



Радиомаяк дальномерный РМД-90:

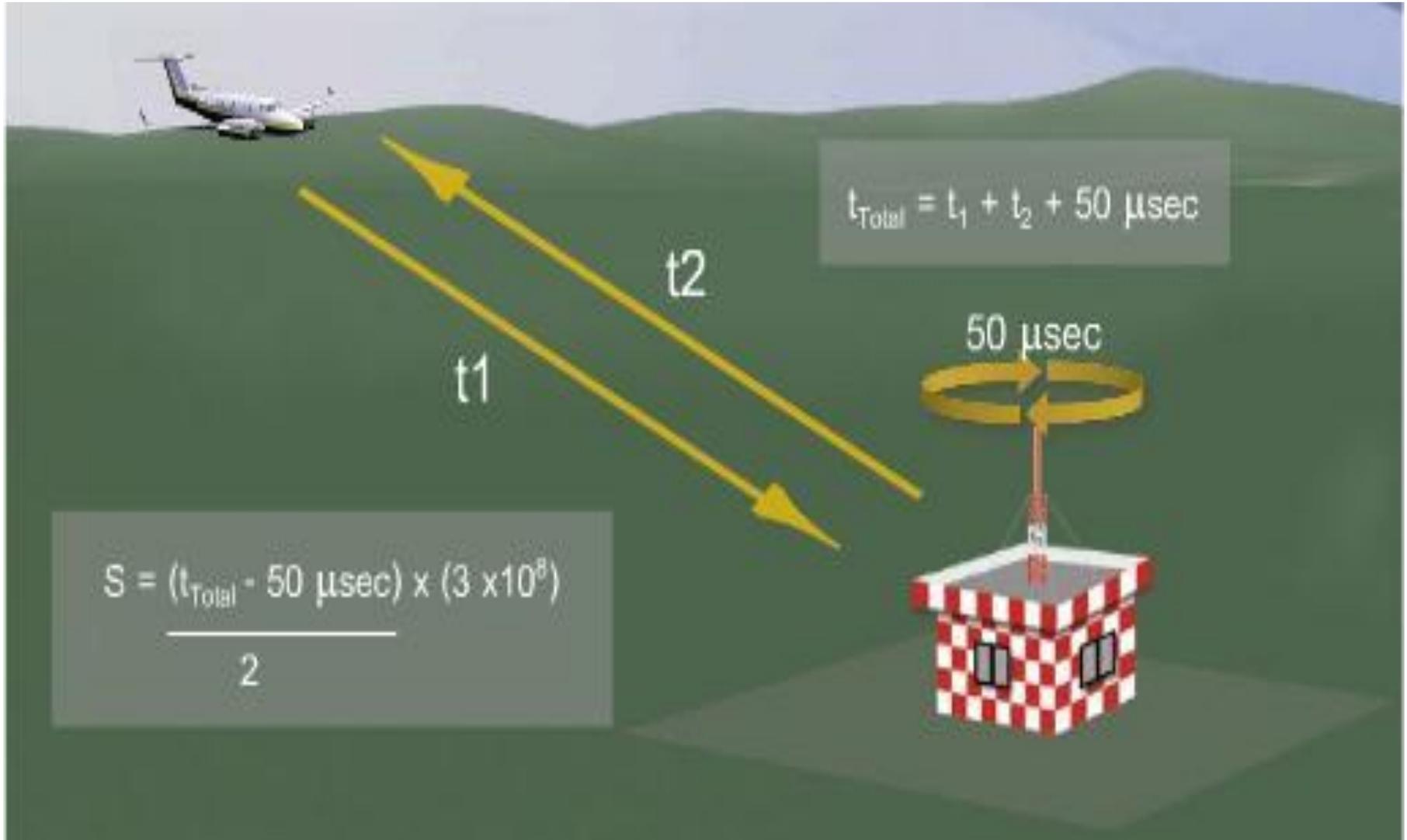


- Назначение, основные характеристики и параметры, состав, размещение на местности.
- Принцип работы радиомаяка совместно с бортовым запросчиком DME.
- Структурная схема наземного оборудования, взаимодействие элементов.
- Приёмное устройство: назначение, состав взаимодействие элементов по функциональной схеме, особенности построения аппаратуры защиты от помех. Процессор обработки сигналов.
- Передающее устройство: назначение, состав взаимодействие элементов по функциональной схеме, особенности построения элементов.
- Система управления и контроля DME, особенности построения устройств обработки сигналов монитора.



