

Радиотехнические системы захода на посадку

Классификация средств посадки ВС

NPA approaches

Неточные средства посадки
без наведения по вертикали

Традиционные

NDB, 2NDB
VOR/DME
LOC, BC

По ЧСЧ

RNP APCH
RNAV (GNSS)
LNAV, LP
MDH ~ 200 м

PBN

APV I

Baro-VNAV
LNAV+V
DH ~ 150 м

APV (VNAV)
L/VNAV
DH ~ 150 м

APV II

APV SBAS
LPV
DH ~ 75 м

APV approaches *

Неточные средства посадки
с наведением по вертикали

PA approaches

Точные средства посадки
Cat I, II, III

По ЧСЧ

GLS
DH ≤ 60 м

Традиционные

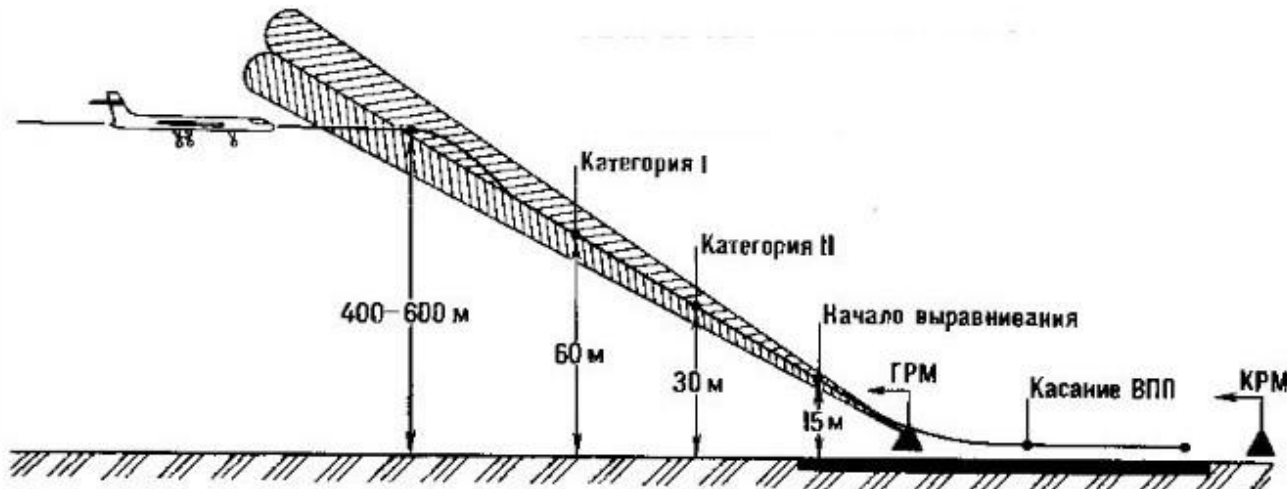
ILS, ILS/DME
PAR
MLS

* Средства посадки APV с наведением по вертикали не обеспечивают точность, необходимую для посадки по категориям метеоминимумов Cat I, II или III

В зависимости от сложности метеоусловий, в которых возможно использование радиомаячных систем (РМС), они подразделяются на системы первой, второй и третьей категории

Категории радиомаячных систем посадки ВС

Категория	Высота принятия решения о заходе на посадку (ВПР), м	Дальность видимости на ВПП, м, не менее
I	60	800
II	30	350
IIIА	30	200
IIIВ	15	50
IIIС	0	0



Категория	Этапы	Заход на посадку		Посадка	
		Горизонтальный полет	Снижение по глиссаде	Приземление	Пробег
I	Автоматическое управление по сигналам	СВС и КРМ	КРМ и ГРМ	Ручное управление по визуальным ориентирам	
II				РВ и КРМ	КРМ
III а, в, с					

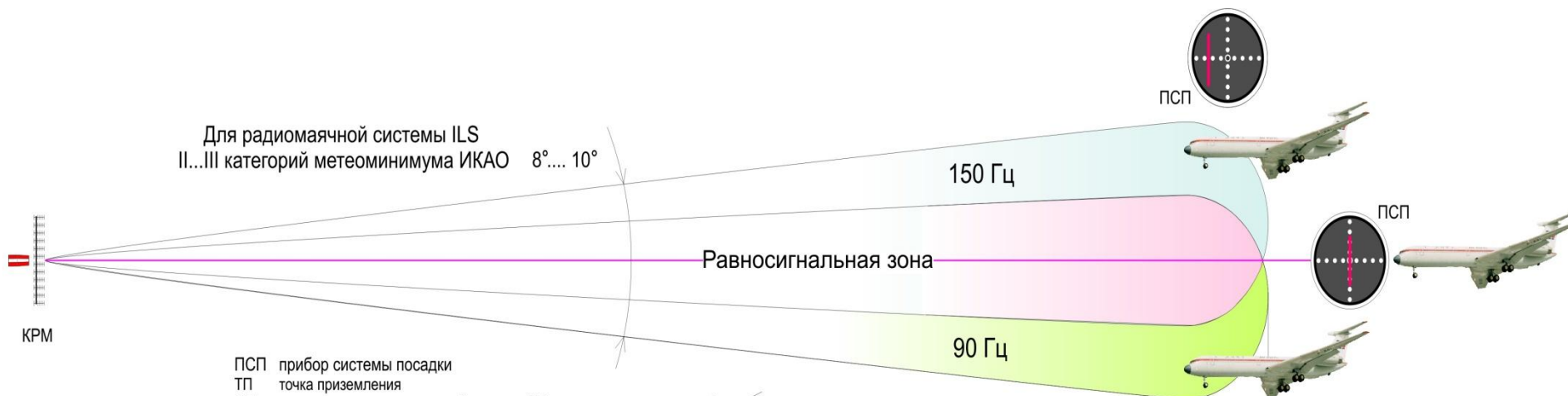
Система инструментальной посадки ILS



В состав наземного оборудования РМС должны входить:

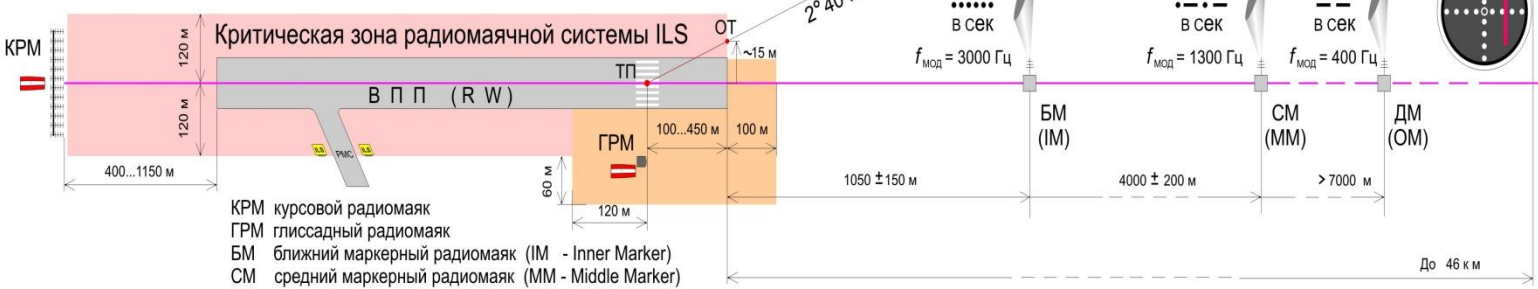
- курсовой радиомаяк (КРМ);
- глиссадный радиомаяк (ГРМ);
- маркерные радиомаяки (МРМ);
- контрольно-выносное оборудование;
- система ТУ-ТС - телеуправления, контроля и телесигнализации;
- комплект эксплуатационной документации;
- ЗИП комплект.

