

Радиотехнические системы ближней навигации

Объекты радионавигации:

- **-автоматический радиопеленгатор АРП;**
- -приводная радиостанция ОПРС;
- -дальняя приводная радиостанция ДПРС;
- -ближняя приводная радиостанция БПРС;
- -радиотехническая система ближней навигации РСБН;
- -наземный всенаправленный ОВЧ-радиомаяк азимутальный РМА (VOR-маяк);
- -наземный всенаправленный УВЧ-радиомаяк дальномерный РМД (DME-маяк);
- -курсовой радиомаяк КРМ;
- -глиссадный радиомаяк ГРМ;
- -маркерный радиомаяк МРМ;

Радиопеленгаторы

- Радиопеленгацией или радиопеленгованием называется процесс определения направления на источник излучения радиоволн, а радиотехнические устройства, определяющие направление – радиопеленгаторами.
- Авиационными радиопеленгаторами называются приемные устройства, предназначенные для определения направления на источник радиосигнала (радиостанцию).

Классификация радиопеленгаторов

1) по месту установки:

- наземные (стационарные и подвижные)
- бортовые (самолетные, вертолетные).

2) по диапазону используемых радиоволн:

- длинноволновые;
- средневолновые;
- коротковолновые;
- ультракоротковолновые (метровые, дециметровые и комбинированного диапазонов).

3) по типу антенной системы:

- рамочные;
- пеленгаторы с разнесенными вертикальными вибраторами. (для всех наземных АРП)

4) по методу индикации:

- пеленгаторы со слуховой индикацией;
- пеленгаторы с визуальной индикацией. В современных радиопеленгаторах обычно применяют визуальные индикаторы, в качестве которых используются стрелочные приборы, цифровые табло или ЭЛТ;

5) по технике отсчета:

- неавтоматические;
- автоматические.

Неавтоматическими называют радиопеленгаторы, в которых для определения пеленга необходимо вручную вращать антенну. Бортовые неавтоматические радиопеленгаторы обычно называют радиополукомпасами. Автоматические радиопеленгаторы не требуют ручного вращения антенны и обеспечивают непосредственный отсчет по шкале индикатора сразу же после настройки приемника на радиостанцию. Бортовые автоматические радиопеленгаторы обычно называют автоматическими радиокompасами.

Бортовые радиопеленгаторы

- Бортовые радиопеленгаторы измеряют направление на наземную радиостанцию относительно продольной оси самолета. В этом случае, измеряемый навигационный параметр называется курсовым углом радиостанции (КУР), а само измерительное устройство – автоматическим радиокомпасом (АРК) или ADF (Automatic Directional Finder) - автоматический указатель направления



- *АРК* является составной частью угломерной радиопеленгаторной системы и предназначен для определения курсового угла работающей наземной радиостанции (*КУР*).
- *КУР*-угол, отсчитываемый от продольной оси самолёта по часовой стрелке до

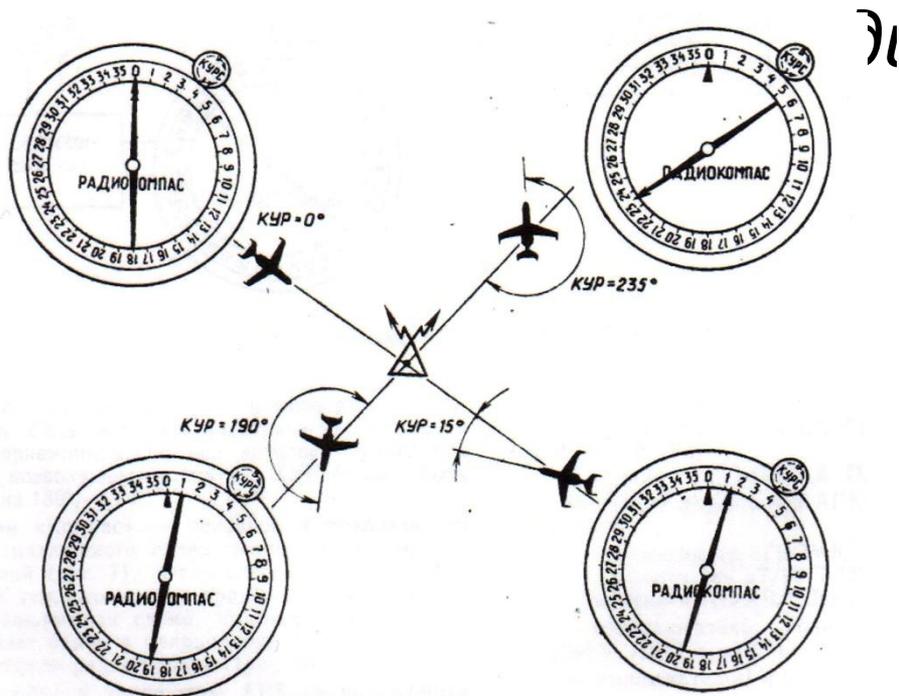


Рис. 7. Определение КУР

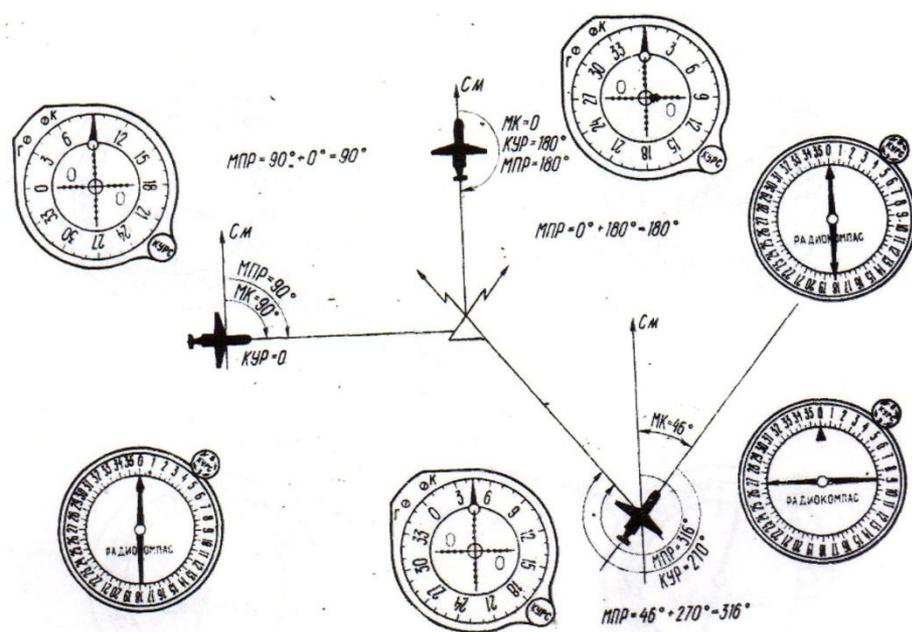


Рис. 5. Пеленг радиостанции

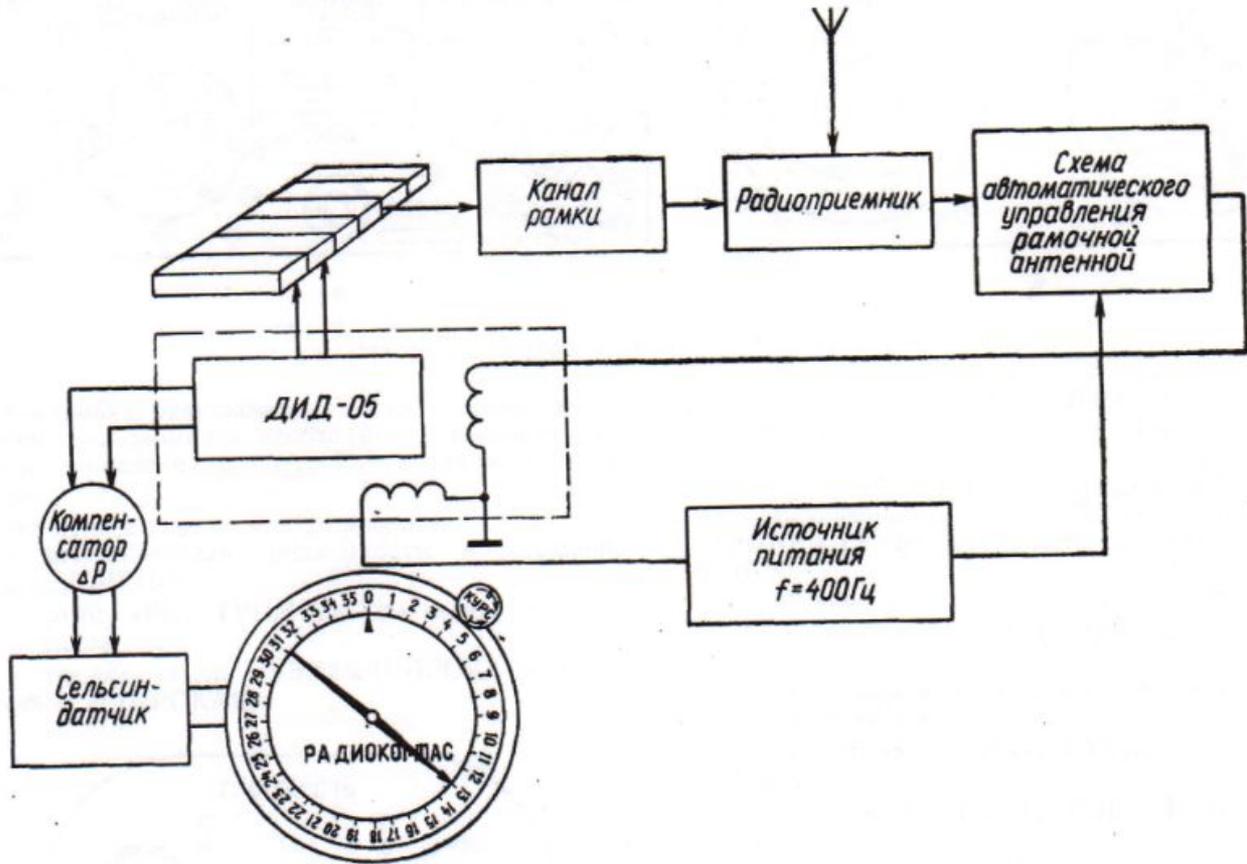
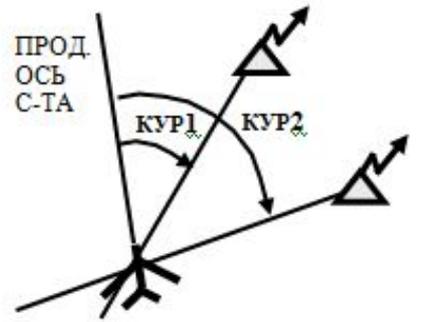


Рис. 8 Блок-схема работы АРК в режиме «КОМПАС»



Курсовой угол радиостанции



Одновременное пеленгование двух радиостанций

- В режиме «Антенна» АРК -- обычный супергетеродинный радиоприемник и применяется при настройке его на частоту приводной радиостанции. Указатель КУР не работает.
- В режиме «Рамка» АРК — обычный супергетеродинный радиоприемник с направленной антенной (рамочной), которую можно вращать в плоскости азимутов дистанционно вручную. Вращение рамки осуществляется до тех пор, пока ее продольная ось не совместится с направлением на приводную радиостанцию.
- Режим «Компас» — основной и предназначен для автоматического пеленгования приводных радиостанций. Отличается от режима «Рамка» тем, что задачу вращения рамки выполняет управляющая схема, которая автоматически удерживает рамку в направлении нулевого приема на приводную радиостанцию.