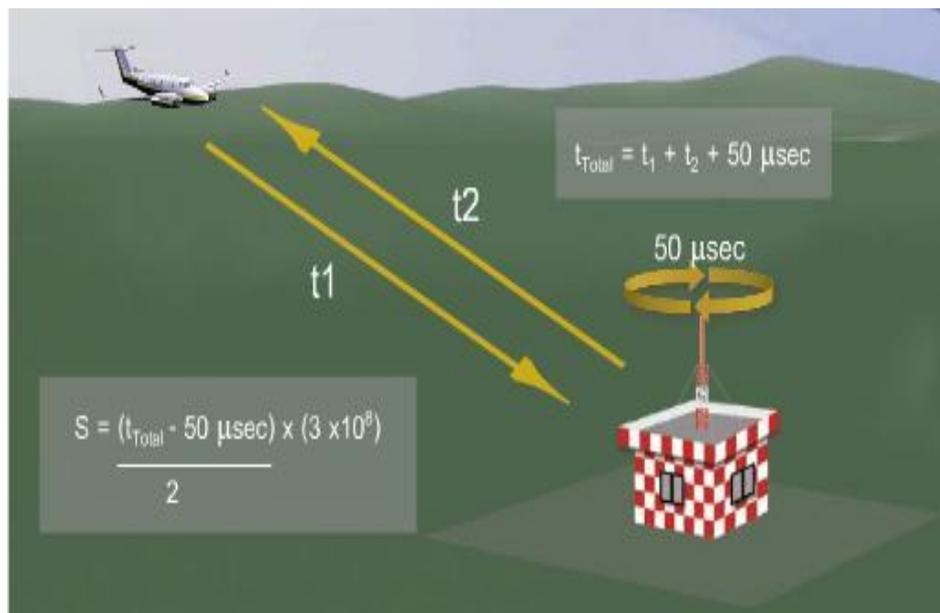
РМД-90

Принцип работы дальномерных РНС



Характеристика DME. Дальномерная радионавигационная система (ДРНС) включает в себя наземное оборудование (дальномерный радиомаяк) и бортовое оборудование (самолетный дальномер).

Принцип работы дальномерных РНС



Принцип действия дальномерной системы в упрощенном виде заключается в следующем (рис.). Самолетный дальномер на борту излучает электромагнитные импульсы (радиоволны) по всем направлениям. Наземный радиомаяк принимает их и через фиксированное время задержки (50 микросекунд) излучает ответный сигнал, который принимается на борту.

Поскольку радиоволны УКВ-диапазона распространяются по прямой, то L в данной формуле – это **наклонная дальность** (по прямой линии от самолета до радиомаяка). В данном случае получается, что бортовое оборудование как бы запрашивает информацию у радиомаяка, то есть является **запросчиком** (interrogator), а радиомаяк отвечает ему, является **ответчиком** (transponder).

Время t между излучением импульса дальномером и приемом им же ответного импульса складывается из времени прохождения импульса «туда» (от самолета до радиомаяка), такого же времени прохождения ответного сигнала «обратно» и времени задержки.

Зная скорость распространения радиоволн C , можно определить расстояние до маяка.

Принцип работы радиомаяка совместно с бортовым запросчиком DME

Дальномер излучает не одиночные, а парные импульсы (интервал между импульсами в паре, например, 12 мкс) и радиомаяк «отвечает» только в том случае, если получил именно такой импульс. *В противном случае ему пришлось бы отвечать на все случайные импульсы, которые какое-то другое оборудование передало на этой частоте (например, сотовая связь работает в близком диапазоне частот).*

Все самолеты, работающие с данным радиомаяком, излучают импульсы на одной частоте, но интервал между парами импульсов у всех ВС разный, у каждого своя частота повторения импульсов PRF (Pulse Repetition Frequency).

