**Глава 21**. **ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СИСТЕМЕ РСБН-4**

Характеристика

Радиотехническая система ближней навигации РСБН-4 разработана с учетом опыта, накопленного в процессе технической эксплуатации системы РСБН-2.В основу разработки системы РСБН-4 был положен принцип преемственности, что по­зволило использовать бортовое оборудование типа РСБН-2С без его доработки. Особое внимание при разработке уделено повы­шению надежности, автоматизации и расширению тактических и технических возможностей. Для повышения надежности оборудования системы РСБН-4 наряду с применением 100-процентного резервирования всех основных блоков большое внимание уделя­лось разработке высоконадежных схем и использованию совре­менных методов конструирования аппаратуры.

Система РСБН-4 представляет собой комплекс наземных и бортовых устройств предназначенный для определения текущих значений полярных координат (азимут и наклонная дальность) и степени отклонений от курса и линии глиссады самолета на его борту, а также определения полярных координат самолетов, находящихся в зоне действия системы, на земле с помощью инди­катора кругового обзора (ИКО).

В состав наземных устройств входят всенаправленный азимутально-дальномерный радиомаяк РСБН-4Н и посадочная радио- маячная группа ПРМГ-5.

В состав бортовых устройств входят комплекс радиотехниче­ских средств и вычислителей, являющихся частью комплексной пилотажно-навигационной системы.

Информация о текущих координатах самолета обрабатывается с помощью бортовых вычислителей и используется для решения навигационных задач.

При использовании радиотехнической системы ближней навигации пилотирование ЛА может осуществляться в одном из трех режимов управления: автоматическом; директорном (полуавтоматическом); ручном.

Информация о текущих координатах, определяемых на земле с помощью ИКО, используется для решения задач диспетчерской службы.

В состав оборудования радиомаяка РСБН-4Н входят: антеннофидерная система (АФС); аппаратная, смонтированная в кузове двухосного прицепа; контрольно-выносной пункт (КВП), установленный на некотором удалении от аппаратной; источники электропитания; выносной индикатор кругового обзора (ВИКО) и пульт дистанционного управления, установленные на расстоянии до 30 км, например, на командно-диспетчерском пункте.

В аппаратной (кузове) установлены следующие группы аппаратуры: радиопередающие и радиоприемные устройства; импульс­нонавигационная и контрольно-юстировочная аппаратура (ИНА и КЮА); ИКО; аппаратура автоматической стабилизации частоты вращения азимутальной антенны; контрольно-измерительная аппаратура исполнительного пункта дистанционного управления; щит питания и вентиляции.

Аппаратура радиомаяка РСБН-4Н имеет 100-процентный резерв. Исключение составляют вспомогательная и нестандартная измерительная аппаратура. Не резервируются также антенно-фидерные устройства, привод вращения антенны и блок питания электромашинного усилителя.

Питающим напряжением для всего оборудования радиомаяка РСБН-4Н является переменное напряжение 220 В 400 Гц. В состав источников электропитания входят:

для стационарных аэродромов, имеющих промышленную сеть 380/220 В 50 Гц, — два комплекта преобразователей 218СД (сете­вой преобразователь ВПЛ-ЗОМДП) и один комплект передвижной электростанции ЭСД-20М (дизель-электрический агрегат АД-20-Т230-Ч-400);

для полевых аэродромов — один комплект преобразователя 218СД и два комплекта ЭСД-20М.

Радиомаяк РСБН-4Н выполняется только в мобильном (передвижном) варианте, поэтому вся аппаратура расположена в серийно выпускаемом кузове К66-У1Д, установленном на прицепе. Радиомаяк может транспортироваться за автомобилем, по желез­ной дороге и воздушным транспортом.

В аппаратной смонтированы блоки типовой конструкции, в которых элементы расположены на левой и правой сторонах вертикальной рамы. Такое расположение обеспечивает свободный доступ к монтажу, позволяет более эффективно использовать объ­ем блоков и обеспечивает хорошую вентиляцию. Каждый блок имеет механизмы удержания и поворота, которые позволяют вы­двинуть блок и повернуть его на угол, близкий к 90°.

Элементной базой электронных блоков системы РСБН-4Н являются электровакуумные и полупроводниковые приборы повышенной надежности. В радиомаяке применено 654 электровакуум­ных прибора 34 типов, 2532 полупроводниковых диода 28 типов, 190 транзисторов пяти типов.

Радиомаяк РСБН-4Н в зависимости от поставленных радионавигационных задач может устанавливаться как в районе аэро­дрома (300—600 м от оси ВПП на удалении от центра до 1200 м), так и на трассах полетов. В последнем случае радиомаяк должен устанавливаться с учетом нерабочей зоны над ним (±45°) и высо­ты полета. Для этого рекомендуется смещать радиомаяк от линии пути самолета на величину двух нерабочих зон для конкретной высоты полета.

В любом варианте установки радиомаяка РСБН-4Н необходи­мо выполнять следующие требования к местности:

для установки радиомаяка необходимо выбирать сравнительно ровную площадку радиусом 500 м и углом наклона местности (повышение и понижение) не более 0,5° с возможностью подъезда и размещения автоприцепов и КВП;

в радиусе 150 м от точки установки радиомаяка допускается наличие редких кустарников, небольших неровностей и строений (без металлических каркасов) высотой не более 1—1,5 м;

в радиусе 150—1000 м нежелательно наличие густой растительности и строений (леса, зданий и т. п.);

местные предметы (здания, лес, мачты, башни и т. п.) не должны быть видны из точки установки радиомаяка под углом более 0,5—0,7°, так как угол закрытия более 0,25° уже может приводить к снижению дальности действия; определение углов закрытия производится с помощью теодолита, установленного на треноге в точке проекции на горизонтальную плоскость оси вращения ази­мутальной антенны;

для устранения взаимных влияний рекомендуется места для установки радиомаяка выбирать на расстоянии не менее 500 м от других радиотехнических средств.

Существенное влияние на качество работы радиомаяка (обеспечение максимальной дальности и точности в направлениях наибольшей интенсивности полетов) оказывает правильное размещение на местности его прицепов и антенно-фидерных устройств (рис. 21.1).

В результате предварительного осмотра площадки, намечен­ной для развертывания радиомаяка, определяется предполагае­мая точка установки центра вращающейся азимутальной антенны и осуществляется геодезическая привязка (координаты этой точ­ки, северное направление истинного меридиана, снимается также карта углов закрытия). Далее осуществляются разметка пло­щадки, установка аппаратной машины (AM), развертывание АФУ.

Антенны дальномерного передатчика и передатчика опорных сигналов (А1 и А2) устанавливаются на максимальном удалении от аппаратной, определяемой длиной ВЧ-кабелей.

При установке антенн А1 и А2 следует учитывать, что в на­правлениях от этих антенн на азимутальную антенну А5 образу­ются затенения, что приводит к периодическим сбоям в работе радиомаяка под малыми углами места в этих направлениях. По­этому расстановка антенн должна производиться таким образом, чтобы указанные секторы затенения не совпадали с направле­ниями рабочих зон аэродрома.

Антенна КВП А6 устанавливается под углом а к северному направлению истинного меридиана, кратным 10° плюс 27', с точностью не хуже ±30" на удалении от антенны дальномерного передатчика А1, равном 130±5 м. При установке антенны КВП сле­дует учитывать воздействия на эту антенну других радиотехни­ческих средств, поэтому необходимо, чтобы раскрыв антенны был направлен в сторону радиосредств, создающих помехи.

Запрещается устанавливать КВП в секторе 340—350°, а так­же в секторе ±20° от направлений на передающие антенны и ±30° от места установки агрегатов электропитания (АП). Прием­ные антенны АЗ и А4 устанавливаются на кузове автомашины AM.