ИСТОЧНИКИ ПЕЛЕНГУЕМЫХ СИГНАЛОВ:

- *Приводные аэродромные радиостанции;*
- *Средневолновые широковещательные радиостанции ;*
- *Аварийные УКВ радиостанции.*

РЕШАЕМЫЕ ЗАДАЧИ:

- 1) *Полёт на радиостанцию или от неё с визуальным отсчётом курсового угла;*
- 2) *Выход к месту нахождения аварийной радиостанции;*
- 3) *Заход на посадку по сигналам ПАР;*
- 4) *Ведение односторонней телефонной связи по линии “земля-самолёт” между руководителем полётов и экипажем самолёта при потере радиосвязи в основной радиосети;*
- 5) *Определение местоположения самолёта по карте путём одновременного пеленгования двух радиостанций*

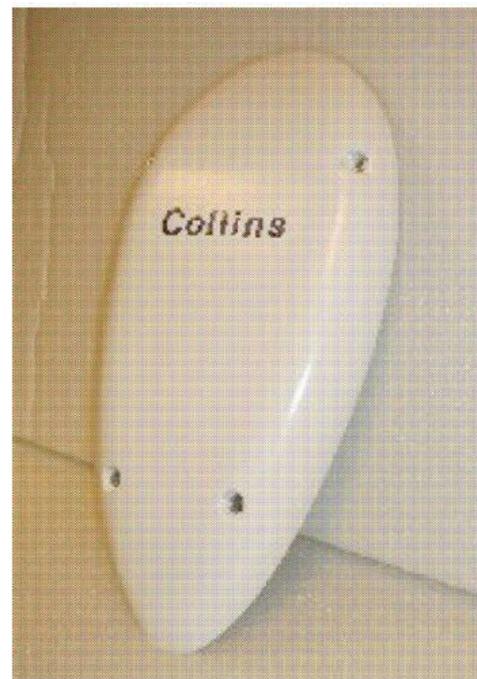
Характеристики основных типов АРК

№ п/п	ХАРАКТЕРИСТИКА	АРК-15	АРК-19	АРК-22	АРК-У2
1.	Диапазон частот, кГц	150÷1800	150÷1300	150÷1750	121,5 МГц
2.	Дальность действия, км Н _{ПОЛЁТА} =1000м: Н _{ПОЛЁТА} =10000м:	180 340	180 340	180 340	15
3.	Точность пеленгования, град.	± 2	± 2	± 1,5	± 3
4.	Количество фиксированных каналов настройки	2	8	16	1

ADF-4000

Система автоматического радиокompаса состоит из следующего оборудования:

- Приёмник ADF-4000;
- Антенна активная ANT-462A.



- Информация ADF отображается на дисплеях в кабине экипажа, когда ADF выбран средством навигации. Если ADF2 не установлен, страница радиосредств вычислительной системы самолётовождения (FMS) не отображает поля, относящиеся к ADF2.



- Указатель пеленга и частота также отображаются на навигационном индикаторе, на экране PFD

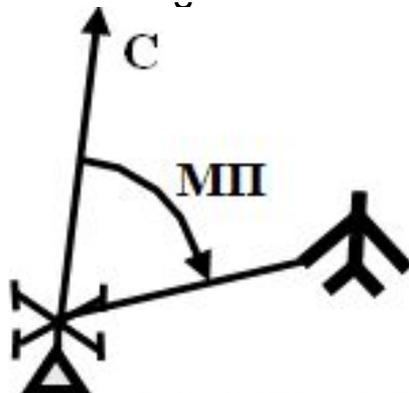


Наземные радиопеленгаторы

- Наземные радиопеленгаторы (АРП– автоматический радиопеленгатор) измеряют направление на самолетную УКВ радиостанцию относительно северного истинного или магнитного меридиана, проходящего через антенную систему радиопеленгатора.
- Измеряемым навигационным параметром является истинный или магнитный пеленг радиостанции (самолета).

Особенности АРП

- АРП являются составной частью угломерной радиопеленгаторной системы и предназначены для определения направления на работающую самолётную радиостанцию относительно направления на СМ (магнитного пеленга самолёта-МПС).
- Наземные АРП работают на тех же частотах, что и самолётные радиостанции (УКВ или КВ). Пеленгование производится по радиосигналам, излучаемым передатчиками бортовых радиостанций ВС.
- АРП являются дополнительным средством радионавигации.
- АРП, предназначенные для работы на частотных каналах авиационной ВС з посадки, круга и подхода



Магнитный пеленг самолёта

Принцип работы

- Антенная система АРП состоит из двух антенн: неподвижной центральной $A_{Ц}$ и боковой $A_{Б}$, вращающейся по окружности радиуса R с постоянной угловой скоростью Ω . Ее положение относительно меридиана места АРП характеризуется углом $\theta = \Omega \cdot t$, где t – текущее время.
- Сигналы, принятые $A_{Ц}$ и $A_{Б}$, подаются на входы приемников $ПРМ_1$ и $ПРМ_2$, имеющих одинаковые фазовые характеристики, и после усиления поступают на фазовый детектор (ФД). На выходе ФД выделяется напряжение низкой частоты Ω , равной угловой скорости вращения антенны, фаза которого φ зависит от пеленга радиостанции α . Это напряжение подводится к измерителю фазы ФИ, куда одновременно подается опорное напряжение той же частоты Ω от ГОН. Начальная фаза колебаний, вырабатываемых ГОН, совпадает с моментом прохождения $A_{Б}$ северного направления, а измерение разности фаз обоих напряжений позволяет определить пеленг радиостанции.
- Механическое вращение $A_{Б}$ вызывает большие трудности, так как радиус вращения должен быть большим, а скорость вращения высокой. По этой причине вращение одной антенны заменяют последовательным переключением большого числа антенн, расположенных по окружности радиуса R на расстоянии $d \leq \lambda/2$ друг от друга. Это переключение обеспечивает

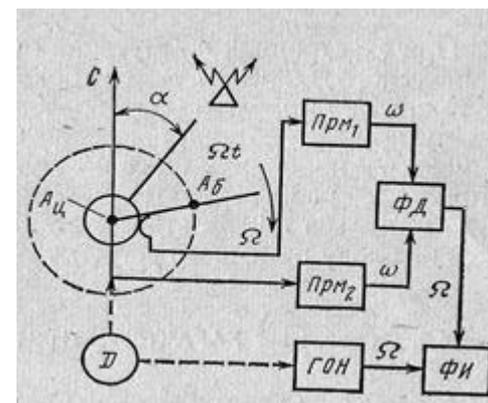
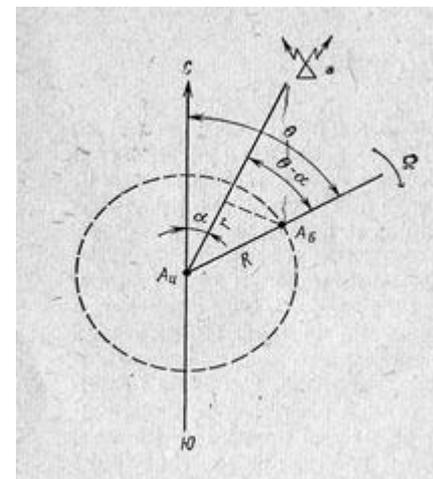
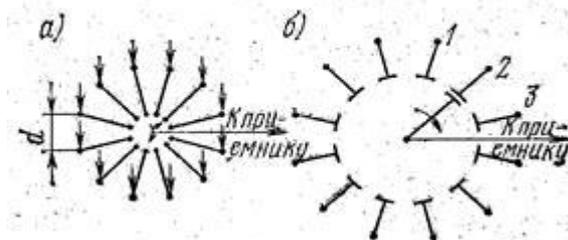


Схема переключения антенн АРП:



РЕШАЕМЫЕ ЗАДАЧИ:

- Контроль пути определением направления на самолёт;
- Выполнение полёта на АРП или от него;
- Вывод самолёта на аэродром посадки, выдерживание посадочного курса;
- Индивидуальное опознавание самолётов на экранах индикаторов других РТС.

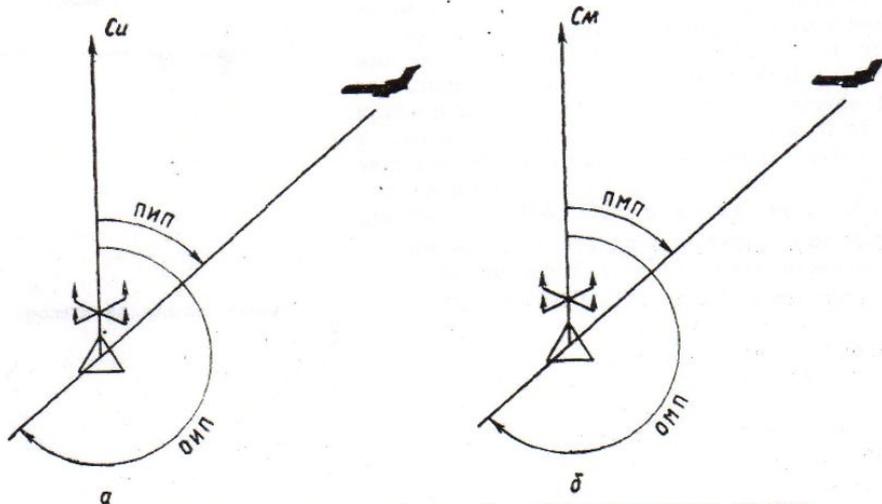


Рис. 72. К определению радиопеленга: а) прямой и обратный истинные пеленги; б) прямой и обратный магнитные пеленги

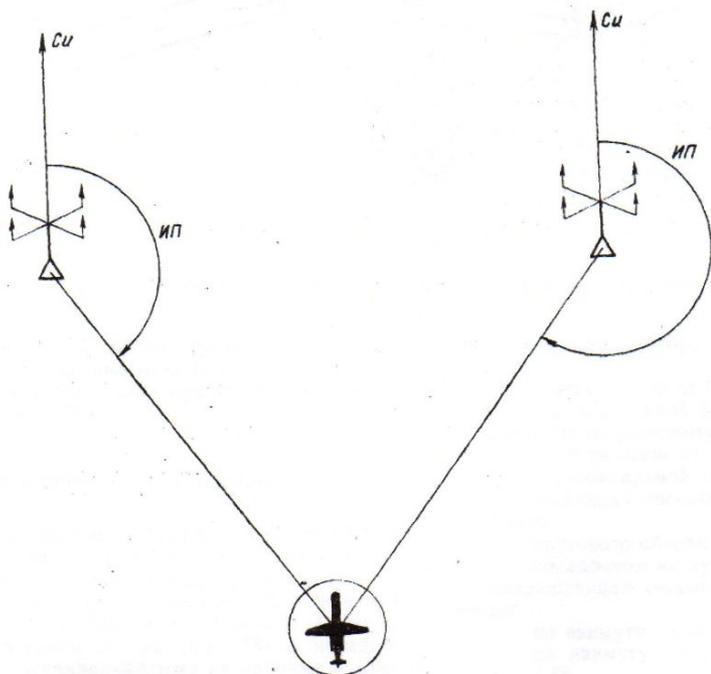


Рис. 75. Определение места ВС с помощью двух радиопеленгаторов

Радиоволны, отраженные от корпуса самолета, принимаются антенной РЛС

При нажатии на кнопку "Радио" на штурвале, антенна УКВ радиостанции излучает ВЧ колебания, которые принимаются антенной наземного радиопеленгатора.

С выхода РЛС р/локационная информация поступает на индикатор

Радиопеленгатор выдает направление на УКВ р/станцию в виде линии радиопеленга.