Для радиомаячной системы ILS
II...III категорий метеоминимума ИКАО 8°... 10°



ПСП прибор системы посадки
ТП точка приземления
ОТ опорная точка радиомаячной системы ILS

$f = 108,10 \dots 111,95 \text{ МГц}$



КРМ курсовой радиомаяк
ГРМ глиссадный радиомаяк
БМ ближний маркерный радиомаяк (IM - Inner Marker)
СМ средний маркерный радиомаяк (MM - Middle Marker)
ДМ дальний маркерный радиомаяк (OM - Outer Marker)

Глиссада
2° 40' 3°

..... в сек $f_{\text{мод}} = 3000 \text{ Гц}$
- - - в сек $f_{\text{мод}} = 1300 \text{ Гц}$
- - в сек $f_{\text{мод}} = 400 \text{ Гц}$

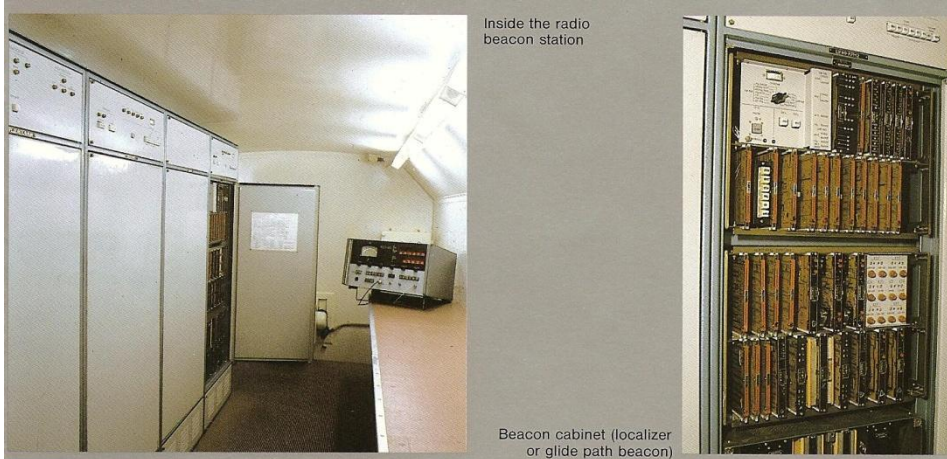
БМ (IM) СМ (MM) ДМ (OM)

1050 ± 150 м 4000 ± 200 м > 7000 м

До 46 км

- В каждой из плоскостей, основные лепестки диаграмм направленности (ДН) антенн разведены в стороны друг от друга под небольшим углом, обеспечивая формирование *равносигнальных зон*.
- Частота модуляции правого и нижнего каналов - 150Гц, левого и верхнего - 90Гц.
- Курсовой и глиссидный маяки устанавливаются возле ВПП. Первый в противоположном торце ВПП, по осевой линии, глиссидный, сбоку от ВПП на удалении (по оси ВПП) точки приземления от порога ВПП.
- **Рабочий диапазон частот КГС:**
 - курсовой канал (40 с нечётными десятыми долями частоты) 108.10-111.95 МГц;
 - канал глиссады 329.15-335.00 МГц;
- **Дальность действия** в соответствии с нормами ICAO:
 - по курсовому каналу - не менее 46км,
 - по каналу глиссады - 18,5км

Курсовой радиомаяк (КРМ)



Курсовой радиомаяк (КРМ)

- Курсовой радиомаяк обеспечивает наведение самолета в горизонтально плоскости - по курсу.
- Курсовой радиомаяк (КРМ) - передающее устройство с антенной системой.
- Антенная система КРМ размещается на продолжении оси ВПП в противоположной направлению посадки стороне на удалении от 400 до 1150 метров от порога ВПП. При этом боковое смещение антенн недопустимо.
- Сигнал несущей, модулированной частотой 150 Гц, должен преобладать справа от направления захода на посадку, а модулированной частотой 90 Гц - слева от нег
- КРМ должен работать в диапазоне частот 108,0 - 111,975 МГц.

- Зона действия КРМ в горизонтальной плоскости должна быть не менее 35 градусов вправо и влево относительно линии курса. Для КРМ I и II категории допускается сужение зоны действия до $\pm 10^\circ$.

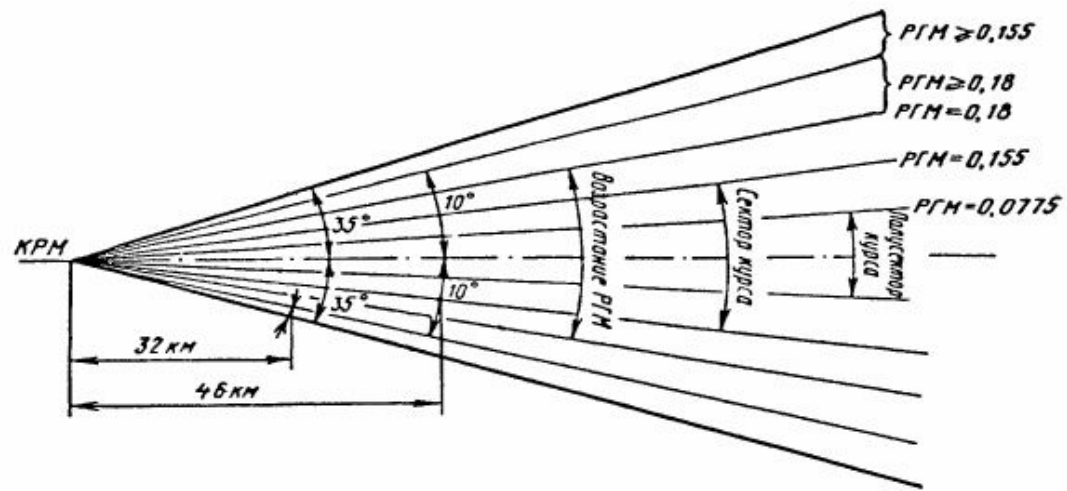


Рис. 2.1. Зона действия КРМ в горизонтальной плоскости.

- Зона действия в вертикальной плоскости должна ограничиваться в верхней части прямой, проходящей через фазовый центр антенной системы под углом не менее 7° к горизонту.

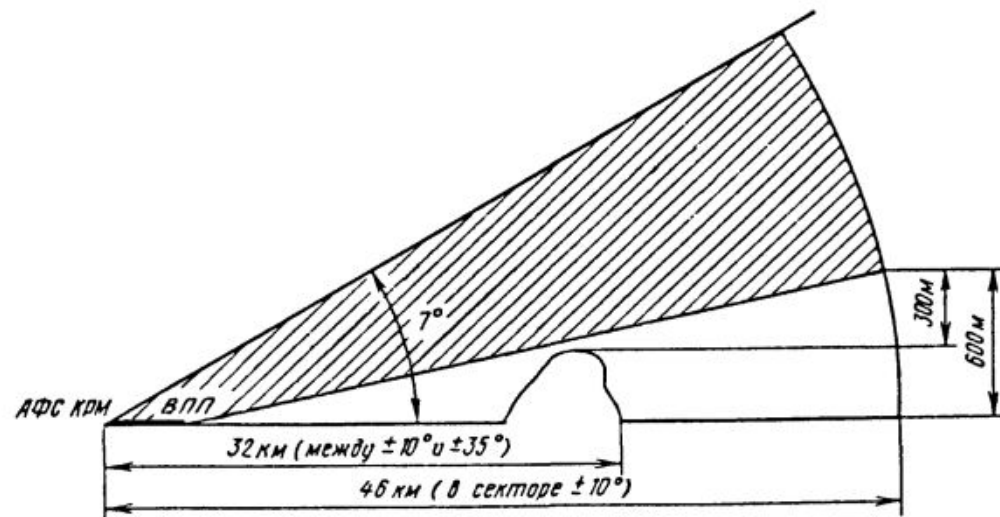
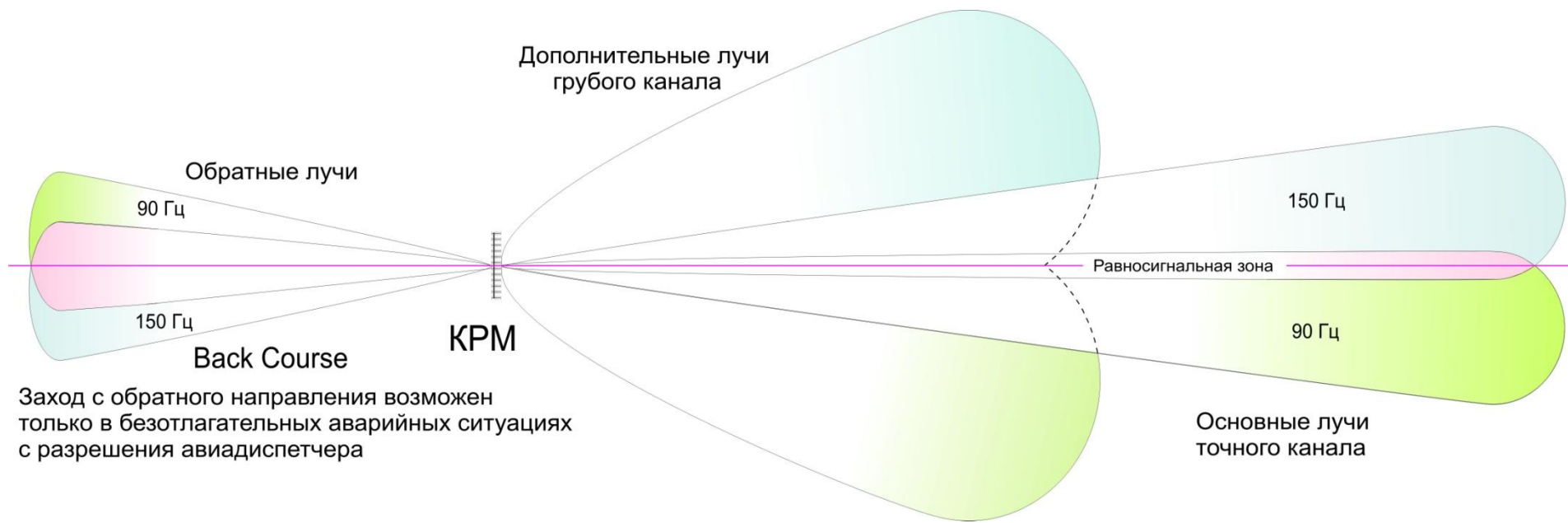


Рис. 2.2. Зона действия КРМ в вертикальной плоскости.