Тактические характеристики радиомаяка: 

Рис. 21.1. Расположение оборудования радиомаяка на мест­ности

1.Дальность действия радиомаяка зависит от высоты поле­та самолета и должна быть не менее: 550 км при высоте *H* = 35 000 м; 380 км при *H* =12 000 м; 250 км при *H* = 5000 м; 195 км при *H* = 3000 м; 50 км при *H* =250 м.

2. Нерабочая зона над радиомаяком в виде воронки расположена под углом 45° относительно горизонта и имеет радиус, за­висящий от высоты полета. Так, при высоте *H* = 3000 м радиус составляет не более 3 км, при *H* =6000 м радиус не более 6 км.

3. Точность определения координат на борту: по азимуту = ±0,25°; по дальности = ±200 м±0,03% где *R —* удаление ЛА от радиомаяка.

4. Точность определения координат на ИКО: по азимуту = ±1°; по дальности = ±2 км на масштабе 100 км; = ±6 км на масштабе 400 км.

5. Количество самолетов, обслуживаемых радиомаяком: по дальномерному каналу — не менее 100 (до 50 самолетов — без ограничения числа импульсов ответа дальности, а свыше 50 самолетов с ограничением числа импульсов ответа дальности до 50%); по азимутальному каналу — не ограничено.

Технические характеристики радиомаяка:

1. Диапазон частот наземных передающих и самолетных приемных устройств по линии связи радиомаяк — бортовое оборудо­вание составляет: азимутального канала — 873,6 — 935,2 МГц; дальномерного канала — 939,6—1000,5 МГц. В этих диапазонах имеется по 88 частотных каналов (фиксированных частот), отсто­ящих друг от друга через 0,7 МГц.



Рис. 21.2. Расположение частотных каналов связи радиомаяка

2. Диапазон частот бортового передатчика и наземных прием­ных устройств по линии связи бортовое оборудование — радио­маяк составляет 770—812,8 МГц. В этом диапазоне имеется 22 частотных канала через 2 МГц (рис. 21.2).



Рис. 21.3. Импульсно-временное кодирование сигналов:

*а* — двухимпульсный сигнал; *б —* трехимпульсный сигнал; *в —* четырехимпульсный

сигнал

3. Для повышения скрытности работы системы, помехозащи­щенности и сокращения частотного диапазона кроме частотного разделения используется временное разделение соседних каналов, т. е. используется импульсный частотно-временной принцип по­строения каналов. Такой принцип позволяет на одной и той же частоте, используя различные коды, передавать различную инфор­мацию.

В системе используются двух-, трех- и четырехимпульсные ко­довые посылки, следующие с периодом повторения *Т.* Для каж­дой кодовой посылки используются четыре временных интервала кода (рис. 21.3).

По линии связи радиомаяк — бортовое оборудование один и тот же временной код используется через четыре частотных ка-

Таблица 21.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/П | Наименование сигналов | | Характеристики сигналов | Кодовые интервалы (мкс) | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Азимутальные сигналы | |  | Не кодируются | | | |
| 2 | Опорные сигналы “35” | |  | 58 | 68 | 78 | 88 |
| 3 | Опорные сигналы “36” | |  | 18 | 28 | 38 | 48 |
| 4 | Ответа дальности (ОД) | |  | 14 | 16 | 18 | 20 |
| 5 | Запроса индикации (ЗИ) | |  | 6;6 | 8;6 | 10;6 | 12;6 |
| 6 | Позывные | «Дорога» |  | 6;6;4 | 8;6;4 | 10;6;4 | 12;5;4 |
| «Свод» |
| 7 | Ретрансляция на ВИКО | |  | 9;7 | 5;9 | 5;13 | 9;5 |

нала, поэтому получается 88 частотно-кодовых канала. По этой линии связи передаются сигналы, приведенные в табл. 21.1.

По линии связи бортовое оборудование — радиомаяк на каж­дом частотном канале может использоваться каждый из четырех временных кодов, поэтому также получается 88 частотно-кодо­вых каналов. По этой линии связи передаются сигналы, приве­денные в табл. 21.2.

Таблица 21.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/П | Наименование сигналов | Характеристики сигналов | Кодовые интервалы (мкс) | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 1 | Запрос дальности(ЗД) |  | 25 | 19 | 21 | 23 |
| 2 | Ответ индикации (ОИ) |  | 9;7 | 5;9 | 5;11 | 9;5 |
| 3 | Опознавания экипажа | Каждый ОИ повторяется 2 раза с интервалом 50 мкс |  |  |  |  |

4. Выносной индикатор кругового обзора связан с наземным радиомаяком с помощью радиолинии связи, в которой использу­ются наземные импульсные передатчики и приемное устройство ВИКО. ВИКО может удаляться до 30 км от радиомаяка.

5. Опознавание самолетов, работающих с наземным радио­маяком, производится только по запросу с земли с помощью связ­ной радиостанции, не входящей в состав радиомаяка. Для ответа на запрос летчик должен нажать кнопку ОПОЗНАВАНИЕ, рас­положенную на приборной доске летчика, в результате чего са­молетный запросчик дальности (СЗД) дает повторную посылку сигнала ОИ и на индикаторах ИКО и ВИКО раздваивается видео отметка этого самолета.

Для передачи позывных радиомаяка на борт самолета сигна­лы ЗИ манипулируются в соответствии с азбукой Морзе: в мо­мент передачи позывного к трехимпульсной кодовой посылке до­бавляется четвертый импульс. Декодированные на борту сигналы ЗИ поступают на телефонные гнезда ПОЗЫВНОЙ и прослуши­ваются в телефонах. Предусмотрена возможность манипуляции второго импульса кодовой посылки сигналов ЗИ при работе с бор­товым оборудованием старых выпусков типа РСБН-2С.

6. Мощность, потребляемая радиомаяком от трехфазной сети 220 В 400 Гц, составляет 22,3 кВт, а при выключенном обогреве потребляемая мощность составляет не более 15 кВт.

При питании радиомаяка от трехфазной сети 220/380 В 50 Гц через преобразователь 218СД максимальная потребляемая мощ­ность составляет 35 кВт, КПД преобразователя — 62%.

Силовой понижающий трансформатор на электростанции, обес­печивающий работу радиомаяка, должен выдерживать мощность не менее 50 кВт.

7. Габаритные размеры радиомаяка в рабочем положении 7500×5000×10 000 мм, в походном положении 9000×2600× 3800 мм. Габаритные размеры преобразователя 218СД3943×2057×2210 мм, масса 1800 кг. Габаритные размеры агрегата ЭСД-20М 3943×2070×2440, масса 2350 кг.

8. Масса радиомаяка 11,3 т.

9. Расход горючего при работе агрегата ЭСД-20М составляет 9 кг/ч. Время непрерывной работы 7 ч.

10. Для развертывания и свертывания радиомаяка требуется экипаж в составе 6—8 человек. Время развертывания 6—8 ч. Включение радиомаяка после развертывания занимает 20—30 мин, а включение в процессе его эксплуатации — не более 5 мин.

**21.2. Принцип действия**

Структурная схема азимутального канала РСБН-4 представлена на рис. 21.4.

Для передачи азимутального и опорного сигналов использу­ется комбинированный азимутально-опорный передатчик. Тракт непрерывных сигналов азимутально-опорного передатчика нагру­жен на направленную вращающуюся антенну А1, которая имеет двухлепестковую ДН в горизонтальной плоскости.

С помощью опорных сигналов маркируются моменты времени, в которые азимутальная антенна своим минимумом (провалом) двухлепестковой ДН пересекает азимуты, кратные 10°, и момент времени, когда азимутальная антенна своим минимумом ДН пересекает северное направление истинного меридиана, проходяще­го через ось вращения ДНА. Опорные сигналы используются для коррекции бортового измерителя азимута.