линия пеленга

Основные характеристики АРП

№ п/п	Наименование характеристики	Единица измерен.	Норматив
1.	Зона действия на высотах: 1 000 м 3 000 м	км	80 150
2.	Среднеквадратическая погрешность пеленгования, не более	градус	1,5
3.	Диапазон рабочих частот: ОВЧ	<u>МГц</u>	118-137
4.	Режим управления и контроля: - основной - резервный		дистанционный местный

В состав АРП входят:

- антенно-фидерная система (АФС);
- многоканальная радиоприёмная аппаратура;
- аппаратура преобразования угломерной информации;
- индикаторные устройства;
- выносной контрольно-измерительный генератор с антенной;
- система ТУ-ТС - телеуправления, контроля и телесигнализации
- комплект эксплуатационной документации;
- ЗИП комплект.

№ п/п	Наименование характеристики	Единица измерения	Норматив по ФАП	АРП-75	АРП-АС	АРП-80к
1	Зона действия на высотах - 1000 м - 3000 м	км	80 150	100 180	100 180	120 200
2	Зона обзора в вертикальной плоскости, не менее	градус	-	60	60	60
3	Средняя квадратическая погрешность, не более	градус	1,5	1	1	1,5
4	Диапазон рабочих частот (ОВЧ)	МГц	118... 137	118... 135,975	118... 135,975	118... 135,975
5	Потребляемая мощность	Ватт	–	2700	3000	5000
6	Режим обслуживания и контроля: - основной - резервный	–	дистанц. местный	дистанц. местный	дистанц. местный	дистанц. местный

Примечание. Мощность передатчика бортовой радиостанции не менее **5** ватт.

Автоматический радиопеленгатор АРП-75



- Аэродромный многоканальный автоматический УКВ радиопеленгатор повышенной точности.
- Предназначен для определения пеленгов воздушных судов, оборудованных УКВ радиостанциями и находящихся на связи у диспетчера управления воздушным движением.
- Включается в состав оборудования аэропортов большой и средней интенсивности воздушного движения и работает одновременно частотнонезависимо на четырех (восьми) пеленгаторных каналах с отображением информации на стрелочных индикаторах.
- Предусмотрена возможность сопряжения АРП-75 с выносными ИКО РЛС "Скала", ОПРЛ-4, "Экран-М2", "Экран-Д" и индикаторами аппаратуры "Знак", "Строка-Б», предназначенными для опознавания

Эксплуатационные характеристики

- Максимальная инструментальная погрешность, град, не более..... ± 1
- Зона пеленгования, град:
 - по азимуту..... 360
 - по углу места.....38
- Дальность пеленгования, км,
при мощности бортовой радиостанции 5Вт и при высотах полета ВС
 - 1000 м100
 - 3000 м180
 - 10000 м..... 300
- Диапазон рабочих частот 118... 135,975 МГц с сеткой через 25 кГц.
- Число одновременно пеленгуемых воздушных судов, работающих на разных частотных каналах связи..... от 1 до 4(8)
- Время излучения бортового передатчика для получения пеленга с заданной точностью не менее 1 с.
- Технический ресурс составляет 50 000 часов (временной параметр в течение 10 лет. В это время допускаются ремонты с заменой отработавших свой срок деталей.
- Время непрерывной работы, ч..... 24

DF-2000



- Автоматический радиопеленгатор ОВЧ диапазона DF 2000 предназначен для определения пеленга на воздушное судно относительно места установки антенны радиопеленгатора по сигналам бортовых радиостанций.
- обеспечивает пеленгование АМ-модулированных высокочастотных сигналов фазовым методом.
- В АРП используется электрическое переключение кольцевых вибраторов антенной решетки, создающее эффект вращения одного вибратора.

Состав АРП DF-2000

- Шкаф обработки,
- антенная система,
- антенна с контрольно-измерительным генератором (КИГ),
- аппаратура дистанционного управления

В качестве аппаратуры дистанционного управления используются:

- аппаратура RCE 2000;
- аппаратура запасного командного пункта (ЗКП), которая дублирует все основные функции RCE 2000 и размещается в помещениях ЗКП (количество ЗКП — не более двух).

Аппаратура дистанционного управления может располагаться на удалении до 10 км от шкафа обработки.

В АРП используется модульный принцип построения,



Основные технические характеристики DF 2000

Диапазон частот	100—400 МГц
Шаг сетки частот	25 кГц; 8,33 кГц
Вид модуляции пеленгуемого сигнала	AM
Глубина модуляции	≤80 %
Число одновременно работающих каналов	2—16 в зависимости от комплектации
Чувствительность пеленгования по каждому каналу	≤3 мкВ/м
Среднеквадратическая погрешность пеленгования	≤1°
Дальность пеленгования на высоте:	
150 (±50) м	≥45 км
300 (±50) м	≥65 км
1000 (±50) м	≥120 км
3000 (±50) м	≥200 км
10 000 (±50) м	≥360 км
Длительность пеленгуемого сигнала	≥0,5 с
Зона обзора в вертикальной плоскости	60°

Габаритные размеры

Контейнер, (ширина × высота × глубина)	2100 × 2250 × 3150 мм
Диаметр антенны	3,2 м
Высота АМУ	5,7 м
Шкаф обработки (высота × ширина × глубина)	1600 × 600 × 600 мм
Модуль индикации (ширина × высота × глубина)	200 × 300 × 200 мм

Электропитание

Основная и резервная сеть	220 (+10%; -15%) В, 50 Гц
Потребляемая мощность аппаратуры, размещаемой в контейнере (в помещении):	
— для основной аппаратуры	≤1000 ВА
— при включенной системе терморегулирования	≤3500 ВА

Условия эксплуатации

Антенны, антенны с КИГ, контейнеры:	
— температура окружающей среды	-50...+50 °С
— воздействие атмосферных осадков (дождя)	интенсивность до 3 мм/мин
— воздействие ветровых нагрузок	скорость ветра до 50 м/с
Оборудование внутри контейнера (помещения)	-40...+50 °С
Аппаратура дистанционного управления	+5...+40 °С
Количество МИ:	
— подключаемых к аппаратуре РСЕ 2000	≤32
— подключаемых к аппаратуре ЗКП	≤16

Надежность

Наработка на отказ	≥30 000 часов
Срок службы	15 лет

Объекты радионавигации:

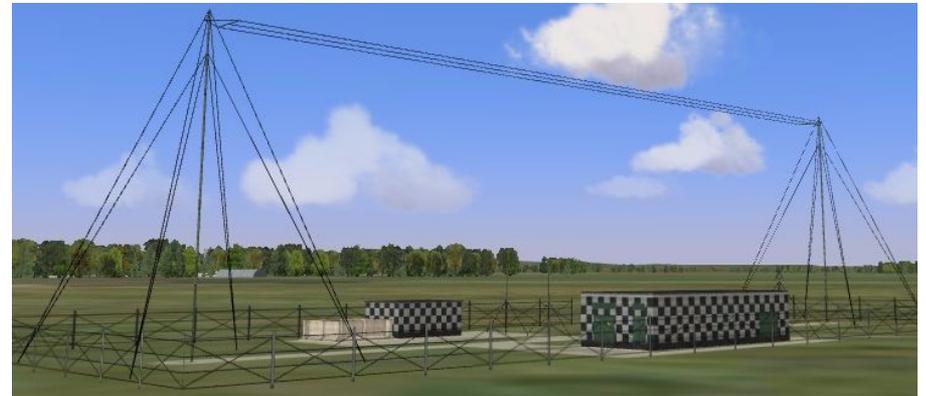
- -автоматический радиопеленгатор АРП;
- **-приводная радиостанция ОПРС;**
- -дальняя приводная радиостанция ДПРС;
- -ближняя приводная радиостанция БИРС;
- -радиотехническая система ближней навигации РСБН;
- -наземный всенаправленный ОВЧ-радиомаяк азимутальный РМА (VOR-маяк);
- -наземный всенаправленный УВЧ-радиомаяк дальномерный РМД (DME-маяк);
- -курсовой радиомаяк КРМ;
- -глиссадный радиомаяк ГРМ;
- -маркерный радиомаяк МРМ;

Приводные радиостанции (ПРС)

- Приводные радиостанции, NDB (англ. Non-Directional Beacon) представляют собой средневолновые наземные радиопередаточные устройства, предназначенные для радионавигации.



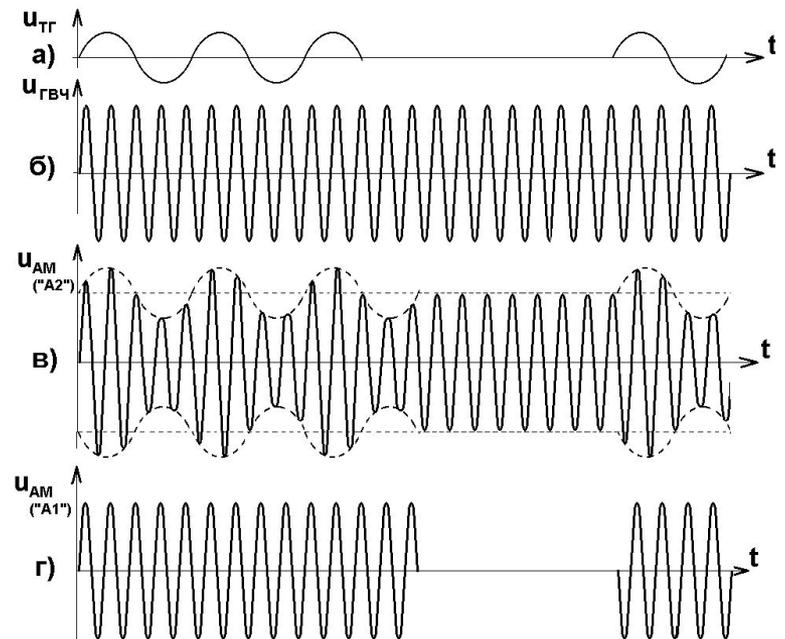
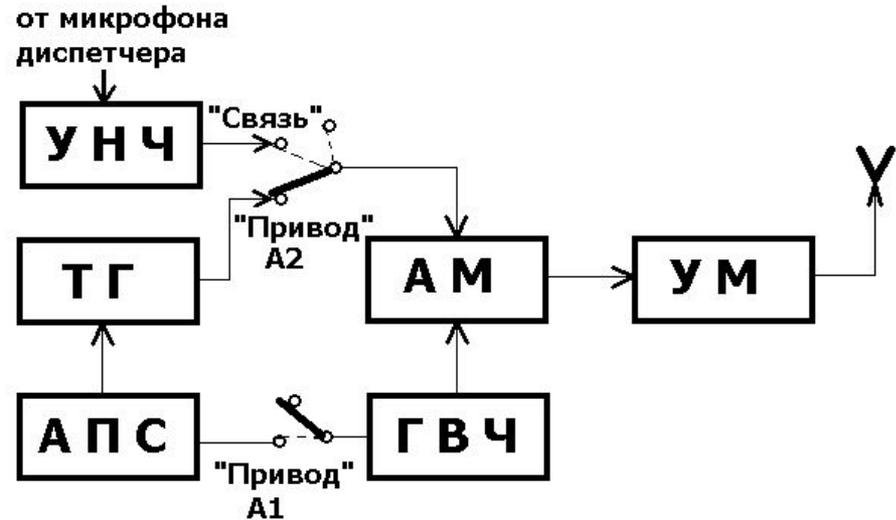
а) ПРС с антенной зонтичного типа



б) ПРС с заземленной антенной

Режимы и принцип работы ПРС

- ПРС имеет режимы работы на «Привод» и на «Связь».
- В режиме на «Привод» ПРС выдает позывные, а в режиме на «Связь» - сигналы речевой информации диспетчера.
- Режим на «Привод» имеет подрежимы «А2» - «тональный» и «А1» - «телеграфный».