Глиссадный радиомаяк (ГРМ)



Глиссадный радиомаяк (ГРМ)

- Глиссадный маяк обеспечивает наведение в вертикальной плоскости - по глиссаде.
- Глиссадный радиомаяк (ГРМ) - передающее устройство с антенной системой.
- Антенная система ГРМ размещается у начала ВПП (на удалении 450...2000 метров от порога) со стороны захода на посадку на расстоянии 120... 180 метров от её оси в сторону грунтовой части лётного поля. Такое размещение ГРМ обеспечивает необходимую высоту средней линии глиссады над порогом ВПП - высоту опорной точки.
- Номинальное значение угла наклона глиссады устанавливается в пределах 2° ... 4° .
- ГРМ должен работать в диапазоне частот 328,6 - 335,4 МГц.

- Зона действия в горизонтальной плоскости должна быть не менее 8° с каждой стороны от линии курса на расстоянии не менее 18,5 км от места установки ГРМ.

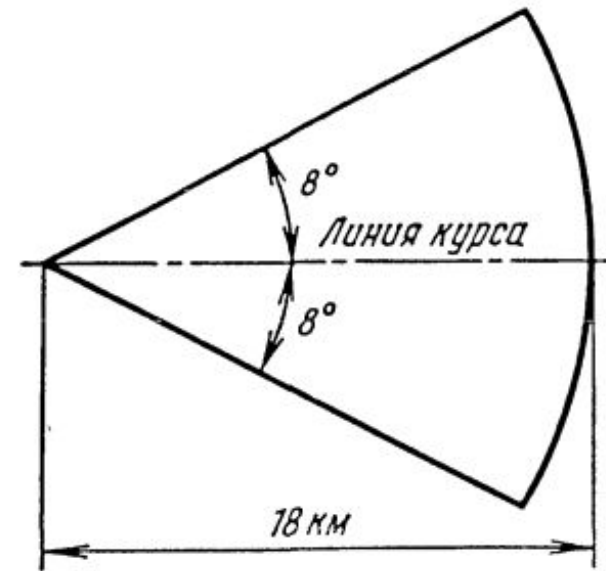


Рис. 2.5. Зона действия ГРМ в горизонтальной плоскости.

- Зона действия в вертикальной плоскости должна продолжаться:
 - а) выше усредненной линии глиссады до угла не менее $1,75 \cdot \theta$ относительно горизонтали;
 - б) ниже усредненной линии глиссады до угла не более $0,45 \cdot \theta$ или до угла $0,30 \cdot \theta$ относительно горизонтали для обеспечения гарантированного входа в глиссаду.

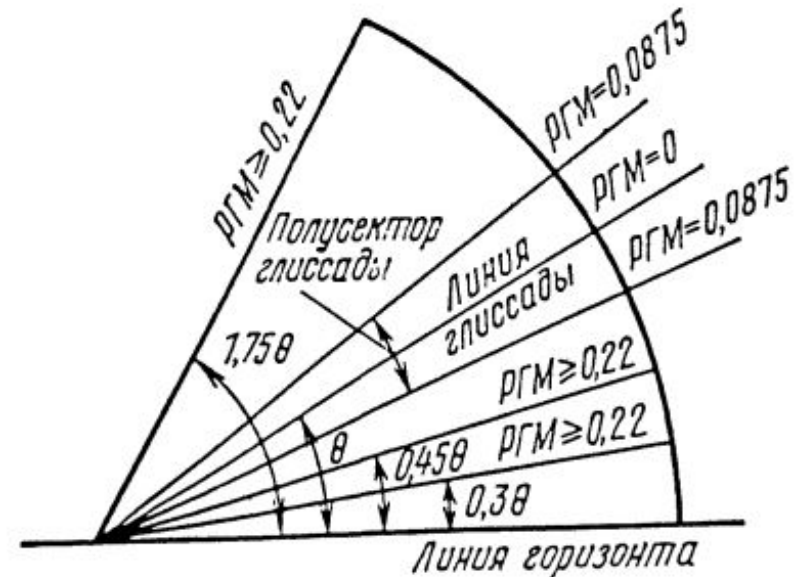
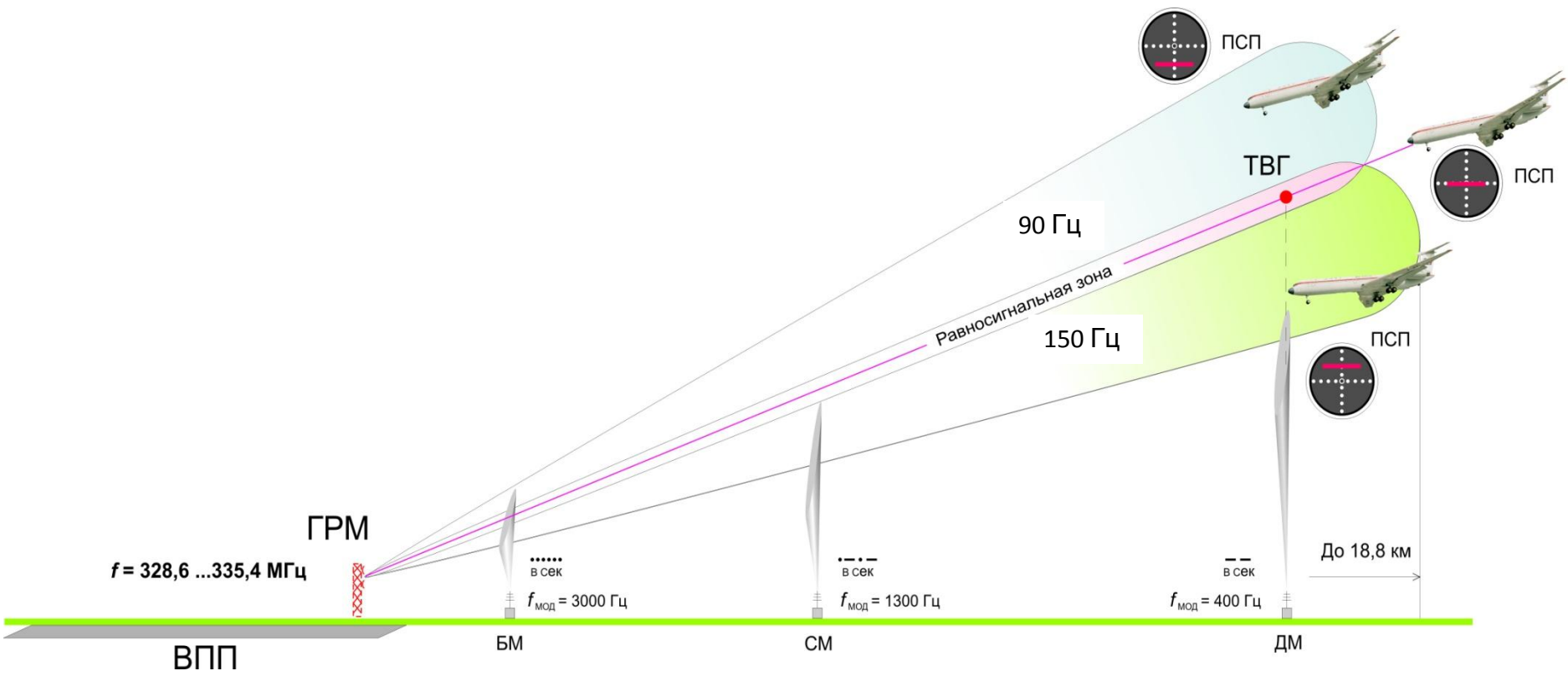


Рис. 2.6. Зона действия ГРМ в вертикальной плоскости.