Ответчик радиомаяка посылает импульсы с такой же PRF, с какой принял сигналы от данного самолета. Это сделано для того, чтобы каждый самолет получил ответ именно на свой сигнал, а не для другого ВС. Кроме того, радиомаяк отвечает не на той частоте, на которой он сигнал принял, а на отличающейся от нее на **63 МГц**.

Это сделано для того, чтобы бортовой дальномер не принял по ошибке за ответный сигнал радиомаяка собственные импульсы, отраженные от каких-то объектов (гор, облаков, фюзеляжа). В противном случае могло бы получиться так, что дальномер излучил запросные импульсы, они отразились от горы, дальномер их принял и посчитал, что это ответные импульсы от радиомаяка.

Принцип работы радиомаяка совместно с бортовым запросчиком DME

При включении бортового оборудования DME оно вначале работает в режиме поиска и передает запросные импульсы с частотой 150 пар в секунду. Когда ответный сигнал получен (обычно через 4-5 секунд) частота следования импульсов уменьшается до 25 в секунду.

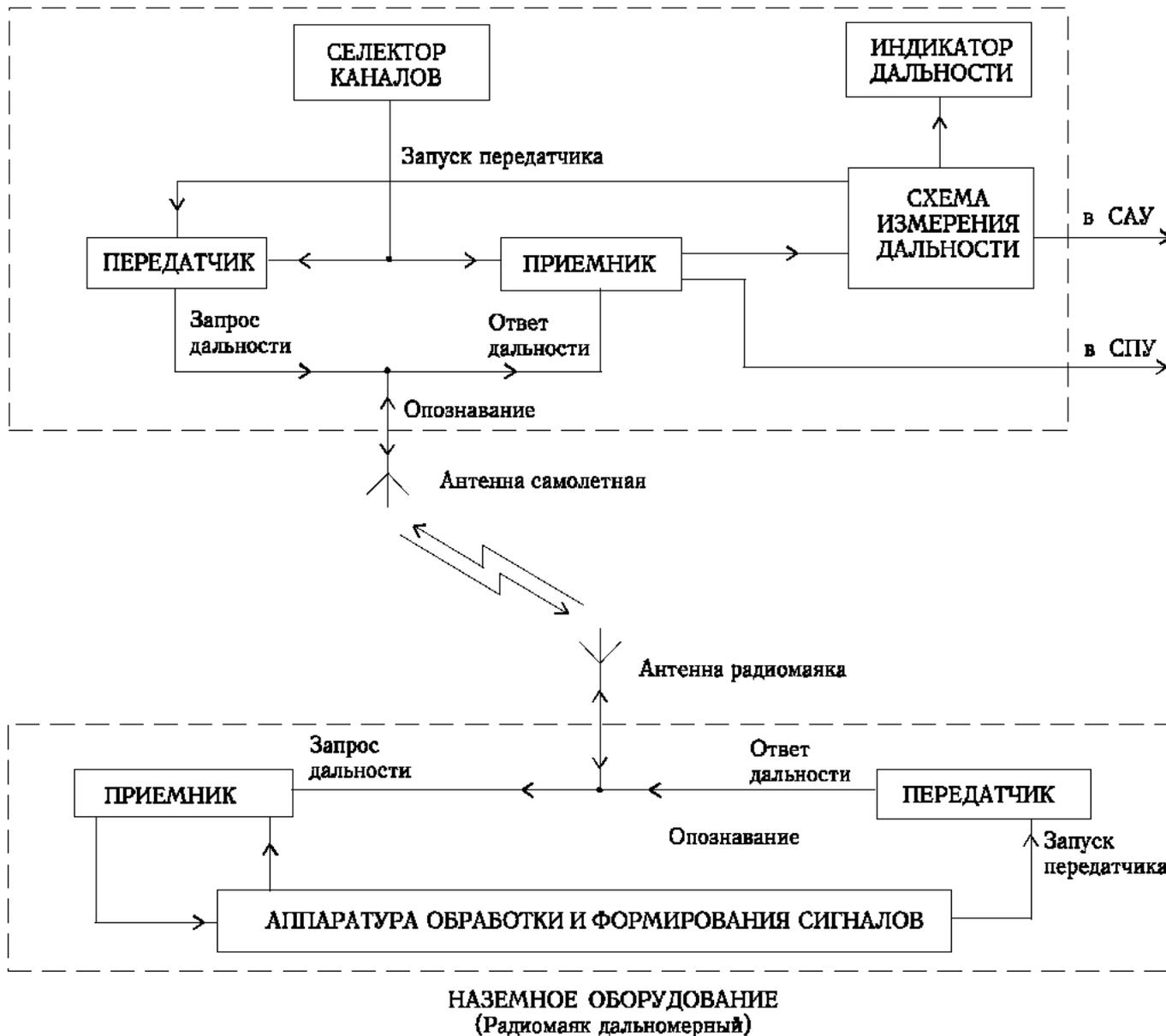
Пропускная способность наземного ответчика ограничена, он может не успевать ответить всему множеству самолетов, которые его запрашивают. Обычно радиомаяк способен обслужить одновременно **100 самолетов**. Если их в зоне действия маяка находится больше, то перестают обслуживаться наиболее слабые сигналы, от наиболее удаленных самолетов.