Основные характеристики ПРС

№ п/п	Наименование характеристики	Единица измерен.	Норматив
1	2	3	4
1.	Зона действия, не менее: -для обеспечен. полетов по трассам -для обеспечения полетов в зоне аэродрома	км	150 50
2.	Диапазон рабочих частот	кГц	190...1750
3.	Режим работы		Телефонный, незатухающими колебаниям
4.	Режим передачи сигналов опознавания		Автоматический, без разрыва несущей
5.	Режим управления радиостанцией: - основной - резервной		дистанционный местный
6.	Дополнительные функции		Возможность передачи радиотелефонных сигналов на борт ВС
7.	Пределы срабатывания допускового контроля при: - уменьшении мощности излучения несущей частоты более - уменьшении глубины модуляции более - прекращении передачи опознавательного сигнала	% %	50 50
8.	Время переключения на резерв	с	2

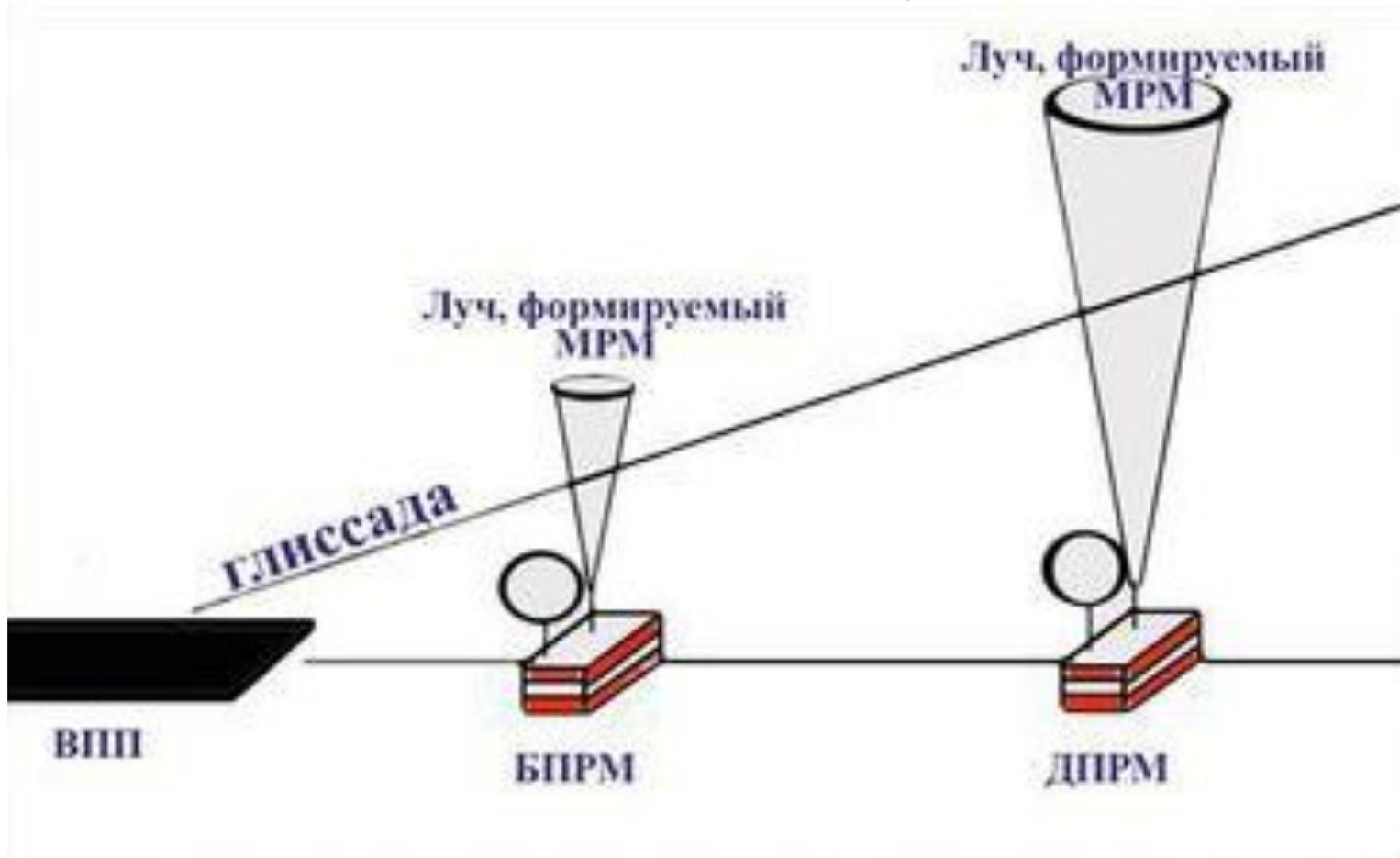
В зависимости от решаемых задач и места установки, ПРС делятся на

- посадочные - входят в состав оборудования системы посадки,
- отдельные.

Отдельные приводные радиостанции

- используются отдельные приводные радиостанции (ОПРС) для обозначения контрольных пунктов на трассе (маршруте полёта).
- Этими радиомаяками маркируются воздушные коридоры, пересечения трасс, их изгибы, границы районов ОВД.
- С помощью бортового радиокompаса, настроенного на частоту ОПРС, осуществляется полёт «НА» либо «ОТ» этого маяка.

Упрощённая система посадки ОСП (оборудование системы посадки)



ДПРС

- ДПРС предназначена для привода ВС в зону взлёта и посадки, выполнения предпосадочных манёвров и выдерживания воздушным судном курса посадки (направления полёта вдоль оси ВПП).
- ДПРС должна излучать навигационные радиосигналы и, кроме того, сигналы опознавания - двухбуквенный код Морзе.
- ДПРС должна обеспечивать работу и в микрофонном режиме для передачи команд диспетчера на борт ВС при отказе радиосвязи и авариях на борту.

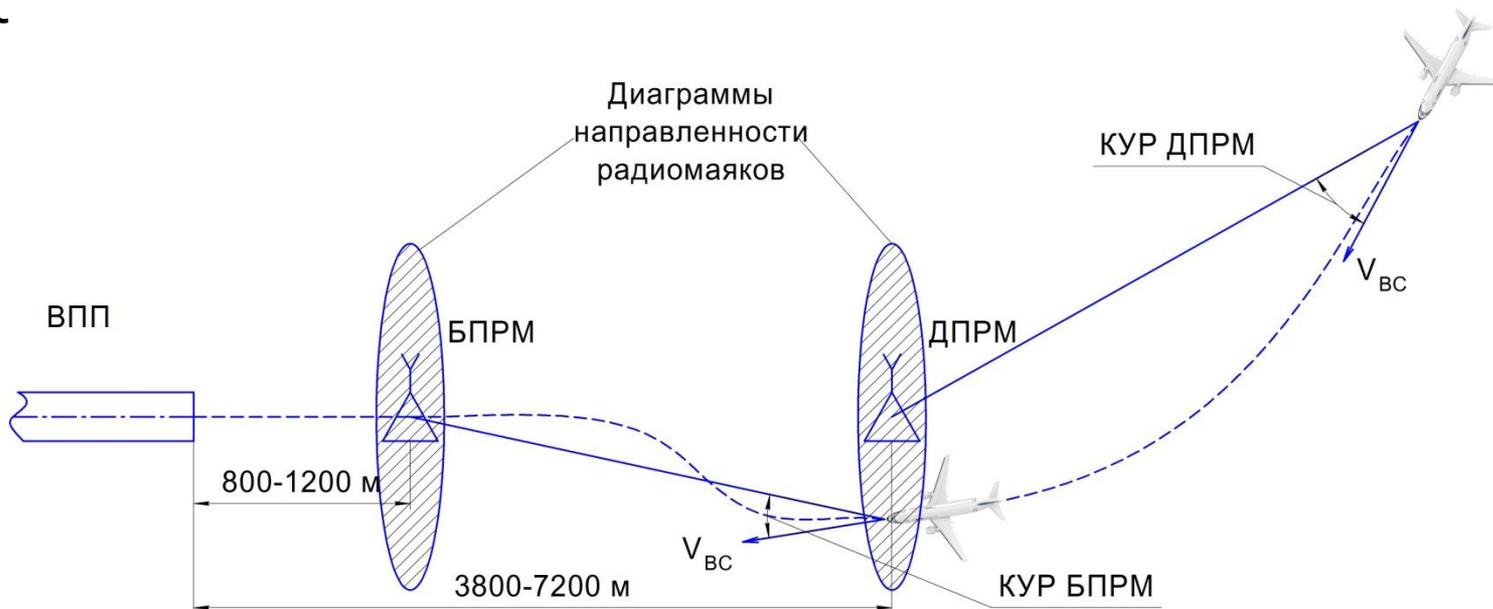
БПРС

- БПРС предназначена для выдерживания воздушным судном курса посадки (направления полёта вдоль оси ВПП).
- БПРС должна излучать навигационные радиосигналы и, кроме того, сигналы опознавания - однобуквенный код Морзе (первая буква от кода ДПРС).

МРМ

- МРМ используются для определения удаления ВС от порога ВПП по факту пролёта точек расположения маяков.
- В момент пролёта МРМ измеряется истинная высота ВС с помощью бортового радиовысотомера. Высота должна быть равна высоте, указанной в сборнике аэронавигационной информации.

- Антенна ДПРС размещается на продолжении осевой линии ВПП со стороны захода на посадку на расстоянии от 3800 до 7000 метров от порога ВПП. Допускается её смещение от продолжения осевой линии ВПП не более ± 75 метров (как правило, в сторону грунтовой части лётного поля).
- Антенна БПРС размещается на продолжении осевой линии ВПП со стороны захода на посадку на расстоянии от 850 до 1200 метров от порога ВПП. Допускается её смещение от продолжения осевой линии ВПП не более



В состав ПРС входят:

- антенно-фидерная система (АФС);
- система ТУ-ТС - телеуправления, контроля и телесигнализации;
- комплект эксплуатационной документации;
- ЗИП комплект.

№ п/п	Наименование характеристики	Единица измерения	Норматив по ФАП	ПАР-7	ПАР-8	ПАР-10	ПАР-11
1	Зона действия, не менее - для полётов по трассе - для полётов в зоне а/д	км	150 50	150 -	- 50	150 50	150 50
2	Диапазон рабочих частот	кГц	190... 1750	100... 1500	100... 1500	150... 1750	190... 1750
3	Выходная мощность излучения	Ватт	-	300... 1100	250... 400	не менее 200	не менее 200
4	Режим работы	-	ТЛФ	ТЛФ	ТЛФ	ТЛФ	ТЛФ
5	Частота тональной модуляции	Гц	-	1020	1020	1020	1020
6	Глубина модуляции	%	-	95	95	95	95

APM-150MA



- Предназначена для обозначения контрольного пункта на трассе (маршруте полета), привода ВС в район аэродрома, выполнения предпосадочного маневра, обеспечения привода ВС в зону взлета и посадки, выполнения предпосадочного маневра и выдерживания курса посадки.
- Обеспечивает подключение к сети Ethernet, имеет встроенный Web сервер.
- Интегрируется в систему управления аэропортом.
- Сертифицирован Межгосударственным Авиационным Комитетом (МАК).