Маркерные радиомаяки (МРМ)



Маркерные радиомаяки (МРМ)

- **Маркерный радиомаяк** — это устройство, используемое в составе курсо-глиссадной системы, которое позволяет пилоту определить расстояние до ВПП.
- Маркерные радиомаяки работают на частоте 75 МГц, излучая сигнал узким пучком вверх.
- Когда ВС пролетает над маркерным маяком, сигнал принимает маркерный радиоприемник, включается система оповещения — мигает специальный индикатор на приборной панели и издаётся звуковой сигнал.
- Маркеры, сигнализирующие момент пролета определенных точек на траектории захода. Обычно маркеры устанавливаются на ДПРМ и БПРМ.
- При этом антенна ближнего МРМ размещается на продолжении оси ВПП со стороны захода на удалении 850... 1200 метров от её порога (допускается боковое смещение ± 75 метров), а антенна дальнего МРМ размещается на продолжении оси ВПП со стороны захода на удалении 3800...7000 метров от её порога (допускается боковое смещение ± 75 метров).

Дальний маркерный радиомаяк

- Дальний маркерный радиомаяк (внешний MPM) - наземное радиотехническое устройство, излучающее радиосигналы и установленное таким образом, чтобы обеспечить экипажу самолета возможность проверки высоты на определенном расстоянии, а также функционирование оборудования в промежуточной и конечной зонах захода на посадку.
- Дальний маркерный радиомаяк размещается на продолжении оси ВПП со стороны захода на удалении 3800...7000 метров от её порога (допускается боковое смещение ± 75 метров), совместно с дальней приводной радиостанцией.
- Радиоизлучение MPM должно осуществляться без перерывов.
- Сигналами опознавания должна быть непрерывная передача 2 тире в секунду.
- Скорости передачи должны выдерживаться с допуском ± 15 %.
- Модулирующая частота 400 Гц.
- Зона действия маяков на линии курса и глissады ИЛС должна составлять 600 ± 200 м.



Средний маркерный радиомаяк

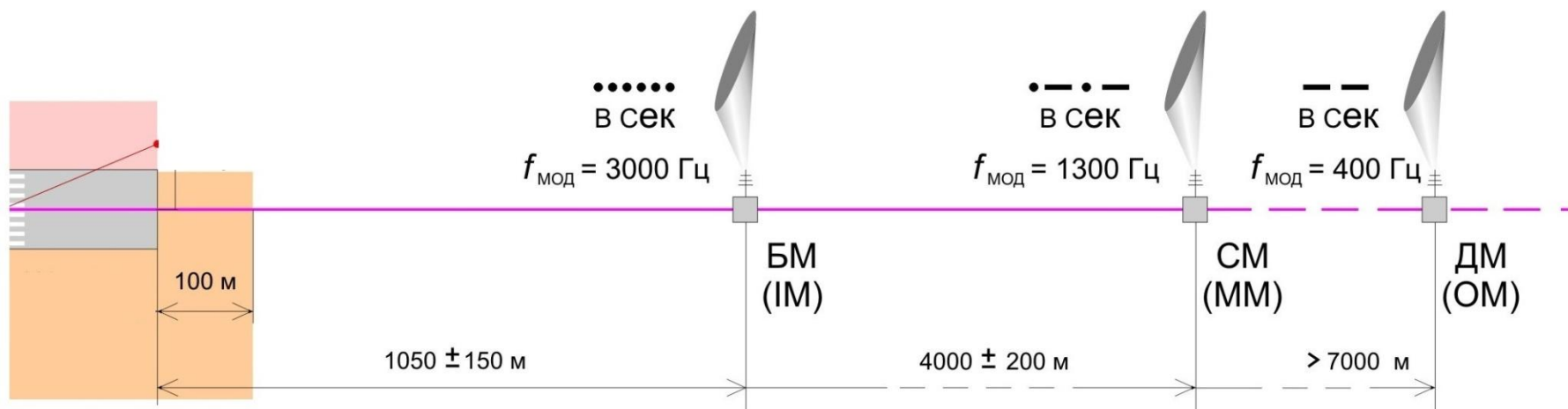
- Средний маркерный радиомаяк - наземное радиотехническое устройство, излучающее радиосигналы и установленное таким образом, чтобы обеспечить на самолет информацию в условиях плохой видимости о непосредственной близости начала наведения с помощью визуальных средств.
- Средний маркерный радиомаяк размещается на продолжении оси ВПП со стороны захода на удалении 4000 ± 200 метров от её порога.
- Радиоизлучение MPM должно осуществляться без перерывов.
- Сигналами опознавания должна быть непрерывная передача чередующихся точек и тире, причем тире передаются со скоростью 2 тире в секунду, а точки - со скоростью 6 точек в секунду. При отсутствии внутреннего MPM допускается непрерывная передача 6 точек в секунду.
- Скорости передачи должны выдерживаться с допуском $\pm 15\%$.
- Модулирующая частота 1300 Гц.
- Зона действия маяков на линии курса и глиссады ИЛС должна составлять 300 ± 100 м.



Ближний маркерный радиомаяк

- Ближний маркерный радиомаяк (внутренний MPM) - Наземное радиотехническое устройство, излучающее радиосигналы и установленное таким образом, чтобы обеспечить на самолет информацию в условиях плохой видимости о непосредственной близости порога взлетно-посадочной полосы.
- Ближний маркерный радиомаяк размещается на продолжении оси ВПП со стороны захода на удалении 850... 1200 метров от её порога (допускается боковое смещение ± 75 метров)
- Радиоизлучение MPM должно осуществляться без перерывов.
- Сигналами опознавания должна быть непрерывная передача 6 точек в секунду.
- Скорости передачи должны выдерживаться с допуском ± 15 %.
- Модулирующая частота 3000 Гц.
- Зона действия маяков на линии курса и глассады ИЛС должна составлять 150 ± 50 м.





- БМ ближний маркерный радиомаяк (IM - Inner Marker)
- СМ средний маркерный радиомаяк (MM - Middle Marker)
- ДМ дальний маркерный радиомаяк (OM - Outer Marker)

Органы управления и отображения информации устройства "Курс МП-7^а"

а) индикатор курсовых углов:

- 1,2 - неподвижная и подвижная шкалы;
- 3,4 - узкая и широкая стрелки;
- 5 - переключатели входов индикатора к выходам приемников сигналов VOR или к радиоконпасам;
- 6 - указатели аппаратуры, к которой подключен индикатор;

б) плановый навигационный прибор (ПНП):

- 7,9 - планки курса и глissады, при работе по маяку планка курса показывает отклонение ВС от задаваемой радиомаяком ортодромии;

8,10 - бленкеры курса и глissады;

в) пилотажный командный прибор (ПКП):

- 11,15 - шкала и планка курса, указывающая отклонение ВС от ортодромии, задаваемой маяком VOR;

12 - бленкеры курса и тангажа;

13, 14 - шкала и планка глissады;

г) пульт управления органами индикации:

16 - кнопки-табло, подсвечиваемые при их включении;

д) пульт управления:

17,19 - ручки выбора частотного канала;

18 - устройство отображения номера выбранного канала;

е) селектор режимов;

20 - переключатель чувствительности маркерного радиоприемник;

21 - лампы сигнализации исправности курсового и глissадного каналов;