В качестве опорных используются импульсные сигналы, излучаемые ненаправленной антенной А2, питающейся от тракта импульсных сигналов азимутально-опорного передатчика.

Опорные сигналы вырабатываются электромагнитными датчиками, установленными в колонне привода азимутальной антенны. Каждый датчик представляет собой диск, изготовленный из не­магнитного материала, по окружности которого расположены магнитные радиальные вставки, и П-образное ярмо, служащее маг- нитопроводом, на котором установлены катушки (одна для под-магничивания и две токосъемные).

При вращении диска магнитные вставки последовательно проходят между полюсными наконечниками, замыкая магнитный поток ярма. При этом в токосъемных катушках индуктируется



Рис. 21.4. Структурная схема азимутального канала системы РСБН-4

напряжение в виде импульса. Количество импульсов, которые вырабатывает датчик за один оборот азимутальной антенны, соответствует количеству магнитных вставок на диске датчика. Конструктивно диски всех датчиков жестко закреплены на валу вращения антенны.

В азимутальном канале используются два датчика опорных сигналов. На диске одного из них расположено 36 вставок (через каждые 10°), на диске второго — 35 вставок равномерно. При­чем диски датчиков 36 и 35 сориентированы таким образом, что импульс «36» совпадает во времени с импульсом «35» один раз за полный оборот азимутальной антенны в тот момент, когда ну­левой провал ее ДН пересекает северное направление. В этот мо­мент времени формируется так называемый сигнал северно­го совпадения. При такой ориентировке дисков сигналы «36» будут формироваться через каждые 10° поворота азимутальной антенны, т. е. в момент времени, когда нулевой провал ДН ази­мутальной антенны будет пересекать азимуты, кратные 10°.

Опорные сигналы «36» и «35» формируются и кодируются в шифраторе азимута и в виде двухимпульсных кодовых посылок используются для модуляции сигнала несущей частоты в импульсном тракте азимутального опорного передатчика. Кодовые ин­тервалы опорных сигналов «35» и «36» различны. Сигнал северного совпадения кодируется трехимпульсным кодом, являющимся результатом наложения кодов опорных сигналов «35» и «36».

Измерение азимута ЛA на борту осуществляется с помощью цифрового следящего измерителя. Основным элементом, с помо­щью которого производится отсчет азимута, является 15-разрядный триггерный счетчик. Счетчик непрерывно подсчитывает чис­ло импульсов, поступающих с генератора измерительных импуль­сов (,FH = 30720 Гц). Появление одного импульса на выходе счет­чика соответствует повороту антенны на угол 0,02°.

Азимут ЛА пропорционален подсчитанному количеству импульсов N: = N\*0,02.

В процессе измерения происходит синхронизация счетчика опорными сигналами «36», которые стробируются в целях повышения помехоустойчивости измерителя.

В момент поступления азимутального сигнала производится перепись числа, соответствующего измеренному значению азиму­та со счетчика в запоминающий регистр. Из запоминающего ре­гистра значение азимута в параллельном двоичном коде подается на преобразователь «Код—напряжение», а затем преобразуется в показания индикатора.

Высокочастотные опорные сигналы «35», «36» и азимутальный, принятые антенной системой на борту ЛА, поступают на вход приемника. Видеоимпульсы опорных сигналов «35» и «36» с выхо­да приемника поступают на дешифратор, код которого должен соответствовать коду шифратора в наземном передатчике, декодируются и поступают на соответствующие схемы управления и уп­равляют работой счетчика импульсов.

Счетчик импульсов состоит из двух частей: счетчика «Точно», включающего первые девять разрядов и синхронизируемого опорными сигналами серии «36», и счетчика «Грубо», включающего следующие шесть старших разрядов и синхронизируемого импульсом 180°, который формируется в самом измерителе с помощью опорного импульса «35». Счетчик «Точно» работает в пределах от 0 до 10°, а счетчик «Грубо» считает десятки градусов в пределах от 0 до 360°. Синхронизация счетчика осуществляется путем сбро­са импульса «36» сигналом счетчика «Точно» в нулевое положе­ние, а счетчика «Грубо» импульсом 180° в положение 180°.

При заполнении счетчика «Точно» до значения 10° им выдает­ся сигнал перехода в следующий десяток, т. е. в счетчик «Грубо». Сигнал начала стробирования опорных импульсов «36» посту­пает на схему управления «36» со счетчика «Точно» при заполне­нии его до значения 9,4°. В схеме «Строб 36» формируется им­пульс «Строб 36» (рис. 21.5). При совпадении опорных сигналов «36» с импульсами «Строб 36» формируются синхронизирующие импульсы для сброса счетчика «Точно».



Рис 21.5 Временные диаграммы схемы измерения азимута

Сигнал начала стробирования опорных импульсов «35» формируется один раз за период вращения азимутальной антенны, т. е. за полный цикл работы измерителя. Он поступает на схему управления «180» со счетчика «Грубо» при заполнении его до значения 180°. В схеме «Строб 180» формируется импульс «Строб 180°».

В момент разворота азимутальной антенны на угол 185°9/ излучается опорный сигнал «35», который совпадает по времени с импульсом «Строб 180°». При совпадении опорного импульса «35» с импульсом «Строб 180°» формируется синхронизирующий им­пульс для сброса счетчика «Грубо» в положение 180° (при непра­вильном счете). При заполнении счетчика «Грубо» до значения 360° весь счетчик автоматически сбрасывается в нулевое поло­жение с помощью цепи обратной связи.

Азимутальный сигнал в виде «двойного колокола» с выхода приемника поступает на формирователь импульса (ФАИ), в ко­тором из него формируют импульс, соответствующий по времени моменту минимума (провала) азимутального сигнала. Азимуталь­ный импульс поступает на схему переписи через схему управле­ния азимута.

Переключение режима «Поиск» или «Слежение» зависит от наличия принимаемых сигналов. При отсутствии одного из них измеритель переходит в режим «Поиск».

Для контроля точности установки датчиков опорных сигналов используется специальная аппаратура контроля нуля азимута,



Рис. 21.6. Структурная схема дальномерного канала системы РСБН-4

состоящая из контрольно-выносного пункта (КВП), блока кон­троля азимута и блока установки азимута.

Точность установки датчиков опорных сигналов контролируется в блоке контроля азимута путем контроля временного поло­жения опорного сигнала «36» относительно нулевого «провала» азимутального сигнала. Контролируемые сигналы в блок посту­пают с КВП, который устанавливается на заданных азимутах с высокой точностью. Дистанционное управление положением ка­ретки с датчиками осуществляется с помощью сельсинной переда­чи, сельсин-датчик которой расположен в блоке установки ази­мута.

Структурная схема дальномерного канала системы РСБН-4 приведена на рис. 21.6. В дальномерном канале используется временной метод измерения дальности. Дальномерный канал построен по принципу импульсного радиодальномера с запросом. Для измерения временного интервала используется цифровой следящий измеритель.

Формирователь запросного сигнала бортового устройства формирует импульсы с частотой следования 30 Гц (рис. 21.7, диаграм­ма *3),* которые поступают в шифратор, кодируются в нем двухим- пульсным кодом (рис. 21.7, диаграмма *4)* и поступают на запуск передатчика сигнала запроса дальности (СЗД). Кодирование сиг­нала увеличивает помехозащищенность линии связи и позволяет на одной частоте организовать несколько каналов связи (по чис­лу кодов).