Технические характеристики

- Диапазон частот, кГц – 190-1750
- Класс излучения – А1А, А2А, А3Е
- Максимальная средняя выходная мощность, Вт, не менее – 200 или 400
- Частота модуляции, Гц – 400 и 1020
- Ослабление побочных излучений, дБ, не менее – 40
- Допустимы параметры антенны:
 - активное сопротивление, Ом – 2-39
 - статическая емкость, пФ – 400-800
- Напряжение питания однофазной сети 45-60 Гц, В – 20 (+22/-22)
- Мощность потребления от сети 220 В, ВА, не более – 800 или 1500
- Расстояние между выносным АСУ и станцией, м, не более – 100
- Диапазон рабочих температур для станции, град.С – от -10 до +50
- Диапазон рабочих температур для выносного АСУ, град.С – от -50 до +50



РЕЗЕРВ

ПОИ

Тем. ВКЛ

P4 ВКЛ

СОСТ

ДИАГН

Основной
Prof
P4 отключена
Ia=0,0 А
КСВН= 7,77
авар= 173
Рпот= 36 Вт
Fm= 0,0 с/ф
Vсотв= 223В

Выход

Touch Screen LCD

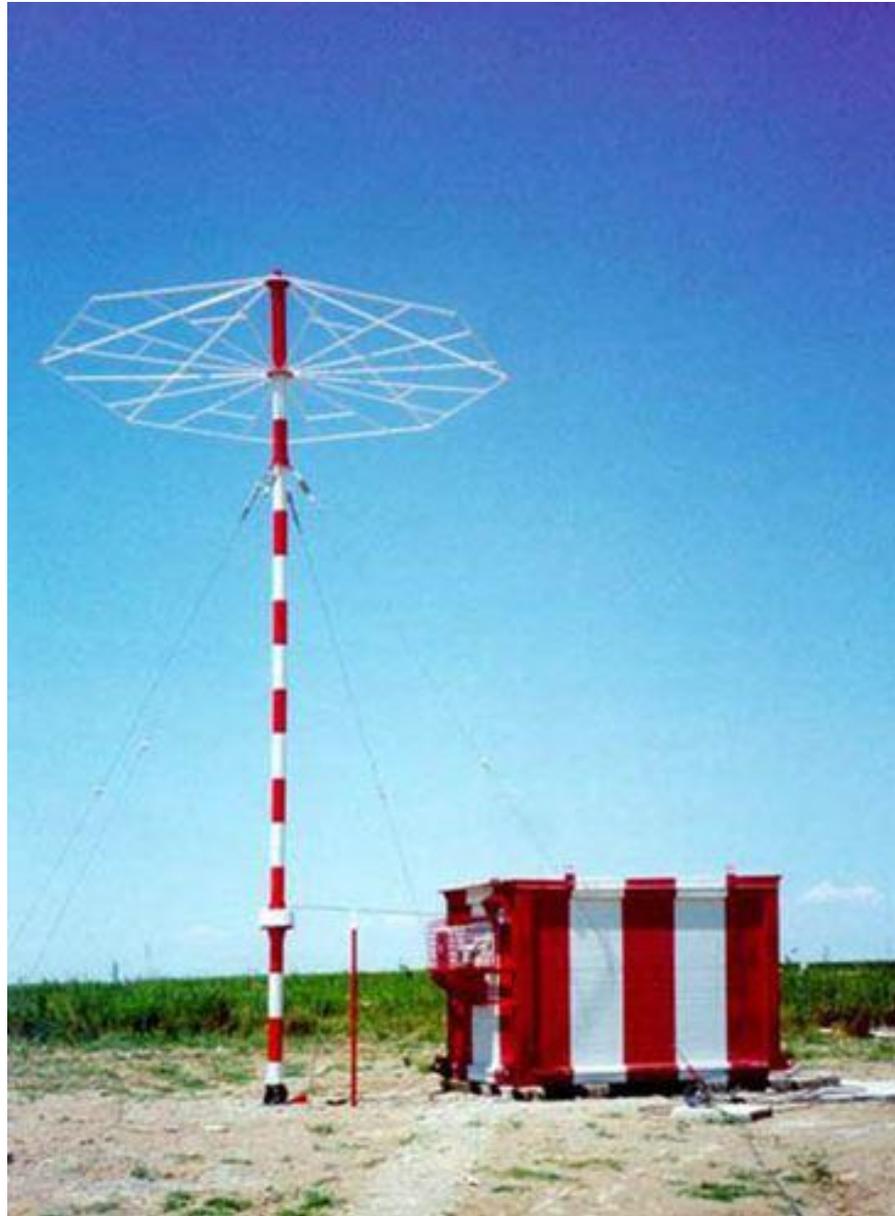
PMГ-200



- Радиомаяк предназначен для ненаправленного излучения ВЧ колебаний одной из частот в диапазоне 190...1750 кГц, модулированных сигналом опознавания или речевым сообщением, которые обеспечивают: опознавание радиомаяка; определение курсового угла воздушного судна относительно места установки радиомаяка; получения речевых сообщений, передаваемых по каналу «земля-борт».
- Радиомаяк может быть использован в качестве дальнего приводного радиомаяка (ДПРМ), ближнего приводного радиомаяка (БПРМ) или отдельной приводной радиостанции (ОПРС).
- Оборудование радиомаяка (исключая антенну) на местах эксплуатации размещается в аппаратной (контейнере) или в стационарных отапливаемых сооружениях.

Технические характеристики

Зона действия:	
для ДПРМ	150 км
для БПРМ	50 км
Диапазон рабочих частот	190 – 1750 kHz
Дискретность установки частоты	100 Hz
Радиоизлучение класса	A2A, A3E, A1A
Сигнал опознавания (СО)	1-2-3 буквы в коде Морзе
Средняя мощность передатчика, регулируемая	от 20 до 200 Вт
Пиковая мощность передатчика, регулируемая	от 40 до 400 Вт
Габаритные размеры шкафа	553 x 400 x 1400 мм
Средний технический ресурс	не менее 100000 часов
Средний срок службы	15 лет



Объекты радионавигации:

- -автоматический радиопеленгатор АРП;
- -приводная радиостанция ОПРС;
- -дальняя приводная радиостанция ДПРС;
- -ближняя приводная радиостанция БПРС;
- **-радиотехническая система ближней навигации РСБН;**
- -наземный всенаправленный ОВЧ-радиомаяк азимутальный РМА (VOR-маяк);
- -наземный всенаправленный УВЧ-радиомаяк дальномерный РМД (DME-маяк);
- -курсовой радиомаяк КРМ;
- -глиссадный радиомаяк ГРМ;
- -маркерный радиомаяк МРМ;

Радиотехническая система ближней навигации (РСБН)

РСБН представляет собой комплекс наземного и бортового оборудования, обеспечивающий (в различных комплектах и модификациях):

- определение места самолёта (МС) в режиме "Навигация" по непрерывно измеряемым азимуту и наклонной дальности;
- обеспечение полёта по заданному маршруту;
- вывод ВС в любую заданную точку в пределах дальности действия радиоканала;
- определение условных отклонений на посадке в режиме "Посадка" и выдачу на навигационно-пилотажные и командно-пилотажные приборы;
- режим межсамолётной навигации («Встреча»);
- индикацию и опознавание самолета на экране наземной РЛС из состава РСБН;
- опознавание радиомаяков на борту самолета.

Особенности РСБН

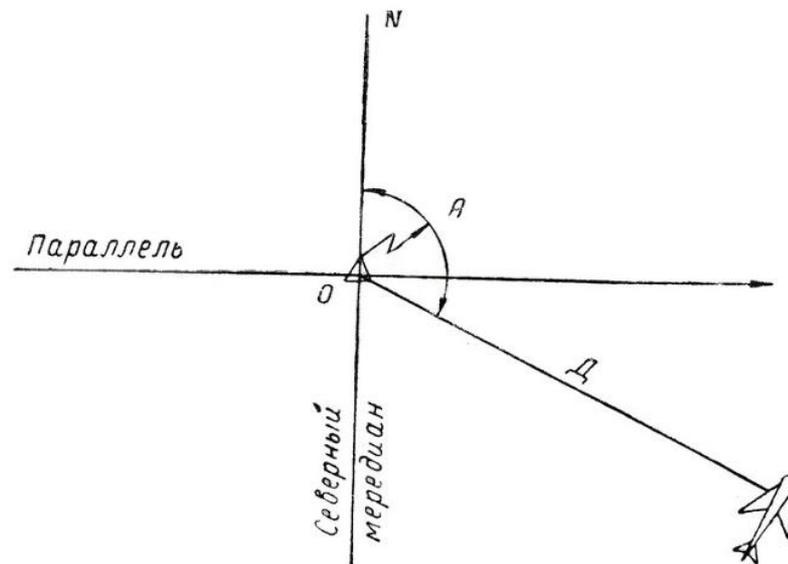
- Радиотехническая система ближней навигации (РСБН) предназначена для определения места самолёта в полярной системе координат (Аз , Дн) с помощью одной наземной радионавигационной точки.
- Для каждой стационарной (для военной авиации могут применяться передвижные комплексы) наземной станции РСБН фиксируются географические координаты и номер канала.
- Оборудование РСБН – это комплекс наземных РТС и бортовой аппаратуры.
- Работает РСБН в УКВ диапазоне на одном из 88 частотно-кодовых каналов (ЧКК)
- Обеспечивает дальность действия до 500 км.
- В отличие от зарубежных систем ближней навигации VOR/DME, ориентированных по магнитному меридиану, РСБН выдают значение азимута ВС от истинного севера.
- После прекращения существования СССР, РСБН дальнейшего распространения в ГА не получила.

- **Канал измерения азимута**

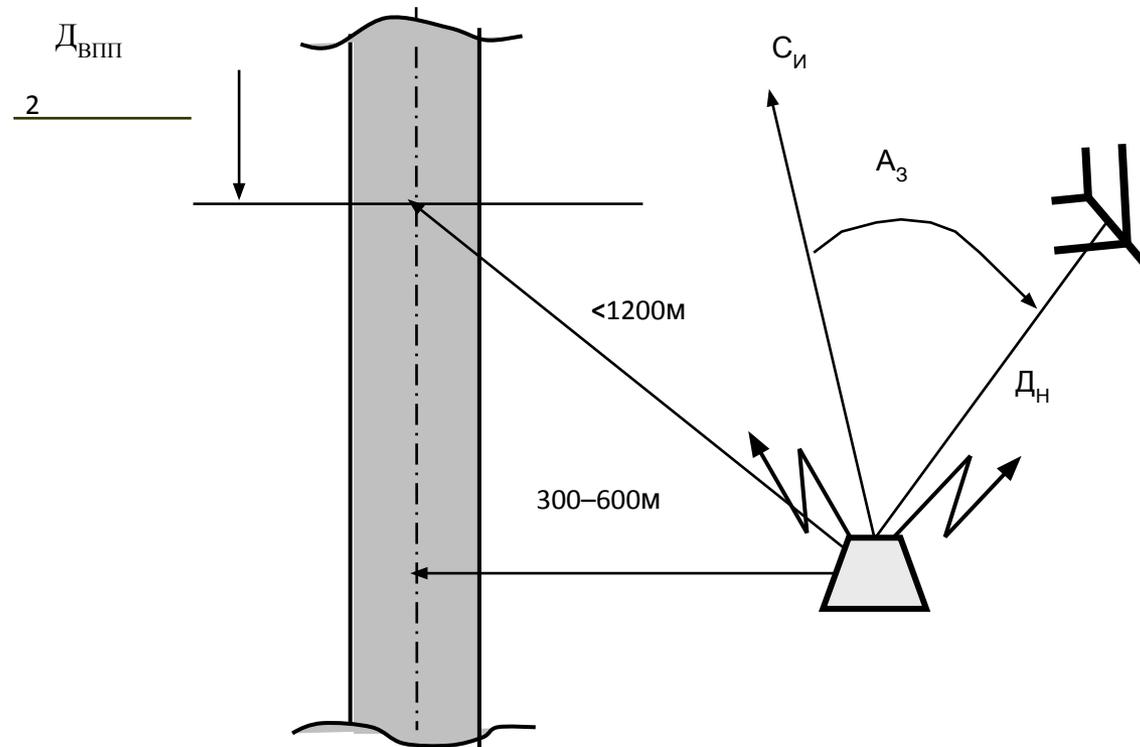
Радиомаяк излучает постоянный направленный сигнал от вращающейся антенны. Вращающаяся антенна имеет узкую двухлучевую диаграмму направленности, два луча которой плотно, прилегают друг к другу. Направление азимута фиксируется по «провалу» между этими лучами, который имеет гораздо меньшую ширину в сравнении с самими лучами. Тем самым достигается высокая точность азимутального канала. Азимутальная антенна наземной станции РСБН вращается со скоростью 100 об/мин, закрыта защитным колпаком.