Для работы DME выделен диапазон частот от 960 до 1215 МГц.

Это дециметровые волны (UHF) ультракоротковолнового диапазона, откуда следует, что они распространяются в пределах дальности прямой видимости. Поэтому к ним относится все, что говорилось ранее о максимальной дальности действия средств УКВ-диапазона.

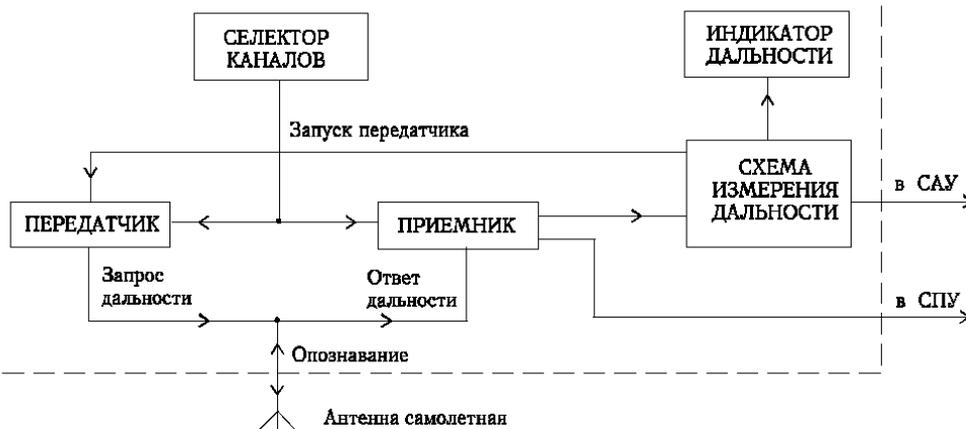
Дальномерная система навигации (DME) и ее возможности

БОРТОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
(Самолетный дальномер)



Дальномерная система навигации (DME) и ее возможности

БОРТОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
(Самолетный дальномер)



Антенна самолетная

Антенна радиомаяка



НАЗЕМНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
(Радиомаяк дальномерный)

Система обеспечивает получение на борту воздушного судна следующей информации:

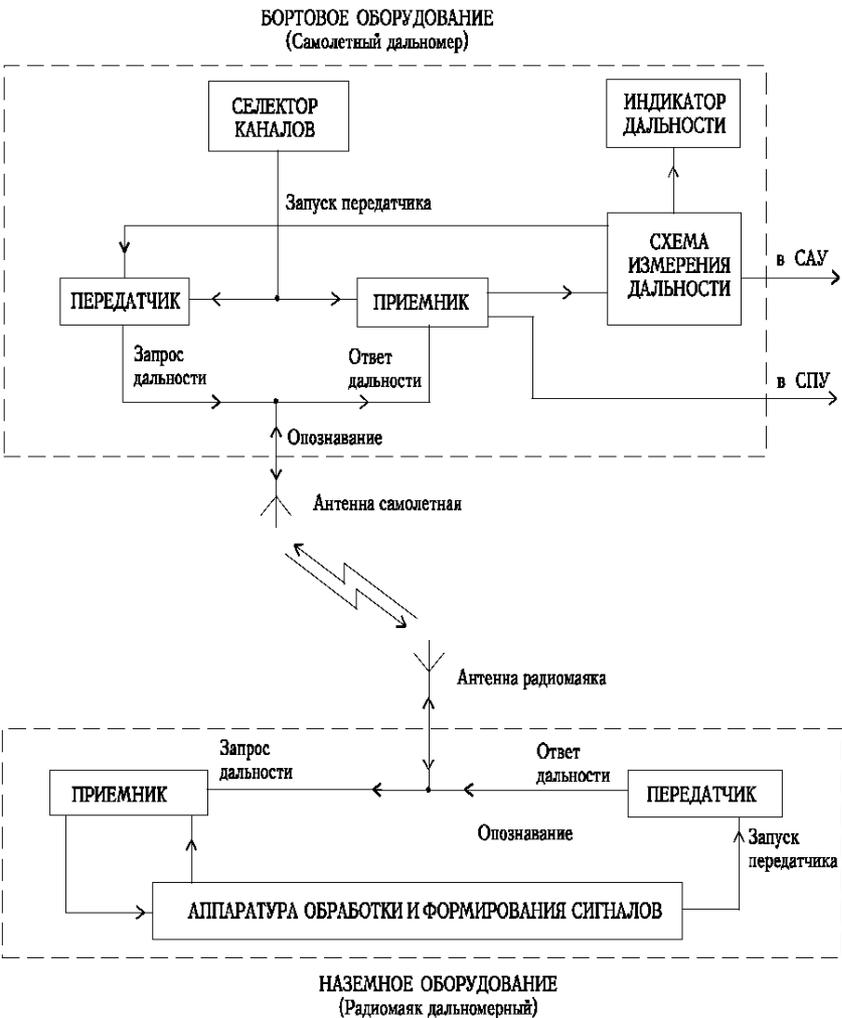
- об удалении (наклонной дальности) воздушного судна от места установки радиомаяка;
- об отличительном признаке радиомаяка.

Радиомаяк дальномерный может устанавливаться совместно с радиомаяком азимутальным (PMA) с форматом сигналов VOR.

В этом случае на борту воздушного судна обеспечивается определение его местоположения в системе полярных координат "азимут-дальность" относительно места установки радиомаяка, что позволяет решать задачи самолетовождения на трассе и в зоне аэродрома (при заходе на посадку, выполнении посадки, уходе на второй круг и взлете).



Дальномерная система навигации и ее возможности



Радиомаяк излучает кодированные пары радиоимпульсов в виде хаотической импульсной последовательности (ХИП), излучение которых прерывается через каждые 40 с на время передачи сигнала опознавания в виде посылки из двух или трех букв в коде Морзе.

Как только воздушное судно оказывается в зоне действия радиомаяка, дальномер начинает принимать радиоимпульсы ХИП и автоматически переходит в режим передачи сигналов запроса дальности (ЗД), которые представляют собой пары радиоимпульсов с установленным временным интервалом, излучаемые на определенной несущей частоте.



Радионавигационные системы

Принцип действия дальномерной системы

Радиомаяк принимает эти **сигналы ЗД** и после декодирования их, задержки на фиксированное (начальное) время и последующего кодирования излучает **сигналы ответа дальности (ОД)** — пары радиоимпульсов с определенным интервалом, **но уже на другой несущей частоте.**

*При этом на время излучения сигнала **ОД** прекращается излучение радиоимпульсов **ХИП.***

Самолетный дальномер принимает сигналы **ОД**, декодирует их, измеряет временной промежуток между моментами посылки сигнала **ЗД** и приема сигнала **ОД** и **преобразует результат измерения временного промежутка в значение дальности.**

Вычисленное значение дальности выводится на индикатор и вводится в систему автоматического управления воздушного судна, а выделенный в приемнике дальномера звуковой сигнал опознавания радиомаяка — в самолетное переговорное устройство (СПУ).