Передатчик СЗД через антенну А1 (рис. 21.6) посылает сиг­нал запроса дальности (ЗД) (рис. 21.7, диаграмма 5), который принимается антенной наземного приемного устройства (рис. 21.7, диаграмма *6).* С выхода приемника видеоимпульсы сигнала ЗД (рис. 21.7, диаграмма 7) декодируются в дешифраторе, если код дешифратора соответствует коду бортового шифратора. С дешифратора одиночный видеоимпульс (рис. 21.7, диаграмма *8)* посту­пает в блок шифратора на схему ограничения загрузки, которая защищает дальномерный передатчик от перегрузки по тепловому режиму. Схема пропускает все импульсы, если средняя частота их следования не превышает 5 кГц, и вырезает без приоритета часть импульсов, если частота их следования превышает 5 кГц, поддерживая при этом частоту следования ответных импульсов на уровне 5 кГц. Бортовое оборудование устроено так, что при пропадании до 50% ответных сигналов точность измерения и дальность действия канала не ухудшаются.

В блоке шифратора осуществляется также дополнительная задержка сигналов ЗД во времени на величину (рис. 21.7, диаграмма *9).* Эта задержка вызвана необходимостью компенсации естественных задержек сигнала, возникающих в процессе его преобразования в самолетном и наземном оборудовании (кодирование и декодирование), а также необходимостью компенсации задержки включения схемы измерения в самолетном оборудова­нии РСБН-2С на 186 мкс. В рассматриваемой схеме эта задержка



Рис. 21.7. Временные диаграммы схемы измерения дальности

учитывается при измерении в преобразователе «Код — напряже­ние». Задержка сигнала в дешифраторе на время осуществля­ется с помощью специальной линии задержки. Величина этой задержки должна быть постоянной для всех наземных ретранс­ляторов и равной задержке, учитываемой в бортовом оборудо­вании.

Задержанный сигнал ЗД (рис. 21.7, диаграмма 9) кодируется в шифраторе двухимпульсным кодом ответа дальности (рис. 21.7, диаграмма 10) и поступает на запуск дальномерного передатчика. Передатчик через антенну АЗ (рис. 21.6) посылает сигнал отве­та дальности (рис. 21.7, диаграмма 11), который принимается ан­тенной А4 бортового приемника и поступает на вход приемника (рис. 21.7, диаграмма 12). С выхода приемника видеоимпульсы сигналов ответа дальности (ОД) (рис. 21.7, диаграмма 13) декодируются в дешифраторе, если код дешифратора соответствует коду наземного шифратора.

Измерение времени осуществляется 12-разрядным триггерным, измерительным счетчиком. В измерительном счетчике идет непрерывный подсчет импульсов в рабочем такте с момента его формирования до момента приема сигнала ОД. В запоминающий регистр перепись числа со счетчика происходит только один раз в рабочем такте при наличии сигнала ОД с выхода приемника.

Генератор рабочих тактов управляет работой всех основных узлов измерительной схемы. Он работает в автоколебательном режиме с частотой 30 Гц и формирует прямоугольные импульсы длительностью 16,67 мс (рис. 21.7, диаграмма 1), которые откры­вают ключевую схему, обеспечивающую прохождение измеритель­ных импульсов на измерительный счетчик. Четвертый измеритель­ный импульс с третьего разряда счетчика (рис. 21.7, диаграмма 3 ) поступает в формирователь запросных сигналов.

С дешифратора одиночный импульс ОД поступает на стробирующее устройство, которое закрывает ключевую схему, и поступ­ление измерительных импульсов на счетчик прекращается (рис. 21.7, диаграмма 16).

Таким образом, в каждом рабочем такте в счетчике записывается число, соответствующее удалению ЛА от наземного ретранслятора. Полученное значение дальности в двоичном коде переписывается в запоминающий регистр и затем в преобразовате­ле «Код — напряжение» преобразуется в постоянное напряжение, пропорциональное дальности, которое затем преобразуется в показания индикатора дальности.

Сброс счетчика в нулевое положение осуществляется импульсом сброса (рис. 21.7, диаграмма 17), формируемым задним фрон­том импульса рабочего такта (рис. 21.7, диаграмма 1).

Для увеличения помехозащищенности производится стробиро вание ответного сигнала во времени. Схема стробирования запускается в тот момент, когда непрерывно растущее число в измерительном счетчике будет на четыре градации меньше числа, хранящегося в запоминающем регистре. Сформированный рабо­чий строб (рис. 21.7, диаграмма 15) длительностью от момента запуска до момента сброса измерительного счетчика служит для формирования сигнала закрытия ключевой схемы при совпадении с ним сигнала ОД. Упреждение момента формирования строба делается для уверенного совпадения с ним ответного импульса.

Для обнаружения собственного сигнала ОД среди ответов другим ЛА применен метод ускоренного поиска. Сущность его заключается в следующем. При первом запросе любой импульс с выхода приемника проходит через стробирующее устройство и останавливает счет в измерительном счетчике. В запоминающем регистре оказывается число, пропорциональное промежутку вре­мени от момента посылки сигнала ЗД до момента приема перво­го сигнала ОД (причем первый сигнал ОД может быть и поме­хой).

При следующем такте стробирующее устройство выработает стробы (рабочий и контрольный) к ожидаемому моменту прихо­да первого сигнала ОД.

Причем контрольный строб имеет постоянную длительность 𝜏с= 6 ÷ 8 мкс и формируется одновременно с рабочим стробом. Если первый сигнал ОД оказался помехой (ответ другому ЛА), он, естественно, не попадет в контрольный строб и счет импуль­сов в измерительном счетчике будет продолжаться до тех пор, пока с выхода дешифратора в стробирующее устройство не по­ступит второй сигнал ОД, который также может быть помехой.

Таким образом, остановка измерительного счетчика будет производится сигналами, отстоящими все дальше и дальше от запросного. Этот процесс будет продолжаться до тех пор, пока остановка не будет произведена своим сигналом ОД. Он будет отстоять от запросного при каждом запросе на одно и то же время *,* измерительный, счетчик будет останавливаться при одном и том же значении двоичного числа.

Схема контроля после пяти совпадений сигнала ОД с контрольным стробом переключит схему измерения дальности в режим «Слежение». В режиме «Слежение» выдается сигнал, разрешающий работу схемы индикации.

Преобразователь «Код — напряжение» — двухканальный и обеспечивает выдачу значений дальности точно и грубо.

Таким образом, в бортовом измерителе измеряется временной интервал:

По измеренному интервалу при точно известном времени задержки сигналов в наземном оборудовании можно опреде­лить удаление ЛА от РНТ:

где — потенциальная среднеквадратичная погрешность, опре­деляемая шириной спектра огибающей импульсных сиг­налов;

— инструментальная среднеквадратичная погрешность, определяемая ошибкой дискретизации;

— среднеквадратичная погрешность, обусловленная нестабильностью скорости распространения радиоволн в ат­мосфере;

— среднеквадратичная погрешность, обусловленная нестабильностью временной задержки дальномерных сигна­лов в цепях наземного ретранслятора.

Из приведенного выражения следует, что от стабильности задержки дальномерных сигналов в наземном оборудовании сис­темы РСБН-4 существенно зависит точность измерения дально­сти на борту ЛА. Поэтому в ретрансляторе дальномера системы РСБН-4Н предусмотрена система контроля и автоматической ста­билизации задержки дальномерных сигналов. Принцип действия системы основан на сравнении времени задержки дальномерного сигнала в наземном оборудовании ретранслятора с эталонным временным интервалом, формируемым с помощью генератора им­пульсов с кварцевой стабилизацией частоты, и изменении с по­мощью регулируемой линии задержки времени задержки до тех пор, пока оно не станет равным эталонному временному ин­тервалу.