- **Канал измерения дальности**

Бортовое оборудование воздушного судна посылает запрос, от наземного оборудования получает ответ, по величине задержки ответа относительно запроса определяется дальность. Бортовая аппаратура РСБН построена таким образом, что запросный сигнал дальности может быть послан только в момент облучения ЛА сигналом азимутальной антенны и привязывается к последовательности опорных импульсов.

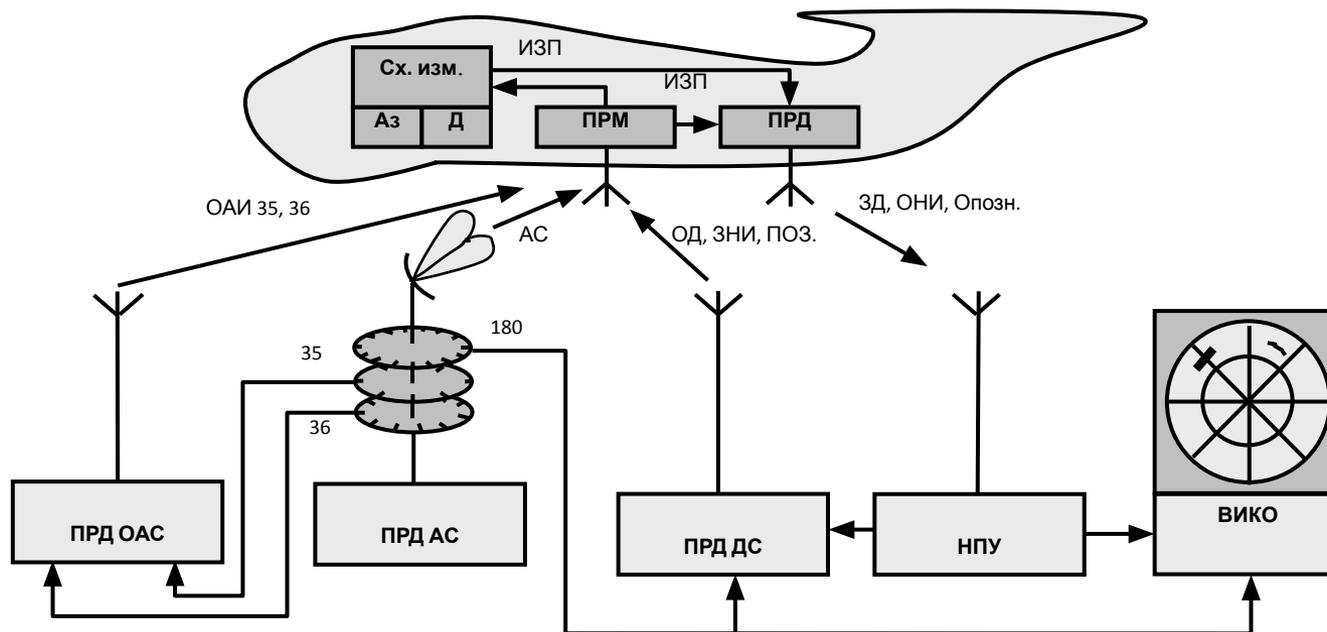


Расположение РСБН



Размещение РСБН на аэродроме

Комплекс системы РСБН



Комплекс наземных PTS системы РСБН включает в себя:

- 1) Передатчик опорного азимутального сигнала ПРД ОАС;
- 2) Передатчик азимутального сигнала ПРД АС;
- 3) Передатчик дальномерного сигнала ПРД ДС;
- 4) Наземное приёмное устройство НПУ;
- 5) Выносной индикатор кругового обзора ВИКО.

Бортовое оборудование РСБН состоит из передатчика (ПРД), приёмника (ПРМ) и схемы измерения азимута и дальности.

Эксплуатационные характеристики:

Основные характеристики РСБН

№ п/п	Наименование характеристики	Единица измерен.	Норматив
1.	Максимальная дальность действия на $H_{п} = 1\ 0\ 000$ м	км	360
2.	Максим, ошибка измерения информации по каналу: - азимута, не более - дальности, не более	градус км	0,5 0,5
3.	Режим управления: - основной - резервный		дистанционный местный

Примечание:

1. Допускается уменьшение зоны действия радиомаяка, осуществляемое путем снижения выходной мощности передатчика до 25 % от номинальной.
2. При наличии углов закрытия дальность действия радиомаяка уменьшается.

Количество каналов: “Навигация” – 88, “Посадка” - 40;

В состав РСБН входят:

- оборудование азимутально-дальномерного маяка с АФС;
- контрольно-выносной пункт;
- система ТУ-ТС - телеуправления, контроля и телесигнализации;
- комплект эксплуатационной документации и ЗИП.

№ п/п	Наименование характеристики	Единица измерения	Норматив по ФАП	РСБН-4н
1	Максимальная дальность действия при высоте ВС 10000 м	км	360	400
2	Зона обзора в вертикальной плоскости, не менее	градус	–	45
3	Максимальная погрешность измерения: - азимута, не более - дальности, не более	градус метр	0,5 500	0,25 200
4	Режим управления и контроля: - основной - резервный	–	дистанцион-й местный	дистанцион-й местный

РСБН-4Н



- Предназначена для определения азимута и дальности воздушного судна на борту и на земле относительно места установки наземного радиомаяка РСБН.
- Наземные радиомаяки РСБН-4Н, совместно с бортовым оборудованием предназначены:
 - для непрерывного указания экипажам местоположения самолетов и вертолетов при полетах по любому заданному маршруту в зоне действия радиомаяка;
 - для автоматического привода самолета в любую заданную точку (в зоне действия системы) независимо от условий видимости;
 - для ведения наземного контроля за движением самолетов, работающих с маяком.
- Рекомендованы в качестве основных средств ближней навигации на авиатрассах, обеспечения захода на посадку военных и гражданских самолетов и вертолетов, имеющих бортовое оборудование РСБН .
- По точностным параметрам превосходят зарубежные аналоги, но не совместимы с ними по формату сигналов
- В России аналоги больше не выпускаются

Состав

- Аппаратная РСБН-4Н
- Выносной индикатор кругового обзора Е-327
- Блок дистанционного управления ТУ - ТС
- Источники питания мощностью 30 КВА: (преобразователь сети 50/400 Гц ВПЛ-30, резерв - дизельная электростанция ЭД-30 - 2 шт.)

Технические характеристики

Точность определения по дальности	$\pm 200 \text{ м} \pm 0,03\%$
Точность определения азимута	$\pm 0,25'$
Диапазон частот	дециметровый
Число частотно-кодовых каналов	88
Дальность действия радиомаяка при работе с бортовой аппаратурой РСБН-2С:	
-при высоте полета 35 000 м	500 - 550 км
-при высоте полета 20 000 м	450 км
-при высоте полета 5 000 м	250км
-при высоте полета 250 м	не менее 50 км
УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ	
Температура	от -50° до $+50^{\circ}$ С
Относительная влажность	до 98% при $+35^{\circ}$ С
ЭЛЕКТРОПИТАНИЕ	
Сеть	380/220 В, 50 Гц

Объекты радионавигации:

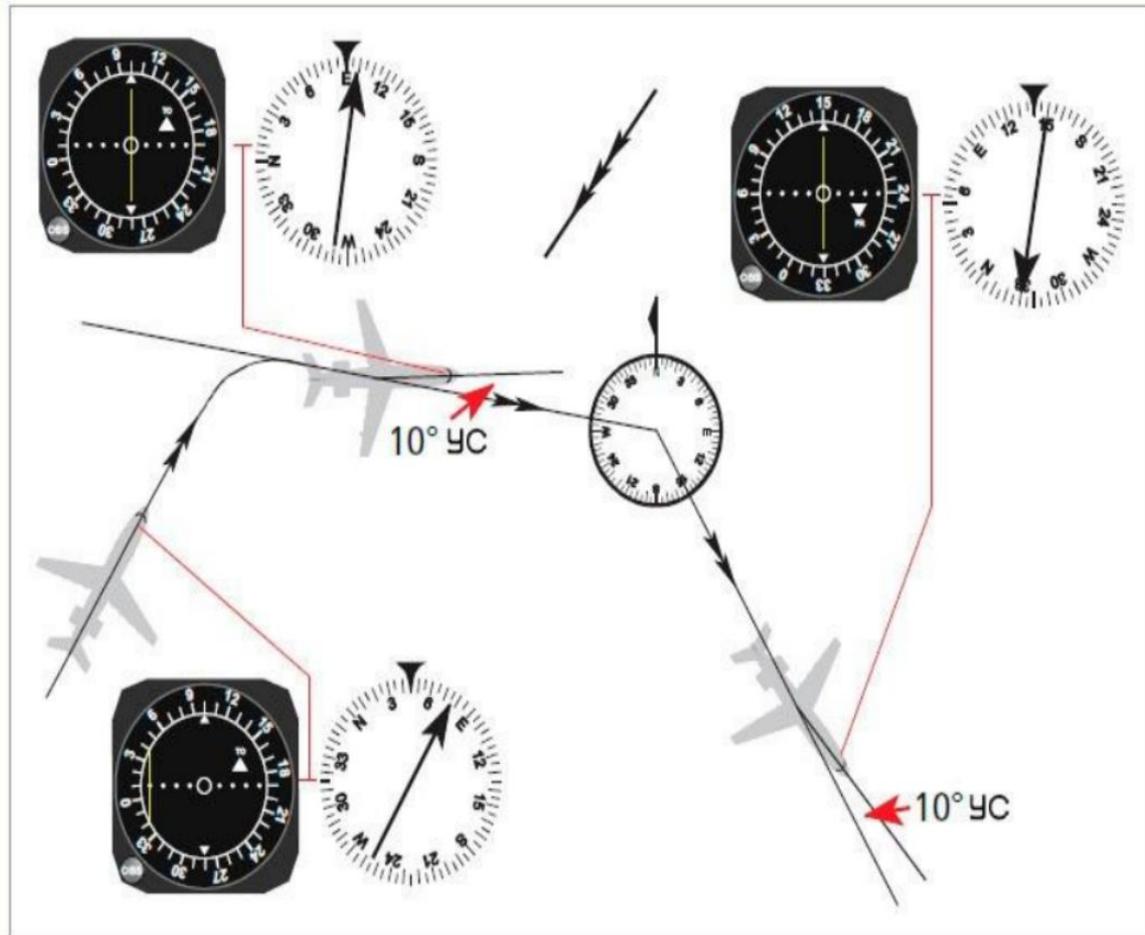
- -автоматический радиопеленгатор АРП;
- -приводная радиостанция ОПРС;
- -дальняя приводная радиостанция ДПРС;
- -ближняя приводная радиостанция БПРС;
- -радиотехническая система ближней навигации РСБН;
- **-наземный всенаправленный ОВЧ-радиомаяк азимутальный РМА (VOR-маяк);**
- **-наземный всенаправленный УВЧ-радиомаяк дальномерный РМД (DME-маяк);**
- -курсовой радиомаяк КРМ;
- -глиссадный радиомаяк ГРМ;
- -маркерный радиомаяк МРМ;