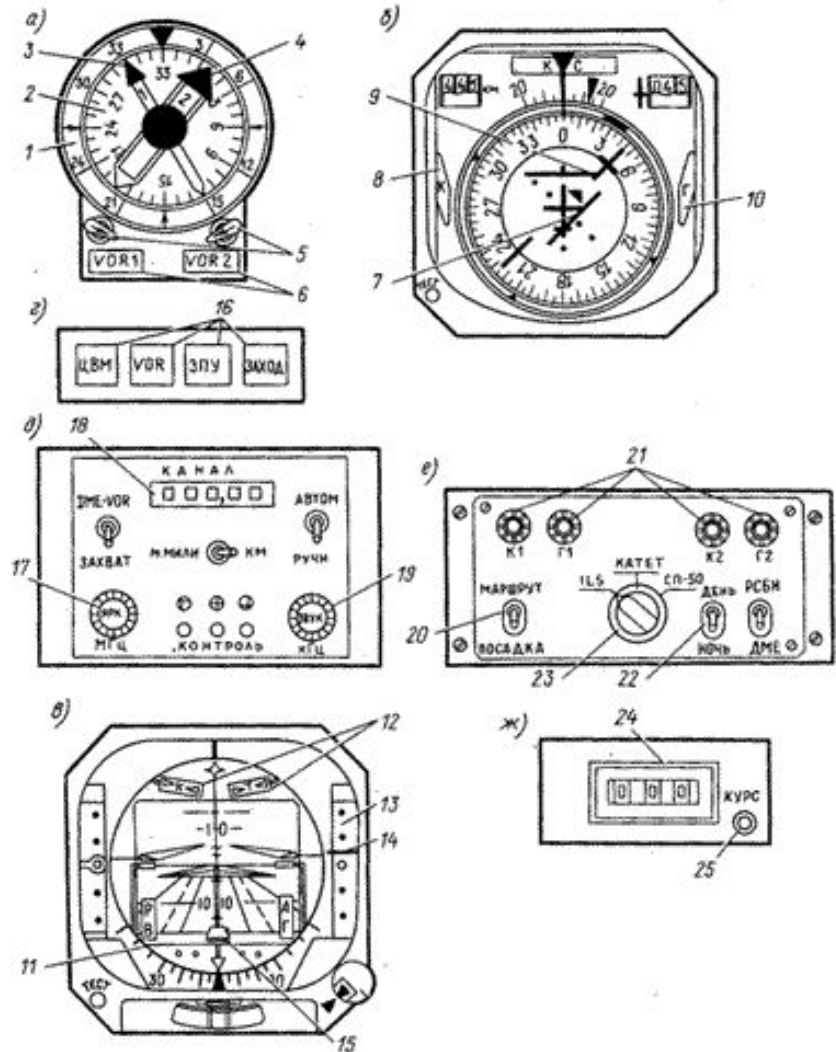
22 - переключатель яркости и подсвечивания;

23 - переключатель режимов работы;

ж) селектор курса;

24 - табло отображения выбранного курса;

25 - ручка установки требуемого курса полета



PFD - Primary Flight Display - ОСНОВНОЙ ПИЛОТАЖНЫЙ ДИСПЛЕЙ



№ п/п	Наименование характеристики	Единица измерения	Норматив по ФАП			СП 75	СП 80	СП 90 СП 95	СП - МВЛ
			РМС-1	РМС-2	РМС-3				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Курсовой радиомаяк (КРМ)									
1	Зона действия в горизонтальной плоскости в секторе $\pm 10^\circ$, не менее	км	46	46	46	46	46	46	32
2	Зона действия в вертикальной плоскости, не менее	градус	7	7	7	7	7	7	10
3	Пределы установки и поддержания средней линии курса в опорной точке относительно осевой линии ВПП	метр	$\pm 10,5$	$\pm 7,5$	± 3	не менее $\pm 7,5$	не менее ± 3	не менее ± 3	не менее ± 3
4	Напряжённость электромагнитного поля: – на границах зоны действия, не менее – на глиссаде в пределах сектора курса на удалении 18 км от КРМ, не менее – над порогом ВПП (увеличение до...)	мкВ/м	40	40	40	40	40	40	40
			90 -	90 200	100 200	100 200	100 200	100 200	100 200
5	Допустимая нестабильность несущей частоты: – одноканального радиомаяка – двухканального радиомаяка	%	$\pm 0,005$ $\pm 0,002$	– $\pm 0,002$	–	$\pm 0,005$ –	– $\pm 0,002$	– $\pm 0,002$	– $\pm 0,005$
6	Глубина амплитудной модуляции несущего колебания сигналами 90 и 150 Гц	%	20 \pm 2			20 \pm 2	20 \pm 2	20 \pm 2	20 \pm 2
7	Параметры сигнала опознавания: – соответствие кода Морзе – период повторения, не более – частота модуляции – глубина модуляции несущего колебания сигналом опознавания	- секунда Гц %	3 буквы (первая буква И) 10 1020 \pm 50 10 \pm 5			Соответствует требованиям ФАП	Соответствует требованиям ФАП	Соответствует требованиям ФАП	Соответствует требованиям ФАП
8	Зона действия в горизонтальной плоскости в секторе $\pm 8^\circ$ относительно осевой линии ВПП, не менее	км	18	18	18	18	18	18	18

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Глиссадный радиомаяк (ГРМ)									
9	Зона действия в вертикальной плоскости в секторе, ограниченном углами – выше глиссады – ниже глиссады	градус	1,75 θ 0,45 θ	1,75 θ 0,45 θ	1,75 θ 0,45 θ	1,75 θ 0,45 θ	1,75 θ 0,45 θ	1,75 θ 0,45 θ	1,75 θ 0,45 θ
10	Пределы установки и поддержания угла глиссады относительно номинального значения θ , заключённого в пределах 2 °...5 °	отн. единиц	$\pm 0,075$	$\pm 0,075$	$\pm 0,04$	$\pm 0,075$	$\pm 0,04$	$\pm 0,04$	$\pm 0,04$
11	Напряжённость электромагнитного поля в зоне действия, не менее	мкВ/м	400	400	400	400	400	400	400
12	Допустимая нестабильность несущей частоты: – одноканального радиомаяка – двухканального радиомаяка	%	$\pm 0,005$ $\pm 0,002$	– $\pm 0,002$	– 0,002	$\pm 0,005$ –	– $\pm 0,002$	– $\pm 0,002$	– $\pm 0,005$
13	Глубина амплитудной модуляции несущего колебания сигналами 90 и 150 Гц	%	40 \pm 2,5		40 \pm 2,5	40 \pm 2,5	40 \pm 2,5	40 \pm 2,5	40 \pm 2,5
14	Сигнал опознавания	-	Отсутствует		Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует
Маркерный радиомаяк (МРМ)									
15	Зона действия на линии курса и глиссады – дальнего – ближнего – внутреннего (при наличии)	метр метр метр	600 \pm 200 300 \pm 100 150 \pm 50		Соответствует требованиям ФАП	Соответствует требованиям ФАП	Соответствует требованиям ФАП	Соответствует требованиям ФАП	Соответствует требованиям ФАП
16	Выходная мощность	мВт	Устанавливается при вводе в эксплуатацию ($\pm 0,01$)		30...350	30...350	30...350	30...350	30...350
17	Напряжённость электромагнитного поля на границе зоны действия, не менее	мВ/м	1,5		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
18	Допустимая нестабильность несущей частоты	%	$\pm 0,005$		$\pm 0,005$	$\pm 0,005$	$\pm 0,005$	$\pm 0,005$	$\pm 0,005$
19	Глубина амплитудной модуляции несущего колебания сигналом 3000 Гц	%	-		95 \pm 4	95 \pm 4	95 \pm 4	95 \pm 4	95 \pm 4
20	Манипуляция: – непрерывность – скорость манипуляции – дальнего – ближнего – внутреннего (при наличии)	Непрерывная последовательность манипулированного сигнала 2 тире в секунду 6 точек в секунду непрерывный сигнал без манипуляции			Соответствует требованиям ФАП	Соответствует требованиям ФАП	Соответствует требованиям ФАП	Соответствует требованиям ФАП	Соответствует требованиям ФАП

Инструментальная система посадки СП-90



- Инструментальная система посадки СП-90 (двухканальная, двухчастотная, Категории I, II, III ICAO) предназначена для обеспечения посадки самолетов.
- 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 с компьютера через телефонную линию, модем из любой точки земного шара;
- дополнительная метео- и орнитологическая защита антенн курсового радиомаяка;
- возможность сопряжения с системой управления навигационно-посадочным комплексом СП-90/РМД-П-2010/РММ-200/РМА-2010/РМД-2010/РМП-200
- увеличен технический ресурс за счет применения современной элементной базы;
- низкий объем технического обслуживания за счет расширенного дистанционного управления;
- рекомендуется для использования на аэродромах внутренних и международных авиалиний

ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СП-90

КУРСОВОЙ РАДИОМАЯК (КРМ)

Антенная система логопериодическая, элементов в решетке	16
Поляризация	горизонтальная
Дальность действия, не менее	46 км в зоне $\pm 35^\circ$
Диапазон частот	108 - 112 МГц
Стабильность частоты	$\pm 0.002 \%$
Количество каналов	40

ГЛИССАДНЫЙ РАДИОМАЯК (ГРМ)

Антенная система	"М"-типа
Поляризация	горизонтальная
Дальность действия, не менее	18 км в зоне $\pm 8^\circ$
Диапазон частот	329 - 335 МГц
Стабильность частоты	$\pm 0.002 \%$
Количество каналов	40

ДОПУСКОВОЙ КОНТРОЛЬ

Контроль параметров - в соответствии с требованиями ICAO
Переключение по аварии по схеме «И» (два контрольных устройства)

УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

• Вне аппаратной	
Температура	от -50 до + 50°C
Ветровые нагрузки	до 50 м/с
• Внутри аппаратной	
Температура	от -10 до + 50°C
Относительная влажность	до 98% при +25°

ЭЛЕКТРОПИТАНИЕ

Основное - однофазная сеть	187-264В, 47-63Гц
Потребляемая мощность, не более	
• основной аппаратурой КРМ / ГРМ	250ВА
• при включенной системе терморегулирования для РМК (РМГ)	4 кВА
Аварийное питание от аккумуляторных батарей, не менее	2 часа

НАДЕЖНОСТЬ

Среднее время наработки на отказ	10 000 часов
Технический ресурс	15 лет

СП-2010



- Двухканальная двухчастотная радиомаячная система посадки СП-2010 с международным форматом сигналов ILS предназначена для обеспечения посадки самолетов и соответствует требованиям ICAO для систем I, II, III категорий
- уменьшенный объем аппаратуры;
- сниженное потребление электроэнергии от источников питания;
- 100% резерв основной радиоаппаратуры;
- программно-управляемое цифровое формирование модулирующих сигналов;
- ввод данных с клавиатуры компьютера;
- непрерывный допусковый контроль излучаемых сигналов;
- встроенный тестовый контроль;
- дистанционный контроль и установка основных параметров с компьютера, подключенного к шкафу радиомаяка через кабель USB или со шкафа ДУ через выделенную линию связи;
- метео- и орнитологическая защита антенн курсового и глиссадного радиомаяков;
- единый шкаф управления и индикации текущего состояния радиомаяков РМА 2010, РМД-2010, РМД-П-2010, СП-2010;
- работоспособность глиссадного радиомаяка обеспечивается при изменении высоты снежного покрова до одного метра;
- за счет применения новейшей элементной базы и передовых технических решений существенно повышена надежность.

Состав

- радиомаяк курсовой (РМК);
- радиомаяк глиссадный (РМГ);
- шкаф дистанционного управления (ШДУ);
- комплекс программно-управляемый (КПУ);
- аппаратура дальнего контроля РМК.
- В состав системы посадки могут входить два или три маркерных радиомаяка или радиомаяк дальномерный посадочный РМД П. 2010

ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СП-2010

КУРСОВОЙ РАДИОМАЯК (КРМ)

Установка передающих антенных устройств, элементов в решетке	17
Поляризация	горизонтальная
Дальность действия, не менее	46 км в зоне $\pm 35^\circ$
Диапазон частот	108 - 112 МГц
Стабильность частоты	$\pm 0.002 \%$
Количество каналов	40

ГЛИССАДНЫЙ РАДИОМАЯК (ГРМ)

Антенная система, элементов в решетке	4
Поляризация	горизонтальная
Дальность действия, не менее	18 км в зоне $\pm 8^\circ$
Диапазон частот	329 - 335 МГц
Стабильность частоты	$\pm 0.002 \%$
Количество каналов	40

ДОПУСКОВОЙ КОНТРОЛЬ

Контроль параметров - в соответствии с требованиями ICAO
Переключение по аварии по схеме «И» (два контрольных устройства)

УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

• Вне аппаратной	
Температура	от -50 до + 50°C
Ветровые нагрузки	до 50 м/с
• Внутри аппаратной	
Температура	от -10 до + 50°C
Относительная влажность	до 98% при +25°

ЭЛЕКТРОПИТАНИЕ

Основное	
• однофазная сеть	187-264В, 47-63Гц
• трехфазная сеть с заземленной нейтралью	380+/-10%В, 50+/-60%Гц
Потребляемая мощность, не более	
• основной аппаратурой КРМ / ГРМ	250ВА
• при включенной системе терморегулирования для РМК (РМГ)	4 кВА
Аварийное питание от аккумуляторных батарей, не менее	2 часа

НАДЕЖНОСТЬ

Среднее время наработки на отказ	35 000 часов
Технический ресурс	15 лет

MLS - Microwave Landing System

(Микроволновая система посадки)

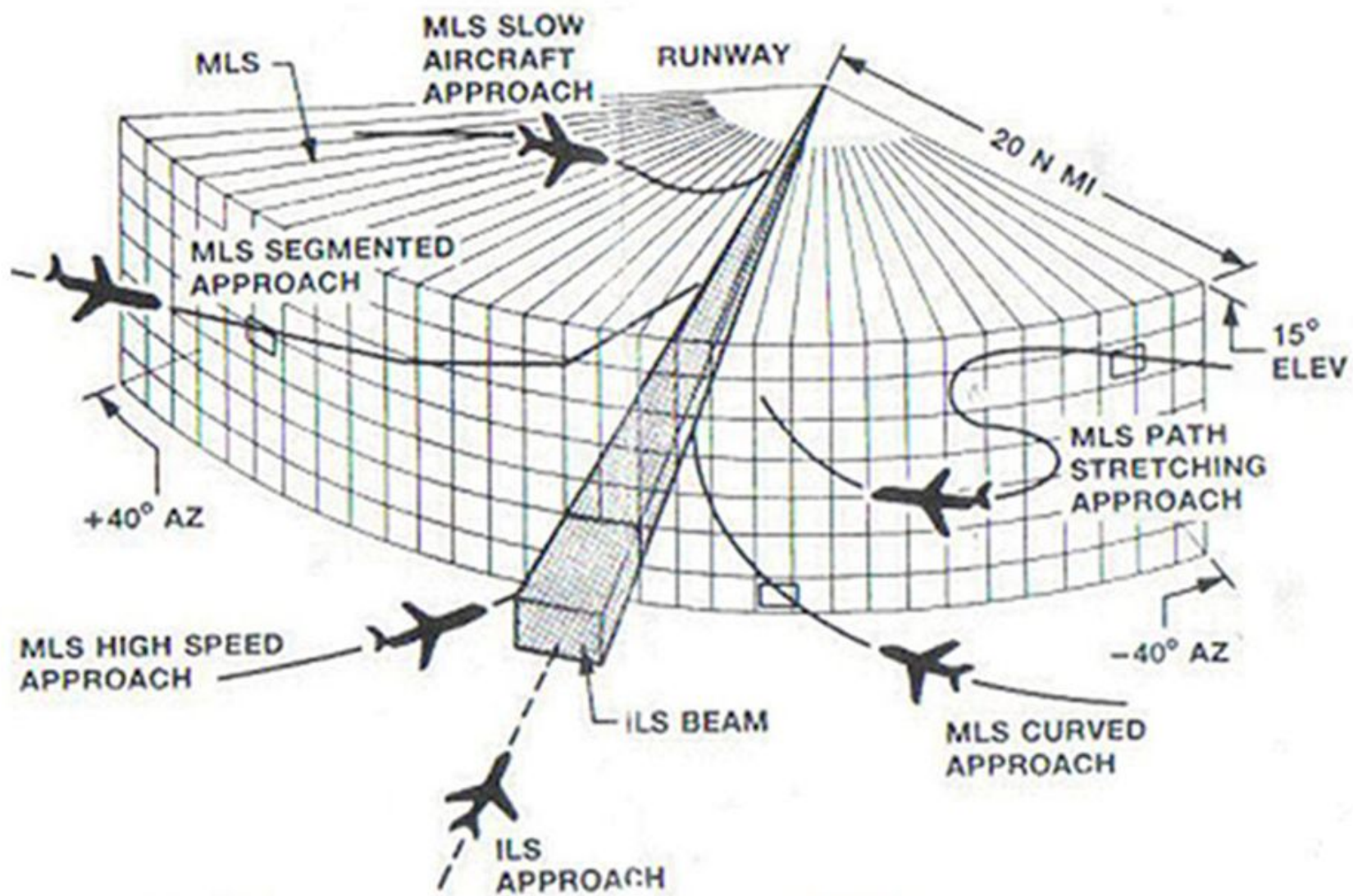
- **MLS** - радиомаячная система посадки сантиметрового диапазона (СВЧ). Является дальнейшим развитием систем посадки (ILS).
- Совокупность наземных и бортовых радиотехнических устройств, работающих на одном из частотных каналов с разделением радиосигналов по времени и определением угловых координат по интервалу времени между двумя последовательными облучениями сканирующим лучом бортовой антенны, обеспечивающих в пределах зоны наведения информацию на борту летательного аппарата о его положении в пространстве относительно взлетно-посадочной полосы или площадки, а также основные и вспомогательные данные, необходимые для управления посадкой летательного аппарата.
- Система предназначена для обеспечения точной информации о координатах ЛА при заходе на посадку при любых погодных условиях.