Этот принцип реализуется следующим образом. Блок контро­ля дальности формирует запросно-контрольные двухимпульсные кодовые посылки с кодовым интервалом сигнала ЗД с частотой повторения 150 Гц. Запросно-контрольные сигналы подаются на вход дешифратора, проходят тот же тракт, что и сигналы ЗД, и излучаются антенной передатчика вместе с сигналами ОД. Излученные сигналы принимаются приемником контрольно-выносного пункта (КВП) и снова в качестве контрольно-ответных сигналов поступают в блок контроля дальности. Задержка декодированных в блоке контроля дальности контрольно-ответных сигналов сравнивается в этом блоке с эталонной задержкой. Если задержка контрольно-ответных сигналов в наземном тракте дальномерного канала не равна эталонной, в блоке контроля дальности форми­руется управляющий сигнал, который поступает на регулируемую линию задержки в блоке дешифратора, осуществляющую под­стройку задержки в дальномерном канале до равенства ее эта­лонной величине с точностью ±0,1 мкс.

Структурная схема индикаторного канала системы РСБН-4 представлена на рис. 21.8.

В колонне привода азимутальной антенны расположен электромагнитный датчик сигналов «180» (диск, имеющий 180 вставок). При вращении азимутальной антенны с этого датчика через каждые 2° поворота азимутальной антенны снимаются импульсы (F180 = 300 Гц), которые поступают в блок шифратора азимута, кодируются трехимпульсным кодом и через блок шифратора дальности запускают дальномерный передатчик, нагруженный на ненаправленную антенну. Излученные антенной сигналы являются сигналами ЗИ для бортовой аппаратуры. Эти же сигналы сов­местно с опорными сигналами «35» и «36» принимаются антенной

ВИКО.

Декодированные сигналы «180» используются в ВИКО для запуска развертки (импульсы синхронизации). Декодированные опорные сигналы «35» и «36» используются для получения круго­вой развертки ВИКО. Из них формируется напряжение разност­ной частоты, из которого получают синусно-косинусные напряже­ния для модуляции развертывающих напряжений.

Сигналы ЗИ принимаются бортовым приемным устройством, декодируются и поступают на схему выделения, которая осущест­вляет выделение сигнала ЗИ в момент облучения ЛА азимуталь­ной антенной. Выделенный сигнал поступает на шифратор пере­датчика для формирования сигнала ОИ в виде трехимпульсной



Рис. 21.8. Структурная схема индикаторного канала системы РСБН-4

кодовой посылки. Из всех принятых сигналов ЗИ за полный обо­рот азимутальной антенны на каждом ЛА выделяется только один в момент приема азимутального сигнала. Сформированный сигнал ОИ запускает передатчик и излучается антенной.

Принятые наземным приемником сигналы ОИ декодируются в дешифраторе, поступают в шифратор азимута, снова кодируются в нем трехимпульсным кодом ретрансляции, поступают на запуск дальномерного передатчика через блок шифратора дальности и передаются на ВИКО.

Принятые приемным устройством ВИКО сигналы ретрансля­ции создают на экране ИКО яркостную отметку. Угловое поло­жение яркостной отметки соответствует азимуту ЛА, а расстоя­ние отметки от центра ЭЛТ пропорционально расстоянию до ЛА. Удаление ЛА и его азимут измеряются по отношению к месту ус­тановки наземного оборудования РСБН-4Н, причем дополнитель­ной погрешности в измерении дальности за счет распространения сигналов ретрансляции не происходит, так как сигналы ЗИ, за­пускающие развертку ВИКО, проходят одинаковый путь с сиг­налами ретрансляции.

Кроме ВИКО в системе РСБН-4 имеется ИКО, расположенный в аппаратной радиомаяка. Принцип его действия аналогичен принципу действия ВИКО с той лишь разницей, что для созда­ния радиально-круговой развертки на экране ИКО используются непосредственно сигналы «180» и синусно-косинусное напряжение с сельсина, связанного с вращающейся антенной, а яркостные от­метки ЛА создаются декодированными сигналами ОИ, поступаю­щими с блока дешифратора.

Калибрационные (масштабные) метки дальности создаются через 2, 10 и 50 км на ВИКО и через 10 и 50 км на ИКО. Мас­штабные метки азимута создаются через 10 и 30°.

Для индивидуального опознавания ЛА, работающих с радиомаяком, на щитке управления бортовым оборудованием РСБН нажимают кнопку ОПОЗНАВАНИЕ по команде с земли. В этом случае в бортовом оборудовании автоматически формируется повторная посылка сигнала ОИ с задержкой 4 — 50 мкс, благодаря чему яркостная отметка на экранах ИКО раздваивается.

Принцип действия азимутального, дальномерного и индикаторного каналов системы РСБН-4 был достаточно подробно изложен в предыдущих разделах, поэтому в данном разделе рассмотрим взаимодействие только наземного оборудования системы по упро­щенной структурной схеме РСБН-4Н, приведенной на рис. 21.9. Как отмечалось выше, основные блоки системы имеют 100-про центный резерв, поэтому рассмотрим взаимодействие наземного оборудования одного из комплектов, например первого.

Для измерения азимута на борту ЛА по радиолинии земля — борт необходимо передать азимутальный сигнал и серии опорных импульсов «35» и «36». Азимутальный сигнал излучается азимутальной антенной А1, связанной с непрерывным каналом азиму­тально-опорного передатчика, входящего в РПДУ1К. Опорные им­пульсы «35» и «36» вырабатываются датчиками сигналов ДС, связанными с вращающейся азимутальной антенной. Далее они формируются и кодируются в шифраторе опорных сигналов в бло­ке азимутального канала, входящего в комплект блоков импуль­сно-навигационной аппаратуры ИНА1К. В ИНА1К кроме шиф­ратора опорных сигналов входят шифратор дальномерного кана­ла, шифратор импульсов «180» и шифратор ретрансляции (коди­рование ответных импульсов индикации для ВИКО), а также дешифратор радиоприемных устройств РПУ.



Кодированные импуль­сы «35» и «36» модулируют импульсный канал азимутально-опор­ного передатчика РПДУ1К и излучаются ненаправленной пере­дающей антенной опорных сигналов А2.

При измерении дальности на борту JIA кодированные запросные сигналы дальности ЗД принимаются приемными антеннами верхних и нижних углов А5, А6, проходят два отдельных прием­ника, входящих в состав радиоприемных устройств РПУ, и скла­дываются на входе дешифратора, входящего в ИНА1К. Две приемные антенны и два приемника необходимы для создания непре­рывной зоны обзора в вертикальной плоскости. Декодированные импульсы запроса дальности кодируются ответным кодом в шифраторе дальности канала ИНА1К (импульсы ответа дальности ОД), модулируют дальномерный передатчик, входящий в РПДУ1К, и излучаются ненаправленной передающей антенной АЗ ответчика дальномера.

Для определения полярных координат ЛА, находящихся в зо­не действия системы, все ЛА последовательно облучаются вращающейся азимутальной антенной А1. Кроме того, на борт ЛА пе­редается непрерывная серия двухградусных импульсов «180», являющихся сигналами запроса индикации (ЗИ). Импульсы «180» вырабатываются датчиком ДС, формируются и кодируются шифратором индикаторных сигналов ИНА1К, модулируют дальномер­ный передатчик, входящий в РПДУ1К, и излучаются антенной АЗ. В момент облучения ЛА азимутальным сигналом на его бор­ту формируется ответный импульс индикации, который кодируется ответным кодом индикации и излучается СЗД. Ответные им­пульсы индикации ОИ принимаются приемными антеннами А5, А6, проходят РПУ, декодируются дешифратором ИНА1К и поступают на ИКО.