VOR/DME

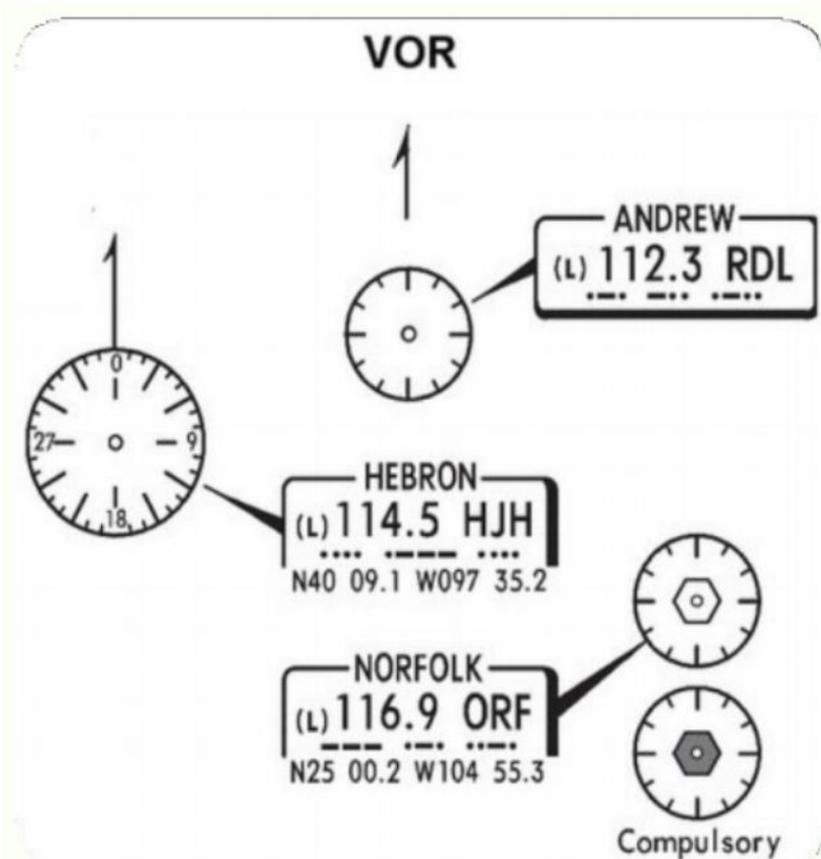
- **Всенаправленный радиомаяк** (англ. Very high frequency Omni directional radio Range сокр. VOR). Обеспечивает выдачу информации об азимуте ЛА. Радиомаяк может работать как самостоятельно, так и в составе с дальномером DME, образуя азимутально-дальномерную систему ближней навигации **VOR/DME**.
- **Всенаправленный дальномерный радиомаяк** (сокр. РМД, англ. Distance Measuring Equipment сокр. DME) — вид радионавигационной системы, обеспечивающей определение расстояния от наземной станции до воздушного судна.

Решаемые задачи

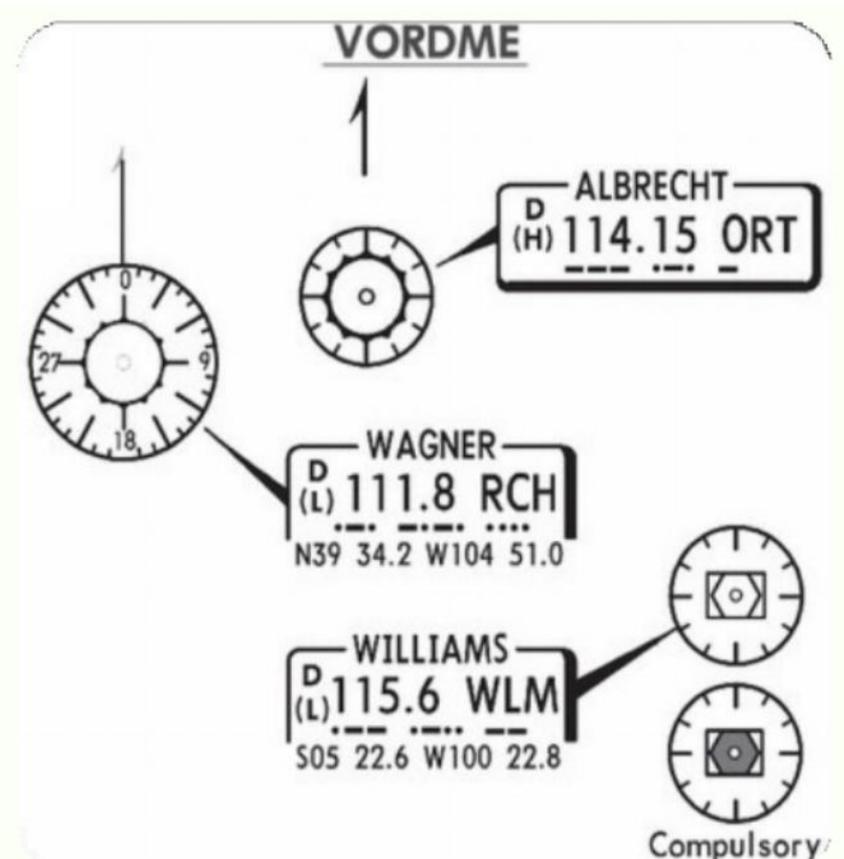
- Вычисление МПРи МПС;
- Полёт НА/ОТ радиостанции;
- Перехват заданного радиала;
- Полёт с выдерживанием заданного радиала



Обозначение на картах

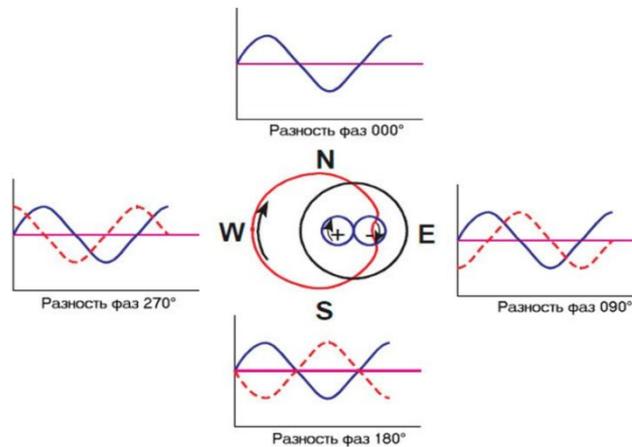
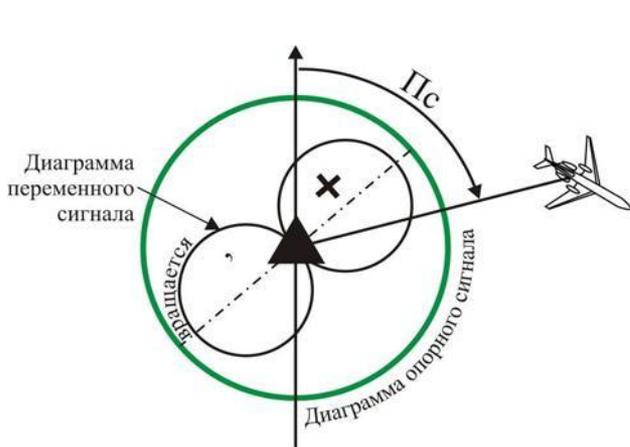


Обозначение
угломерного
оборудования VOR на
картах Jeppesen

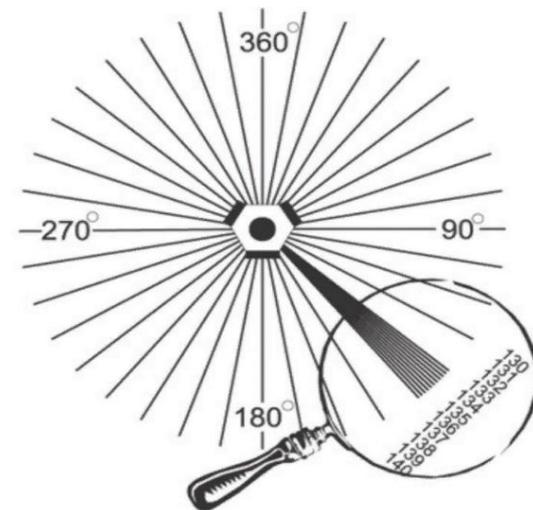


Обозначение совмещённого
угломерно-дальномерного
оборудования VORDME на
картах Jeppesen

- **Радиомаяк VOR** излучает на одной из 160 несущих частот (в диапазоне от 108 до 117.975 МГц с шагом 50 КГц) сигналы.
- Амплитудно-частотно-модулированный сигнал опорной фазы, содержащий частотно-модулированную *поднесущую* (9960 Гц с девиацией плюс-минус 100 Гц) излучается неподвижной всенаправленной антенной. Амплитудно-модулированный частотой 30 Гц сигнал переменной фазы излучается вращающейся (30 об/с) направленной антенной с диаграммой направленности в виде "восьмёрки".
- Для опознавания маяков VOR несущая частота манипулируется с помощью азбуки Морзе сигналом частоты 1020 Гц. Кроме того, позывные сигналы могут передаваться голосом с помощью магнитной записи.
- Подобный принцип построения угломерной системы позволяет, за счёт усложнения наземной части комплекса, одновременно упрощать (уменьшать габариты и массу) аппаратуру, устанавливаемую на борту ВС. Это стало одним из главных факторов, обусловивших широкое распространение систем VOR, в том числе и в малой авиации.
- Маяки VOR выпускаются в двух вариантах:
 - *категория А* (с дальностью действия около 370 км при высоте полёта 8-10 км для обеспечения полётов по воздушным трассам);
 - *категория В* (с дальностью действия около 40 км для обслуживания района аэродрома).



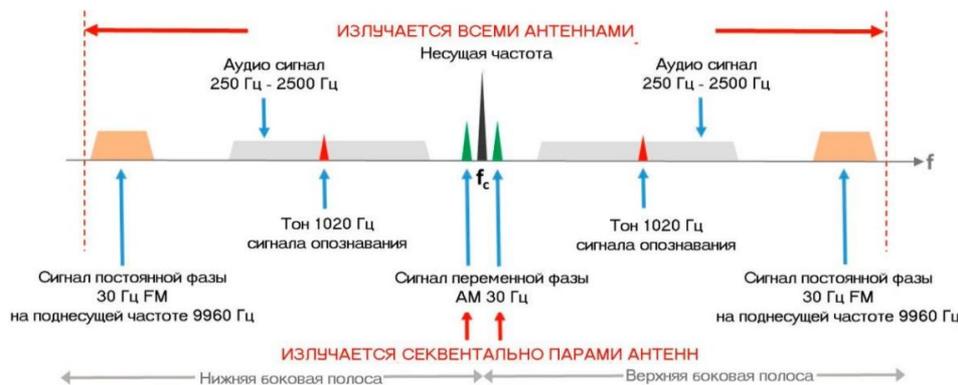
Разность фаз принимаемых сигналов относительно основных направлений.