Особенности

- Система включает наземные и бортовые устройства, обеспечивающие определение местоположения ВС по отношению к взлетно-посадочной полосе и передачу на ВС основных и вспомогательных данных.
- Она менее чувствительна к местным условиям, способна обслуживать кратное прибытие и может задавать переменные схемы захода. Криволинейные пути захода на посадку снижают уровень шума в некоторых аэропортах.
- Типовой комплект MLS состоит из двух наземных радиомаяков MLS, один из которых задает траекторию приближения к ВПП по углу места, а второй – по азимуту. Система MLS позволяет определять отклонение от траектории не только посадки, но также и взлета/ухода на второй круг.
- В зависимости от комплектации, MLS может использоваться в условиях погодного минимума I, II, III категории ICAO.

По сравнению с ILS система MLS имеет ряд преимуществ:

- более высокая точность определения пространственного положения ВС при заходе на посадку;
- значительно меньшее влияние рельефа местности, сооружений и метеоусловий на точность системы;
- возможность задания различных траекторий захода на посадку с целью увеличения пропускной способности аэропорта, экономии топлива и снижения шума в жилых районах вблизи аэропорта;
- большее число частотных каналов (до 200), что снижает взаимные радиопомехи при близком расположении аэродромов.



Combined representation of ILS and MLS runway approach

Характеристики MLS

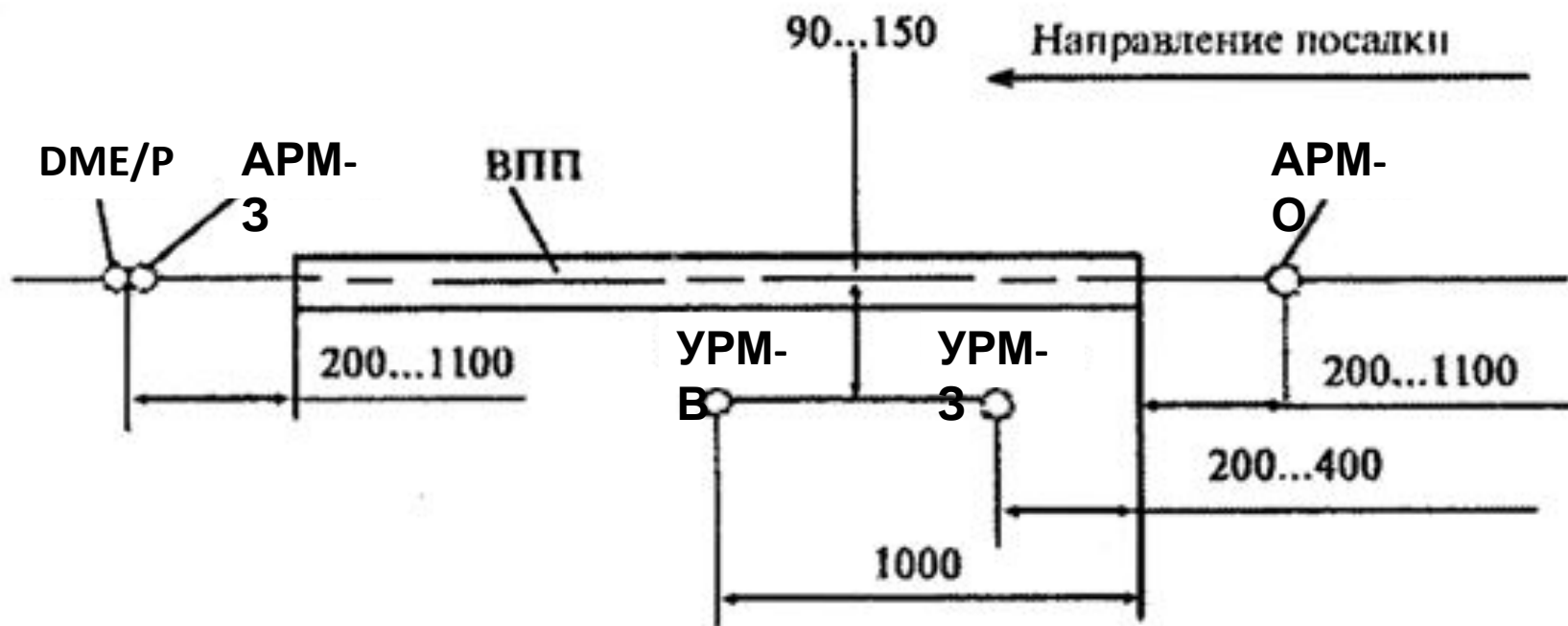
№ п/п	Наименование характеристики	Единица измерения	Система посадки MLS на основе TRSB
1	Зона действия - по азимуту - по углу места - по дальности - по обратному азимуту - по дальности при обратном азимуте	град град км град км	± 40° 0,9...15° 37 ± 20° 9,3
2	Средняя квадратическая погрешность, не более - по азимуту - по углу места - по дальности	град град метр	0,05 0,05 30
3	Число частотных каналов	–	200
4	Диапазон рабочих частот для угломерного оборудования	МГц	5031,0...5090,7
5	Диапазон рабочих частот для дальномерного оборудования	МГц	960...1213
6	Средняя мощность излучения маяков, не более	Ватт	20

Состав оборудования системы MLS

- -азимутальный радиомаяк захода (АРМ-З);
- -азимутальный радиомаяк обратного азимута (АРМ-О);
- -угломестный радиомаяк захода (УРМ-З);
- -угломестный радиомаяк выравнивания (УРМ-В);
- -дальномерный радиомаяк (DME/P).