Для запуска развертки ИКО также используются импульсы «180». Для отображения воздушной обстановки на экране ВИКО импульсы ОИ кодируются кодом ретрансляции в шифраторе ретрансляции ИНА1К, модулируют дальномерный передатчик и излучаются антенной АЗ. Приемная антенна А7 и приемник ПРМ ВИКО принимают эти сигналы. После декодирования шифратором ДШИ импульсы поступают на индикатор ВИКО. Для формирования радиально-круговой развертки ВИКО, синхронной с вращением азимутальной антенны, и ее син­хронизации ВИКО принимает также импульсы «35», «36» и «180».

Контрольно-юстировочная аппаратура предназначена для кон­троля правильности установки и ручной регулировки начала от­счета азимута (нуля азимута) и автоматической регулировки за­держки в дальномерном канале (нуля дальности), а также для выдачи сигналов аварии и ухудшения параметров. В состав контрольно-юстировочной аппаратуры входят КВП и блоки контроля азимута БКА1К и дальности БКД1К, а также блок установки азимута БУА.

Контроль нуля азимута производится путем контроля правильности установки каретки с датчиком в колонне привода антенны А1, т. е. путем контроля совпадения в блоке БКА1К азимутально­го импульса, соответствующего середине «провала» двойного ко­локолообразного импульса, и одного из импульсов «36». Антенна КВП А4 принимает сигналы, излучаемые антеннами А1—АЗ. Да­лее они проходят двухканальное выносное приемное устройство ВПУ1К. Азимутальный сигнал поступает в БКА1К, а все импульс­ные сигналы — в БКД1К. В случае неправильного положения ка­ретки с датчиками ее положение может корректироваться с по­мощью сельсинной передачи с БУА.

Контроль нуля дальности осуществляется путем контроля за­держки в дальномерном канале. Задержка дальномерных сигна­лов непрерывно сравнивается с эталонной задержкой в блоке БКД1К. В случае рассогласования задержек в блок шифратора дальномерного канала ИНА1К поступает ток регулирования *I*р, который является током подмагничивания линии переменной за­держки дальномерного канала. Для контроля задержки дально­мерного канала в блоке БКД1K вырабатываются специальные, так называемые запросно-контрольные импульсы (ЗК). Они кодируются кодом запроса дальности (ЗД) в блоке БКД1K и поступают на вход дешифратора ИНА1К. Декодированные и вновь закодированные кодом ответа дальности в блоке шифратора Дальномерного канала ИНА1К запросно-контрольные импульсы •поступают в блок БКД1К по пути: дальномерный передатчик, антенна АЗ, антенна А4, делитель мощности ДМ, ВПУ1К, БКДЖ.

Сигналы аварии или ухудшения параметров с блоков БКАЖ и БКДЖ поступают на блоки автоматики азимутального (БАА) и дальномерного (БАД) каналов и на блок исполнительного пунк­та БИП, куда поступают также сигналы контроля мощности с ли­нии непрерывного допускового контроля передатчиков (ЛНДК).

Управление системой осуществляется с блока дистанционного управления БДУ, на котором также осуществляется сигнализация технического состояния основных устройств системы.

**21.3 Антенно-фидерная система оборудования РСБН-4Н**

Структурная схема антенно-фидерной системы пред­ставлена на рис. 21.10. Антенные устройства по их назначению и конструктивным признакам можно разделить на следующие группы:

вращающаяся азимутальная антенна А1;

антенны импульсных передатчиков дальномерного и азиму­тального каналов А2, АЗ;

приемные антенны верхних и нижних углов А4, А5;

приемные антенны выносных устройств (КВП и ВИКО) А7, А6.

Высокочастотные колебания передатчиков I и II комплектов через высокочастотные переключатели П1—ПЗ и ненаправленные ответвители Н01—НОЗ поступают в антенны. Для связи вра­щающейся антенны с неподвижным передатчиком используется вращающийся переход ВП.



Рис. 21.10. Структурная схема антенно-фидерной системы оборудования

РСБН-4Н

Фазовращатели l—З предназначены для перестройки ан­тенн на определенных участках диапазона, что необходимо для получения стабильных ДНА во всем диапазоне частот. Примене­ние двух приемных антенн связано с необходимостью перекрытия требуемой зоны обзора в вертикальной плоскости. Приемная ан­тенна нижних углов А5 не перестраивается.

Фильтры нижних частот Ф1, Ф2 предназначены для подавле­ния колебаний на входе приемников от собственных передатчи­ков радиомаяка.

Вращающаяся азимутальная антенна представляет собой не­симметричную часть параболоида вращения с вынесенным из рас- крыва облучателем. Она предназначена для формирования двух­лепестковой диаграммы направленности в горизонтальной плоско­сти с широким углом перекрытия в вертикальной плоскости.

Азимутальная антенна приводится во вращение с помощью стабилизированного электропривода, частота вращения которого составляет 100 об/мин. Параболический отражатель антенны име­ет раскрыв в горизонтальной плоскости 4 м, в вертикальной — 1,6 м, фокусное расстояние— 1,2 м.

Для уменьшения аэродинамического сопротивления антенны поверхность отражателя выполнена в виде металлической сетки с прямоугольными ячейками, имеющими горизонтальный размер 120 мм, вертикальный— 15 мм, что обеспечивает для горизонталь­но поляризованной волны излучаемого поля уровень обратного излучения не более 1%. В нижней части зеркала отражателя 5 (рис. 21.11, *а)* установлена дополнительная изогнутая металлическая



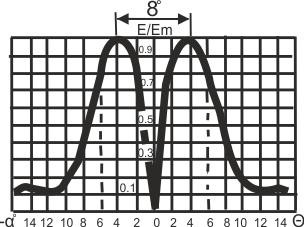
Рис. 21.11. Элементы азимутальной антенны:

*а* — параболлический отражатель, / — реальный облучатель; *2, 3* — мнимые облуча- тели; *4* отражающая пластина; *б* — двухщелевой облучатель; *1* — прямоугольный резонатор; *2* — щели; *3*—пластины из пенополистирола; *4* — зонд

пластина ОАБ, смещенная вниз относительно фокальной оси. Наклон облучателя и дополнительная пластина обеспечивают формирование в вертикальной плоскости ДНА специальной формы.

Облучатель представляет собой прямоугольный резонатор *I* (рис. 21.11, *б),* на широкой стенке которого прорезаны две параллельные щели 2, которые закрыты пластинами из пенополистирола *3.* Возбуждение резонатора осуществляется с помощью зон­да *4,* введенного в резонатор со стороны широкой стенки волно­вода. Размеры резонатора обеспечивают возбуждение в нем вол­ны типа *Н*он (для диапазона частот азимутального передатчика).

Описанная антенна эквивалентна системе из двух симметрична разнесенных относительно фокальной оси и противофазно запитанных антенн, которая имеет, как известно, двухлучевую ДНА в горизонтальной плоскости. На рис. 21.12 изображена ДНА азимутальной антенны в горизонтальной плоскости. Крутизна внутренних фронтов результирующей ДНА больше крутизны фронтов индивидуальных диаграмм излучателей и достигает максимума при их пересечении на уровне 0,707 от максимальной напряжен­ности полей индивидуальных диаграмм.



**Рис. 21.12**. Диаграмма направленности азимутальной антенны в горизонтальной плоскости

Использование одного двухщелевого облучателя вместо двух раздельных исключает возможность уменьшения крутизны внут­ренних фронтов и их несимметрию из-за несимметричности трой­ников, запитывающих облучатели, а также упрощает конструкцию и процесс настройки антенны.

В вертикальной плоскости азимутальная антенна имеет диаг­рамму направленности, по форме близкую к косекансной.

