе.

Оперативное цифровое поле используется для выбора частот настройки на радиомаяки VOR, ДМЕ, ILS, частотно-кодированного канала для РСБН, заданного азимута, курса взлетно-посадочной полосы (ВПП). Набираемая информация высвечивается в последней шестой строке индикатора.

Кнопка-табло "ВВД" обеспечивает ввод данных в соответствующую РТС и индикацию этих данных в строке индикатора. При нажатии кнопки-табло "СБР" обеспечивается отмена предшествующего действия (однократное нажатие гасит последнюю цифру).

Кнопка-табло "КОНТР РТС" обеспечивает возможность проведения тестового контроля РТС при выборе соответствующей РТС и выборе строки на информационном табло. При нажатии кнопки-табло "АВТ" обеспечивается переключение управления выбранной РТС с ручного режима на автоматический, при этом кнопка подсвечивается.

При нажатии кнопки-табло "РТС ДАН" осуществляется одновременная индикация данных от различных РТС. Пульты КП РТС 1 и КП РТС 2 связаны с радиотехническими системами (РТС) и вычислительной системой самолета (ВСС 1 и ВСС 2). В режиме программного управления радиотехнической аппаратурой осуществляется трансляция данных от ВСС 1 и ВСС 2 в РТС по двум входам А и В, которые идентичны и электрически независимы друг от друга. Вход В является резервным.

Каждая ВСС выдает в оба КП РТС частоты настройки аппаратуры АРК, VOR, ДМЕ, ILS, РСБН, ДКМВ, MB, а также их режимы работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хресин И.Н. Радиотехнические системы комплекса стандартного цифрового пилотажно-навигационного оборудования: учебное пособие. - М.: МГТУ ГА, 2008, 2010. - Ч. 1, 2.
2. Беляевский Л.С., Новиков В.С., Олянюк П.В. Основы радионавигации. – М.: Транспорт, 1992.
3. Радионавигационные системы летательных аппаратов /под ред. П.С. Давыдова. - М.: Транспорт, 1980.
4. Воробьев В.Г., Зыль В.П., Кузнецов С.В. Комплексы цифрового пилотажно-навигационного оборудования: учебное пособие. - М.: МГТУ ГА, 1998. - Ч. 1, 2
5. Руководства по эксплуатации РСБН-85, МНРЛС-85.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1 Аппаратура РСБН-85.....	3
1.1 Назначение и технические характеристики.....	3
1.2 Состав аппаратуры.....	5
1.3 Управление аппаратурой и связи РСБН-85 в КС ЦПНО.....	6
1.4 Приемо-измерительное устройство.....	14
1.5 Построение устройства высокочастотного.....	22
1.6 Построение синтезатора частот.....	25
1.7 Унифицированное передающее устройство.....	27
2 Метеонавигационная радиолокационная станция МНРЛС-85..	30
2.1 Назначение и технические характеристики.....	30
2.2 Общие сведения и принцип работы.....	32
2.3 Встроенная система контроля.....	33
2.4 Функциональная схема МНРЛС-85.....	35
3 Общие сведения о комплексе стандартного цифрового пи- лотажно-навигационного оборудования.....	37
3.1 Состав и функциональные связи КС ЦПНО.....	37
3.2 Функции комплекса на различных этапах полета.....	39
3.3 Технические и точностные характеристики комплекса.....	45
3.4 Способы обмена информацией между системами и комплексами.....	50
3.5 Общие сведения о системе отображения информации КС ЦПНО.....	53
3.6 Общие сведения о комплексном пульте радиотехнических систем.....	62
Литература.....	65

ДЛЯ ЗАМЕТОК