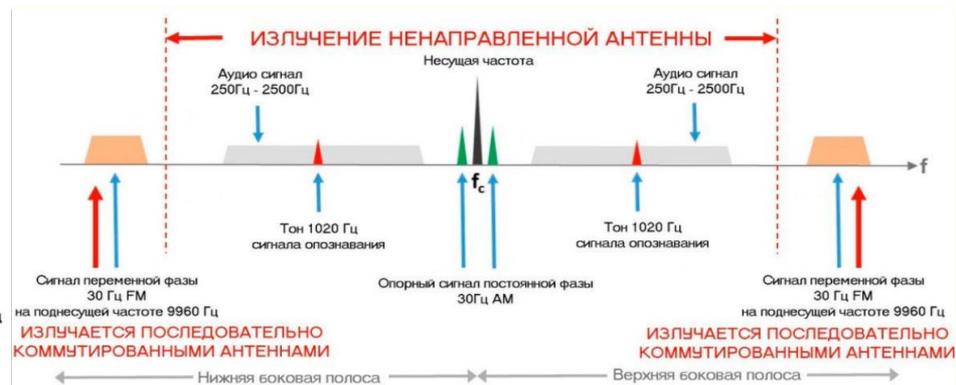
3.3.5 Модуляция навигационными сигналами

3.3.5.1 Несущая высокой частоты, принимаемая в любой части пространства, модулируется по амплитуде следующими двумя сигналами:

- а) поднесущей 9960 Гц с постоянной амплитудой, модулированной частотой 30 Гц и имеющей коэффициент девиации 16 ± 1 (т. е. 15–17):
 - 1) в случае обычных VOR составляющая 30 Гц этой модулированной по частоте поднесущей устанавливается независимо от азимута и называется "опорной фазой";
 - 2) в случае доплеровских VOR фаза составляющей 30 Гц изменяется вместе с азимутом и называется "переменной фазой";
- б) составляющая модуляции по амплитуде 30 Гц:
 - 1) в случае обычных VOR эта составляющая является результатом вращающейся диаграммы направленности поля, фаза которой изменяется вместе с азимутом и определяется как "переменная фаза";
 - 2) в случае доплеровских VOR эта составляющая постоянной фазы и амплитуды по отношению к азимуту излучается всенаправленно и называется "опорной фазой".

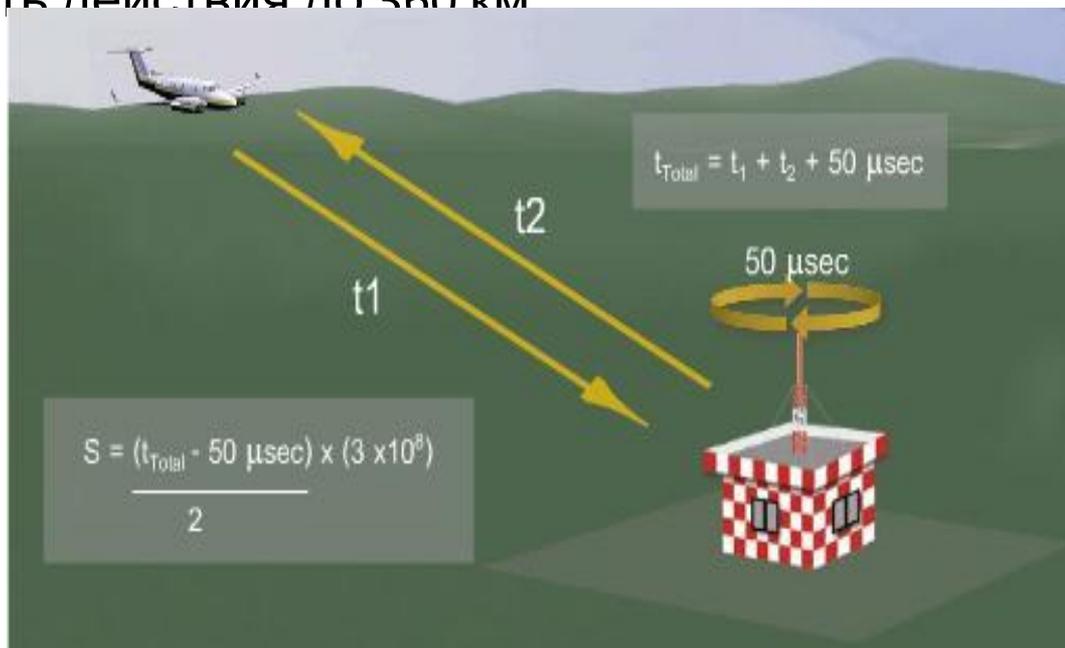


VOR



DVOR

- Расстояние от ВС до **радиомаяка DME** определяется по измеренному времени, за которое сигнал доходит до радиомаяка, вызывает срабатывание ответчика (принимающего, усиливающего и снова передающего сигнал) и возвращается обратно. Время измеряется как интервал между переданным и принятым импульсами.
- Может применяться как самостоятельно, так и в комплекте с VOR (такие комплексы часто называют системами радионавигации VOR/DME) или в комплекте с ILS (ILS/DME).
- Диапазон используемых частот
 - передатчика 1041-1150 МГц
 - приёмника 978—1213 МГц
- Дальность действия до 360 км



В состав VOR / DME - маяков входят:

- передающая аппаратура с антенно-фидерной системой (АФС);
- выносная контрольная аппаратура с антенной (для VOR-маяка);
- система ТУ-ТС - телеуправления, контроля и телесигнализации;
- комплект эксплуатационной документации;
- ЗИП комплект.

№ п/п	Наименование характеристики	Единица измерения	Норматив по ФАП	РМА-90
1	Максимальная дальность действия при высоте полёта ВС - 6000 м, не менее - 10000 м, не менее	км	В зависимости от высоты полёта ВС	100 350
2	Зона действия: - в горизонтальной плоскости - в вертикальной плоскости	градус	360 40	360 40
3	Средняя квадратическая погрешность пеленгования (измерения азимута)	градус	±2	±1
4	Диапазон частот	МГц	108,000... 117,975	108,000... 117,975
5	Число частотных каналов	–	160	160
6	Разнос каналов по частоте	кГц	50	50
7	Стабильность частоты рабочего канала	%	±0,002	±0,002
8	Излучаемая мощность	Ватт	(20÷100)±15	100 ±15
9	Поляризация излучения	-	горизонт -я	горизонт -я
10	Частота сигнала опорной фазы	Гц	9960 ±100	9960 ±100
11	Частота сигнала переменной фазы	Гц	30 ±0,03	30 ±0,03
12	Сигнал опознавания: - код Морзе - частота модуляции - периодичность посылок	– Гц сек.	2÷3 буквы 1020 ±50 30 ±3	2÷3 буквы 1020 ±50 30 ±3
13	Режим управления и контроля: - основной - резервный	-	дистанц-й местный	дистанц-й местный

№ п/п	Наименование характеристики	Единица измерения	Норматив по ФАП	РМД-90
1	Максимальная дальность действия при высоте полёта ВС - 6000 м, не менее - 10000 м, не менее	км	В зависимости от высоты полёта ВС	100 260
2	Зона действия: - в горизонтальной плоскости - в вертикальной плоскости	градус	360 40	360 40
3	Средняя квадратическая погрешность измерения наклонной дальности: - навигационный режим, не более - посадочный режим, не более	метр	150 75	150 75
4	Диапазон частот	МГц	960...1215	960...1215
5	Число частотно-кодовых каналов	–	252	252
6	Стабильность частоты рабочего канала	%	±0,002	±0,002
7	Разнос частот между каналами	МГц	1	1
8	Излучаемая мощность: - навигационный режим, не менее - посадочный режим, не менее	Ватт	– –	1000 125
9	Поляризация излучения	–	вертикал-я	вертикал-я
10	Режим управления и контроля: - основной - резервный	– –	дистанц-й местный	дистанц-й местный
11	Пропускная способность, т.е. число одновременно обслуживаемых ВС	–	100	100

Примечание. Дальность действия в посадочном режиме не менее дальности действия курсового маяка РМС.

Радиомаяк азимутальный, радиомаяк дальномерный РМА-90, РМД-90



Основные особенности

- сдвоенный комплект радиоаппаратуры, источник питания и аккумуляторы в одном шкафу;
- программно управляемое цифровое формирование модулированных сигналов;
- ввод данных с клавиатуры компьютера;
- непрерывный допусковый контроль излучаемых сигналов;
- встроенный тестовый контроль;
- дистанционный контроль и установка основных параметров как в инструментальной системе посадки СП-90;
- возможность сопряжения с системой управления навигационно-посадочным комплексом СП-90/РММ-95/РМА-90/РМД-90/РМП-200.

Состав

- аппаратная со шкафами РМА-90, РМД-90;
- передающие антенны с экраном;
- контрольная антенна;
- блок дистанционного управления.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

ЭЛЕКТРОПИТАНИЕ

основное и резервное от 47...63 Гц	220 В (187...264 В), 50 Гц (47...63 Гц)
аварийное от аккумуляторных батарей в течение времени	не менее 30 мин
мощность, потребляемая VOR/DME (при включенной системе терморегулирования)	не более 3000 ВА
мощность, потребляемая основной аппаратурой радиомаяка	не более 500 ВА

УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ, РАЗМЕЩАЕМОГО В АППАРАТНОЙ

температура окружающего воздуха оборудования	от минус 10 до плюс 50° С
--	---------------------------

УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ, РАЗМЕЩАЕМОГО НА ОТКРЫТОМ ВОЗДУХЕ

температура окружающего воздуха	от минус 50 до плюс 50° С
воздушные потоки со скоростью	до 50 м/с

НАДЕЖНОСТЬ

Среднее время наработки на отказ	не менее 5 000 ч
Средний технический ресурс	80 000 ч
Средний срок службы	15 лет
Среднее время восстановления	30 мин

ВНУТРЕННИЕ ГАБАРИТНЫЕ РАЗМЕРЫ И МАССА АППАРАТНОЙ

Внутренние габаритные размеры	2000 x 3000 x 2000 мм
Масса аппаратной	2500 кг

DVOR 2000/DME 2000



- Наземный доплеровский азимутально-дальномерный радиомаяк «DVOR 2000/DME 2000» предназначен для формирования и излучения радиосигналов, обеспечивающих измерение азимутального угла воздушного судна, оснащенного бортовым оборудованием системы VOR и измерения наклонной дальности воздушного судна относительно контрольной точки установки.
- Радиомаяк используется в аэропортах и на трассах полетов самолетов гражданской авиации.
- Радиомаяк «DVOR 2000» имеет формат сигнала оборудования VOR и соответствует требованиям к этому оборудованию, изложенным в «Приложении 10 к Конвенции о международной гражданской авиации (ICAO)». Радиомаяк может использоваться в комплексе с дальномерным радиомаяком DME и как самостоятельное изделие.
- Радиомаяк «DME 2000» использует принцип действия и формат сигнала оборудования DME в соответствии с требованиями «Приложения 10 к Конвенции о международной гражданской авиации (ICAO)». Радиомаяк может использоваться в комплексе с навигационным азимутальным радиомаяком VOR (DVOR), системами посадки ИЛС и самостоятельное

Основные технические

характеристики

Зона действия:	
в горизонтальной плоскости:	0... 360°
в вертикальной плоскости:	0... 40°
по дальности (в условиях прямой видимости для DVOR):	• ≥ 300 км (при высоте полета 12 000 м) • ≥ 210 км (при высоте полета 6000 м)
по дальности (в условиях прямой видимости для DME):	• ≥ 340 км (при высоте полета 12 000 м) • ≥ 240 км (при высоте полета 6000 м)
Погрешность информации об азимуте:	±1°
Диапазон частот DVOR:	108,000 - 117,950 МГц
Диапазон частот DME:	962,000 - 1213,000 МГц
Количество одновременно обслуживаемых самолетов:	до 200
Габаритные размеры:	
Аппаратная (высота × ширина × глубина):	4,5 × 2,5 × 2,7 м
Антенная система (диаметр):	13,5 м
Отражатель антенной системы (диаметр):	30 м
Электропитание:	
Основная и резервная сеть:	220 (+10 %; -15%) В, 50 Гц
Надежность:	
Наработка на отказ:	≥ 20 000 часов
Срок службы:	15 лет