Для передачи сигналов **ЗД** от самолетного дальномера к радиомаяку и сигналов **ОД** от радиомаяка к дальномеру используются по одному из **252** частотно-кодowych каналов, отличающихся частотой несущих колебаний (**126** дискретных значений через **1 МГц** в диапазоне частот от **1025 до 1150 МГц** для сигналов **ЗД** и **252** дискретных значения через **1 МГц** в диапазоне частот от **962 до 1213 МГц** для сигналов **ОД**) и временными интервалами в кодовых парах импульсов (приведены в таблице).

Индекс канала	Интервал между импульсами, мкс	
	Сигнал ЗД	Сигнал ОД
X	12	12
Y	36	30

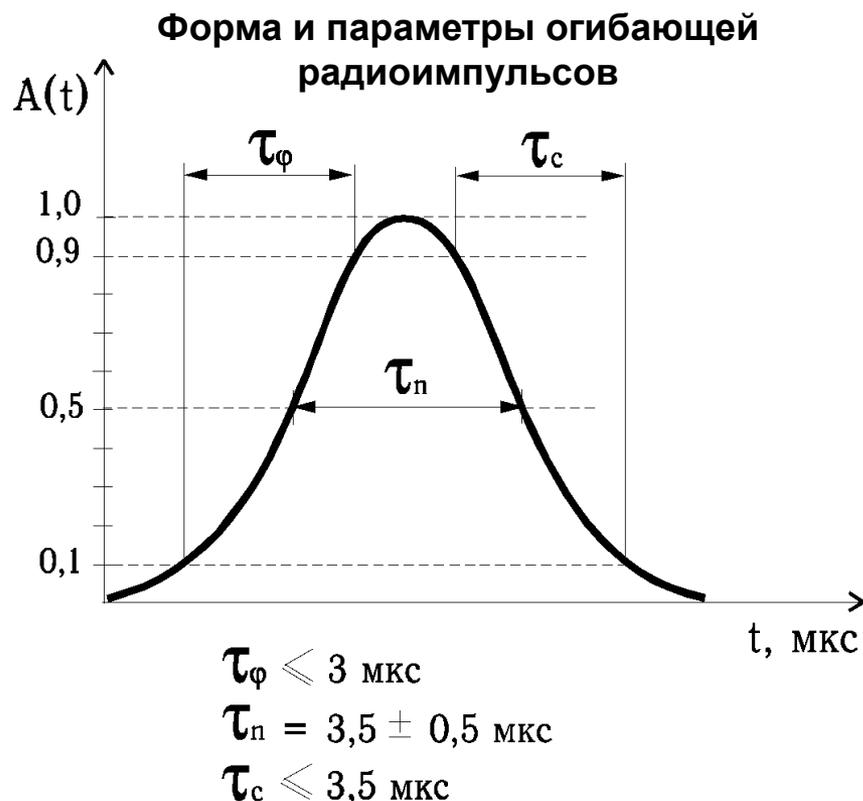
Частоты несущих колебаний сигналов **ОД** и сигналов **ЗД** используемых каналов отличаются на **63 МГц**, а сочетание значений частот и кодовых интервалов для каждого из **252** каналов передачи сигналов **ЗД** и **ОД** регламентируется *Приложением 10 ICAO*.

Средняя частота повторения сигналов **ЗД** в режиме слежения — **25 имп. пар/с**, при этом внутри интервалов времени, равных **1 с**, пары импульсов распределяются случайным образом.

В режиме поиска средняя частота повторения сигналов **ЗД** равны **150 имп. пар/с**.

Режим поиска в зависимости от удаления воздушного судна от радиомаяка может длиться до **20 с**.