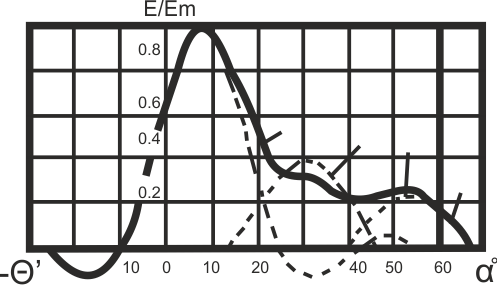
Для формирования такой ДНА в вертикальной плоскости ис­пользуются, как уже указывалось, наклон облучателя и дополни­тельная отражающая пластина (рис. 21.11, а).

Диаграмма направленности в вертикальной плоскости форми­руется в результате сложения лучей, создаваемых в зеркале отра­жателя тремя источниками: реальным облучателем 1 и двумя мнимыми (2 и 3), расположение которых определяется формой и расположением отражающей пластины 4 (рис. 21.11, а).

Отражающая пластина состоит из двух элементов: плоской горизонтальной части АБ, смещенной вниз относительно фокаль­ной оси на 260 мм, и изогнутой части пластины О А. Сечение изогнутой части пластины горизонтальной плоскостью, проходя­щей через середину размера О А (точка С), представляет собой параболу с фокусным расстоянием 1,2 м.

На рис. 21.13 приведена ДНА азимутальной антенны в вер­тикальной плоскости. Параметры ее зависят от размеров основ­ного отражателя и дополнительной пластины, от углов наклона' облучателя относительно фокальной оси и отражателя относи­тельно горизонта.

Для создания непрерывной зоны обзора в вертикальной плос­кости регулировка углов установки элементов антенны осущест­вляется таким образом, чтобы максимум ДНА был расположен под углом 6° относительно горизонта. Подъем максимума ДНА на этот угол (для принятой высоты расположения антенны 3,7 м) обеспечивает пересечение ее с отражающей поверхностью (зем­лей) на уровне 0,707 максимальной напряженности поля, что зна­чительно улучшает непрерывность зоны обзора.



**Рис. 21.13**. ДНА азимутальной антенны в вертикальной плоскости

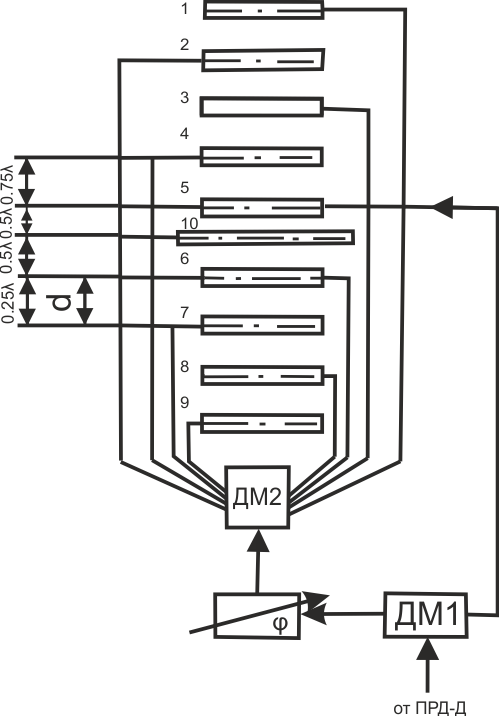
Конструкция азимутальной антенны выполнена с учетом тре­бований максимальной прочности, легкости и удобства эксплуата­ции. Отражатель антенны выполнен разборным и состоит из цент­ральной и двух боковых частей, которые могут легко складывать­ся при транспортировании. Устанавливается антенна на кронштей­ны колонны привода, внутри которой расположен вращающийся переход, соединенный с облучателем. Вращается азимутальная ан­тенна внутри устройства ветровой защиты, которое состоит из 15 элементов двойной крутизны и выполнено в виде бескаркасной оболочки каплевидной формы из радиопрозрачного сотового ма­териала толщиной 8 мм.

Передающие антенны импульсных передатчиков предназначе­ны для формирования круговых диаграмм направленности в го­ризонтальной плоскости, обеспечивающих перекрытие зоны обзо­ра в вертикальной плоскости до 45°.

Система РСБН-4Н имеет две передающие антенны, излучаю­щие импульсные сигналы: антенну дальномерного передатчика и антенну импульсного канала азимутально-опорного передатчика.

Принцип действия и конструкция этих антенн аналогичны. Некоторое различие связано лишь с различными диапазонами ра­бочих частот (дальномерный канал 939,6— 1000,5 МГц и азиму­тальный 873,6 — 935,2 МГц).

Антенна дальномерного передатчика представляет собой вер­тикальный ряд из девяти трехвибраторных излучателей кольцево­го типа 1—9 (рис. 21.14), обеспечивающих ненаправленное излу­чение в горизонтальной плоскости при горизонтальной поляриза­ции излучаемого поля. Между излучателями 5 и 6 помещен про­волочный экран 10 диаметром 1 м. Расстояние между излучате­лями ряда равно 0,75 Я, расстояние от экрана до излучателей 5 и 6 составляет 0,5 Я. Подводимая импульсная мощность от ПРД-Д распределяется между вибраторами с помощью делите­лей мощности ДМ1 и ДМ2. Делитель мощности ДМ1 делит вход­ную мощность между рядом, состоящим из восьми излучателей, и пятым излучателем в соотношении 1:2, т. е. на излучатель 5, расположенный под экраном, поступает 2/3 подводимой мощности. Делитель мощности ДМ2 обеспечивает распределение поровну ос­тавшейся 1/3 мощности между восемью излучателями.



**Рис. 21.14**. Принципиальная схема антенны дальномерного передатчика: 1 - 9 – излучатели; 10 – проволочный экран

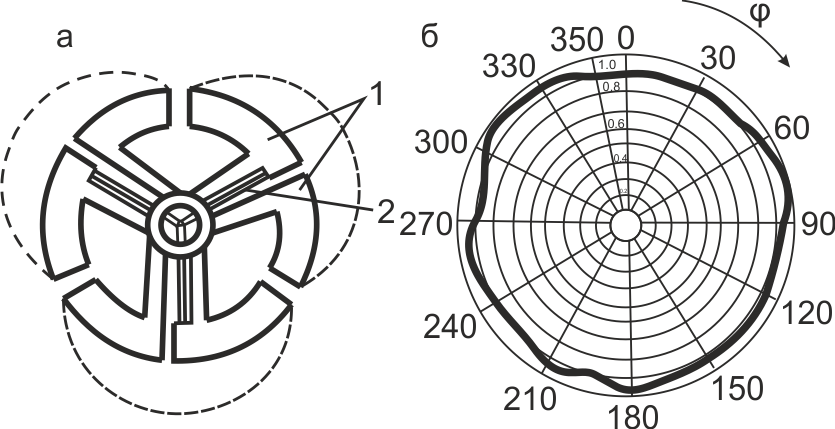
Фазовращатель ф обеспечивает перестройку антенны на опре­деленных участках частотного диапазона.

Трехвибраторный излучатель антенны (рис. 21.15, а) представ­ляет собой систему из трех разнесенных по окружности изогну­тых полуволновых вибраторов 1 (кольцевой излучатель). Диаметр трехвибраторного излучателя данной антенны равен 144 мм. Каж­дый полуволновой вибратор связан зондом с внутренним коаксиа­лом 2. На рис. 21.15, 6 изображена ДНА трехвибраторного излу­чателя в горизонтальной плоскости.

Если все вибраторы ряда запитать синфазно, в вертикальной плоскости будет сформирована ДНА, максимум которой направ­лен перпендикулярно антенне (вертикальному ряду излучателей), т. е. вдоль горизонта. За счет влияния земли ДН будет иметь ин­терференционную структуру. Для уменьшения провалов макси­мум ДНА поднят над горизонтом на угол 3,5°.