Сигнал опознавания радиомаяка, позволяющий на борту воздушного судна иметь подтверждение работы именно с выбранным радиомаяком, излучается радиомаяком через каждые 40 с в течение 5 – 10 с независимо от того, попадают в этот промежуток времени сигналы ОД и ХИП или нет, т.е. сигнал опознавания имеет приоритет перед сигналами ОД и ХИП.



Сигнал опознавания представляет собой импульсные пары, манипулированные посылками кода Морзе, соответствующими буквенному коду, присвоенному радиомаяку.

Форма и параметры огибающей радиоимпульсов одинаковы для сигналов ХИП, ЗД, ОД и сигнала опознавания.

Форма огибающей (рисунок) описывается Гауссовой кривой, что при длительности импульса около 3,5 мкс позволяет получить максимальную излучаемую мощность при минимальных ширине спектра сигнала и уровне внеполосных излучений.

Радиомаяк (РМД-90) предназначен для формирования в пространстве навигационных сигналов с форматом DME, содержащих информацию об удалении любой точки зоны действия радиомаяка от места его установки, и сигналов опознавания радиомаяка.

Радиомаяк является наземным оборудованием дальномерной системы навигации воздушных судов с форматом сигналов DME, определенной документами ICAO в качестве основного средства ближней навигации на авиатрассах и в зоне аэродрома.

Аппаратура и оборудование радиомаяка на местах эксплуатации размещается либо в аппаратной радиомаяка азимутального РМА-90 (при совместной установке), либо в стационарных отапливаемых сооружениях.

Условия эксплуатации:

1) аппаратуры и оборудования, размещаемых в аппаратной или отапливаемых сооружениях:

- температура окружающего воздуха — от минус 10 до плюс 50 °С;
- относительная влажность — не более 98 % при температуре не выше плюс 25 °С;

2) оборудования радиомаяка, размещаемого на открытом воздухе:

- температура окружающего воздуха — от минус 50 до плюс 50 °С;
- относительная влажность — не более 98 % при температуре не выше плюс 25 °С;
- атмосферные осадки и солнечная радиация;
- воздушные потоки со скоростью — до 50 м/с.



ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ РАДИОМАЯКА

Электропитание радиомаяка:

- **основное и резервное** от трехфазных сетей переменного тока частотой 50 Гц $\pm 3\%$ и напряжением 380 В $\pm 10\%$;
- **аварийное** от аккумуляторных батарей напряжением 48 В в течение времени не менее 30 мин.

Мощность, потребляемая радиомаяком (шкафом РМД) от трехфазной сети, — не более 500 ВА.

В шкафу РМД предусмотрено «холодное» резервирование аппаратуры приема-передающей (**АПП**) и аппаратуры формирования импульсов (**АФИ**).

Переход на резервную аппаратуру — автоматический.

Время перехода — не более 10 с.

Время включения подготовленного к работе радиомаяка — не более 2 мин.

Управление радиомаяком может быть местным или дистанционным.

Дистанционное управление осуществляется по двухпроводной линии связи с использованием **блока ДУ** на удалении от радиомаяка от 0,5 до 10 км. Световая и звуковая сигнализация о состоянии радиомаяка обеспечивается двумя панелями информации, размещаемыми на удалении до 500 м от блока ДУ. Радиомаяк не требует постоянного присутствия обслуживающего персонала.

Среднее время наработки на отказ — не менее 5000 ч.

Средний технический ресурс — 80000 ч.



Радионавигационные системы РМД-90

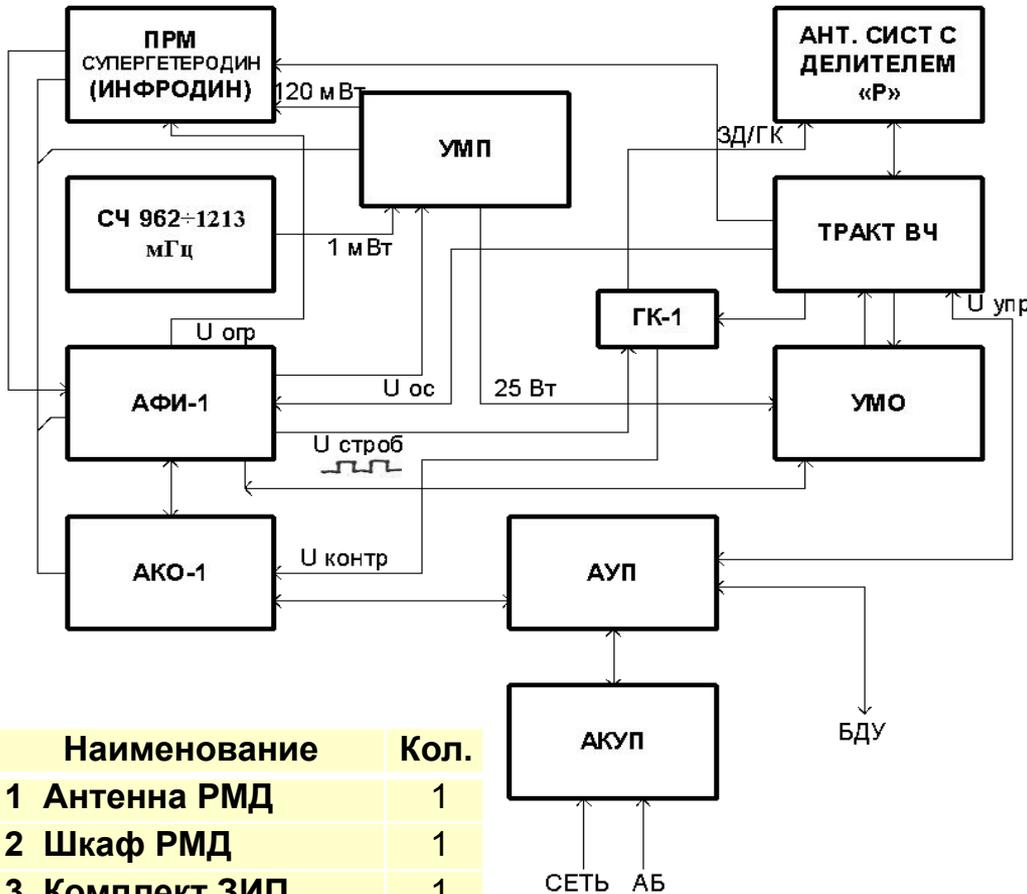
Основные технические характеристики DME (РМД-90)	
Зона действия:	
— в горизонтальной плоскости, град	от 0 до 360
— в вертикальной плоскости сверху, град	не менее 40
— по дальности, км:	
на высоте 6000 м	не менее 200
на высоте 12000 м	не менее 260
Поляризация излучения	вертикальная
Погрешность, вносимая радиомаяком в измерение дальности, для 95 % измерений, м	не более ± 75
Частота рабочего канала, МГц:	одно из дискретных значений (через 1 МГц)
— приемного	в диапазоне 1025-1150 МГц
— передающего	в диапазоне 962-1213 МГц
Отклонение частоты рабочего канала, %	не более $\pm 0,002$
Мощность радиоимпульсов, Вт	не менее 500
Количество одновременно обслуживаемых самолетов	Не более 100



Радионавигационные системы

СОСТАВ РАДИОМАЯКА РМД-90

АПП-1 1ый комплект



Наименование	Кол.
1 Антенна РМД	1
2 Шкаф РМД	1
3 Комплект ЗИП	1
4 Комплект монтажных частей	1
5 Комплект экспл. документов	1
6 Упаковка	1

2ой комплект

В шкафу РМД

- тракт ВЧ;
- аппаратура приемо-передающая основная (АПП1) и резервная (АПП2);
- усилитель мощности оконечный (УМО);
- фильтр полосовой;
- генератор контрольный основной (ГК1) и резервный (ГК2);
- аппаратура формирования импульсов основная (АФИ1) и резервная (АФИ2);
- аппаратура контроля и обработки сигналов основная (АКО1) и резервная (АКО2);
- аппаратура управления и проверки (АУП);
- аппаратура контроля и управления питанием (АКУП).