Для подъема максимума ДНА длина кабелей, идущих на линейный ряд (рис. 21.14) из восьми излучателей (кроме излу­чателя 5), выбирается таким образом, чтобы обеспечить линейное

изменение фаз питания элементов ряда. Так, если длина кабеля, идущего к первому (верхнему) излучателю, составляет I длину кабелей, идущих ко второму, третьему и т. д. излучателям, необ­ходимо брать соответственно равными l2 = l1 – Δl; l3 = l2 - Δl. Очевидно, что ln = l1 – (n – 1) Δl.



**Рис. 21.15**. Кольцевой излучатель:

а конструкция и распределение тока на поверхности излучателя

б ДНА в горизонтальной плоскости; 1 – полуволновой вибратор; 2 – внутренний коаксиал

Укорочение кабеля Δl, необходимое для обеспечения требу­емого угла

подъема а максимума ДНА, определяется следую­щим выражением:

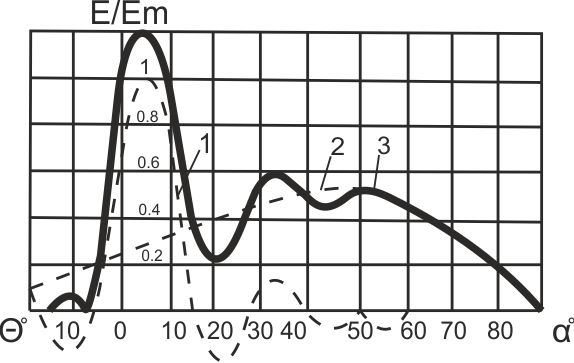
*,*

где п - номер излучателя, считая сверху;

d - расстояние между излучателями ряда;

ε - диэлектрическая проницаемость изоляции кабеля.

На рис. 21.16 представлен принцип формирования ДНА в вер­тикальной плоскости. Результирующая диаграмма 3 определяет-



**Рис. 21.16**. Диаграмма направленности антенны дальномерного передатчика в вертикальной плоскости

ся как сумма двух диаграмм 1 а 2. При подъеме максимума ДНА вертикального ряда восьми излучателей (кроме пятого) на угол 3,5° обеспечивается непрерывная зона обзора в вертикальной плоскости до углов места 15—16°. Для перекрытия зоны обзора от 15 до 45° по углу места служит антенная приставка, состоящая из пятого излучателя и экрана и имеющая широкую ДНА, мак­симум которой располагается под углами места 40—45° по отно­шению к горизонту.

Конструктивно антенна дальномерного передатчика представ­ляет собой цельную конструкцию, состоящую из девяти трехвиб­раторных излучателей, соединенных трубой из дюралюминия и заключенных в кожух из стеклотекстолита. В этом же кожухе в нижней расширенной ее части укреплены на кронштейнах два де­лителя мощности и фазовращатель. Ручка управления фазовраща­телем выведена в нижней части антенны и закрывается крышкой. Между излучателями 5 и б (рис. 21.14) расположен экран в виде металлического диска. С внешней стороны кожуха на уровне диска прикреплен экран из круговых рядов проволоки диаметром 1,6 мм. Антенна устанавливается на расстоянии 9—10 м от аппаратной машины на мачте высо­той 5, 7 м.

Антенна импульсного канала азимутально-опорного передат­чика отличается от рассмотренной только размерами некоторых элементов. Это отличие связано с тем, что частотный диапазон антенны опорных сигналов несколько ниже, чем у антенны даль­номерного передатчика. Например, диаметр кольцевого излуча­теля антенны опорных сигналов составляет 150 мм. Антенна ус­танавливается на расстоянии около 20 м от аппаратной машины на такой высоте, чтобы ее нижний край располагался несколько выше верхнего края азимутальной антенны.

Приемные антенны системы РСБН-4Н предназначены для приема высокочастотных сигналов в диапазоне частот 772— 812,8 МГц, излучаемых самолетным передатчиком СЗД. В состав приемных антенн входят две антенны: приемная антенна верхних углов и приемная антенна нижних углов. Применение двух антенн связано с необходимостью перекрытия зоны обзора в вертикаль­ной плоскости от нуля до 45°.

Приемная антенна нижних углов предназначена для обеспе­чения требуемой дальности под малыми углами к горизонту. Уве­личение дальности под малыми углами достигается за счет уве­личения высоты подвеса этой антенны (8,5 м), а также за счет уменьшения угла возвышения максимума напряженности поля над горизонтом.

Конструкция антенны нижних углов аналогична рассмотрен­ным. Вертикальный ряд состоит из 8 кольцевых излучателей, диа­метр которых составляет 184 мм. Антенна обеспечивает перекры­тие зоны обзора в вертикальной плоскости до углов места 12— 15°, при этом под углами места 1 — 1,2° к горизонту имеется глу­бокий интерференционный минимум.

Приемная антенна верхних углов предназначена для обеспе­чения перекрытия зоны обзора в диапазоне углов места 15—45°, а также для перекрытия первого интерференционного минимума антенны нижних углов. Конструктивно антенна представляет со­бой вертикальный ряд из пяти кольцевых излучателей. Под верх­ним излучателем устанавливается металлический экран диамет­ром 400 мм. Высота установки антенны 5,7 м относительно уров­ня земли. Обе приемные антенны устанавливаются на кузове аппаратной машины.

Антенна контрольно-выносного пункта (КВП) предназначена для приема высокочастотных сигналов (дальномерных, азимуталь­ных и опорных), излучаемых передатчиками радиомаяка. Уста­навливается антенна на расстоянии 130 м от аппаратной машины на высоте 5,8—6,1 м.

Антенна КВП выполнена в виде параболоида вращения диа­метром 800 мм, в фокусе которого установлен вибраторный излу­чатель с контррефлектором. Отражатель антенны выполнен из алюминия толщиной 1,5 мм и имеет фокусное расстояние 320 мм. Ширина ДНА на уровне 0,707 составляет: в горизонтальной пло­скости — 28°,40', в вертикальной — 24°.

Антенно-фидерное устройство ВИКО предназначено для прие­ма высокочастотных сигналов радиомаяка (сигналов ретрансляции, импульсов «180», «35», «36»), В зависимости от удаления ВИКО от радиомаяка в качестве приемной антенны может использовать­ся параболическая антенна (при удалении до 30 км) или рамоч­ная антенна (при удалении до 5 км).

Параболическая антенна ВИКО выполнена в виде параболо­ида вращения, в фокусе которого установлен облучатель, выпол­ненный в виде трубчатого вибратора с линейным контррефлекто­ром. Конструктивно отражатель выполнен из сетки, изготовленной в виде горизонтальных стальных проволок диаметром 1,5 мм, на­тянутых на расстоянии 15 мм друг от друга. Ширина ДНА на уровне 0,707 составляет: в горизонтальной плоскости не более 25°; в вертикальной — не более 20°. Параболическая антенна ус­танавливается на мачте высотой 10 м. Мачта состоит из трех звеньев и крепится с помощью трех ярусов оттяжек.

Рамочная антенна ВИКО состоит из двух рамочных излуча­телей и одного плоского рефлектора. Каждый излучатель состоит из рамки-вибратора и рамки-директора. Рефлектор рамочной ан­тенны представляет собой сетку, натянутую на трубчатом кар­касе.

Ширина ДНА в горизонтальной плоскости на уровне 0,707 составляет не более 42°. Высота расположения антенны 5 м.

Как параболическая, так и рамочная антенна может быть удалена от ВИКО на расстояние до 50 м, что определя­ется длиной соединительного кабеля, входящего в комплект ВИКО.