Размещение радиомаяков MLS при обслуживании одного направления посадки

ПОСАДКИ



T Time
R Reference
S Scanning
B Beam

$f = 5031,0 \dots 5090,7 \text{ МГц}$

КРМ

ВПП

$R_{\text{max}} = 37 \text{ км}$

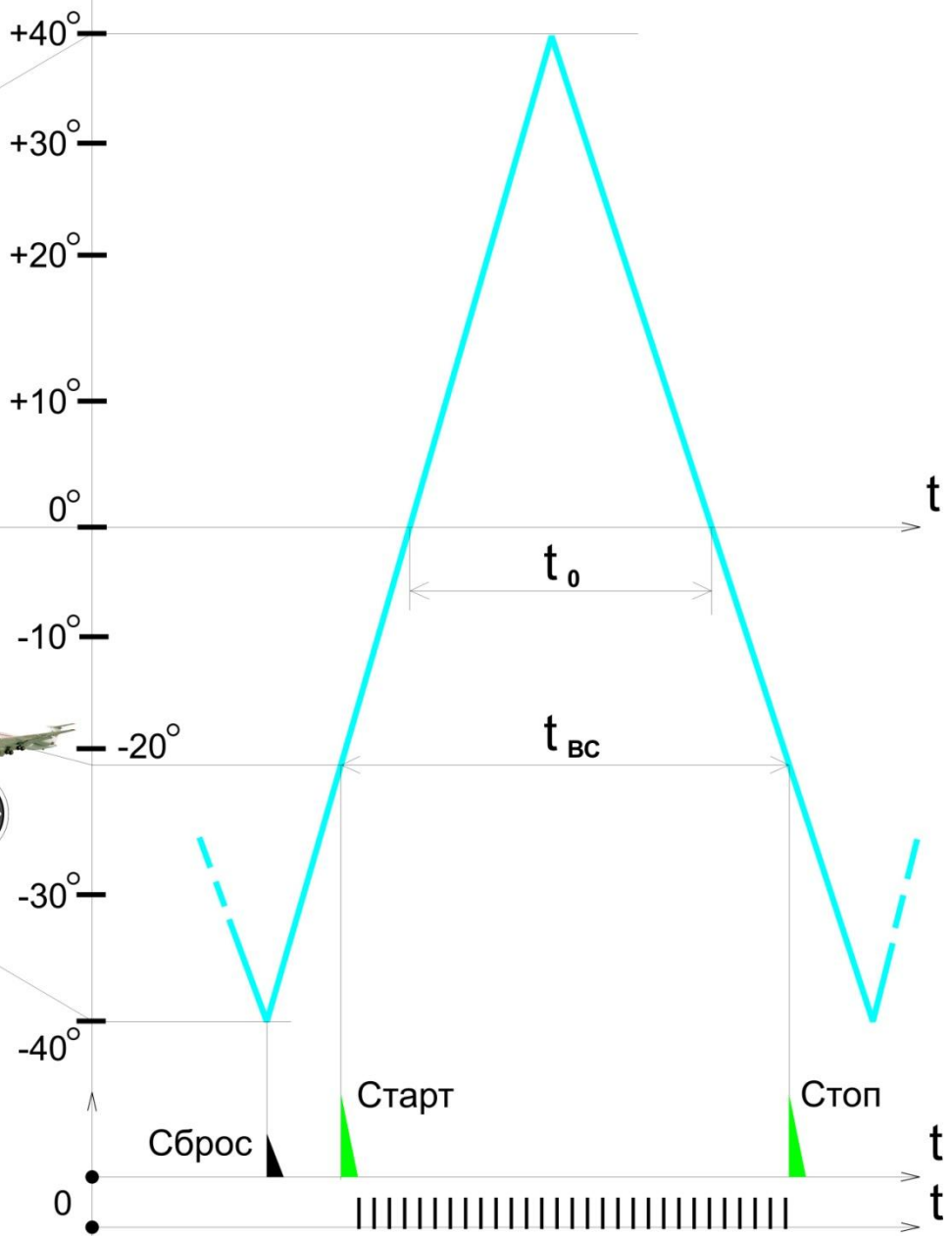
$f_{\text{скан.}} = 5 \text{ Гц}$

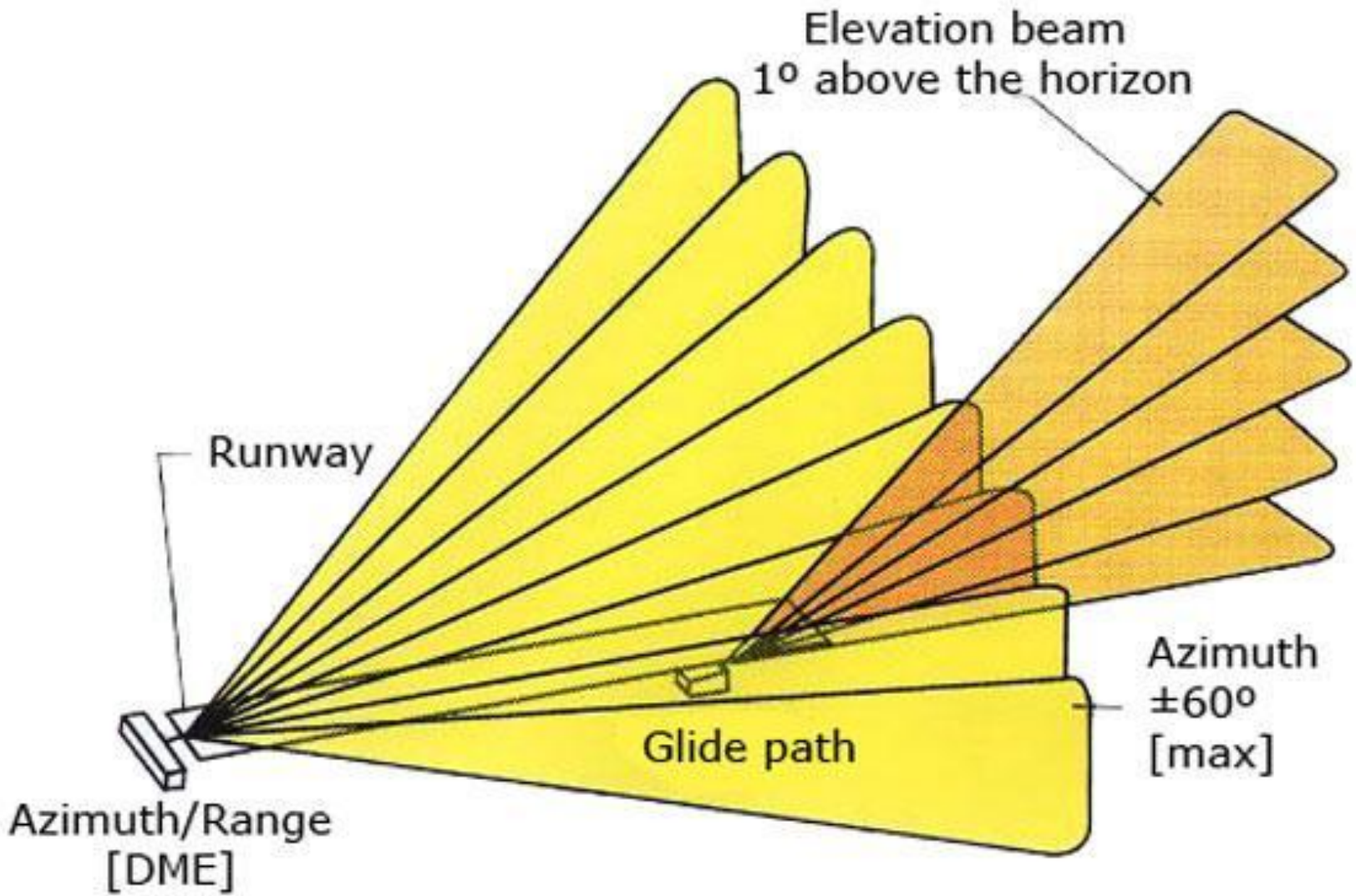


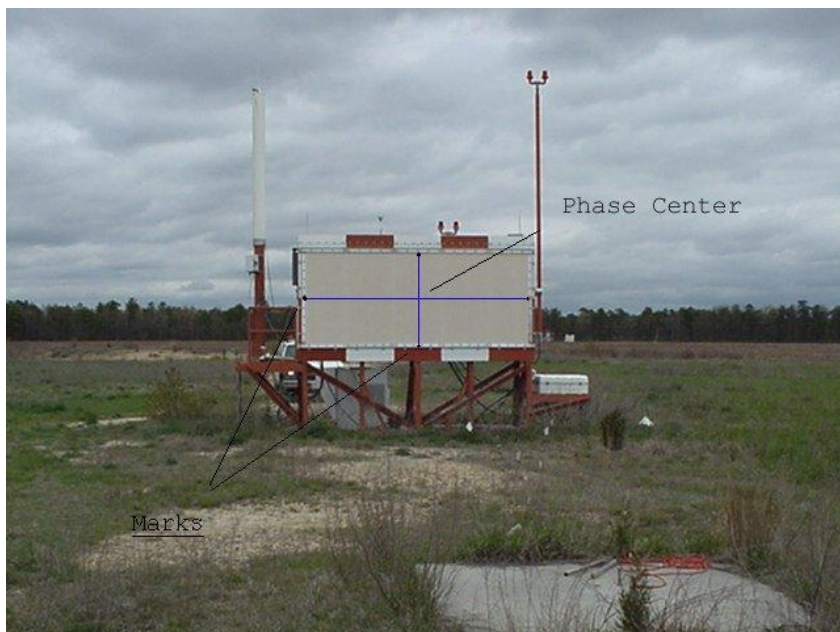
ПСП



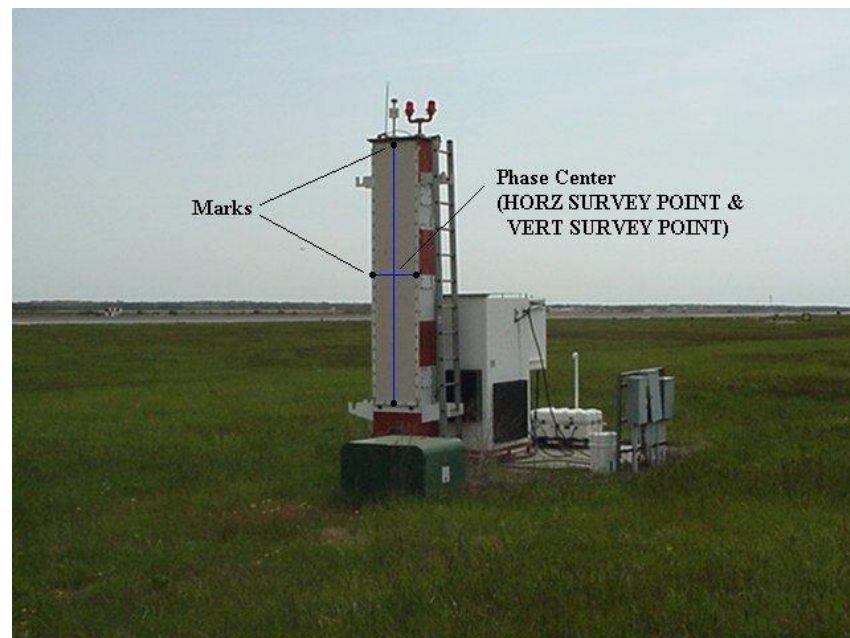
M Microwave
L Landing
S System





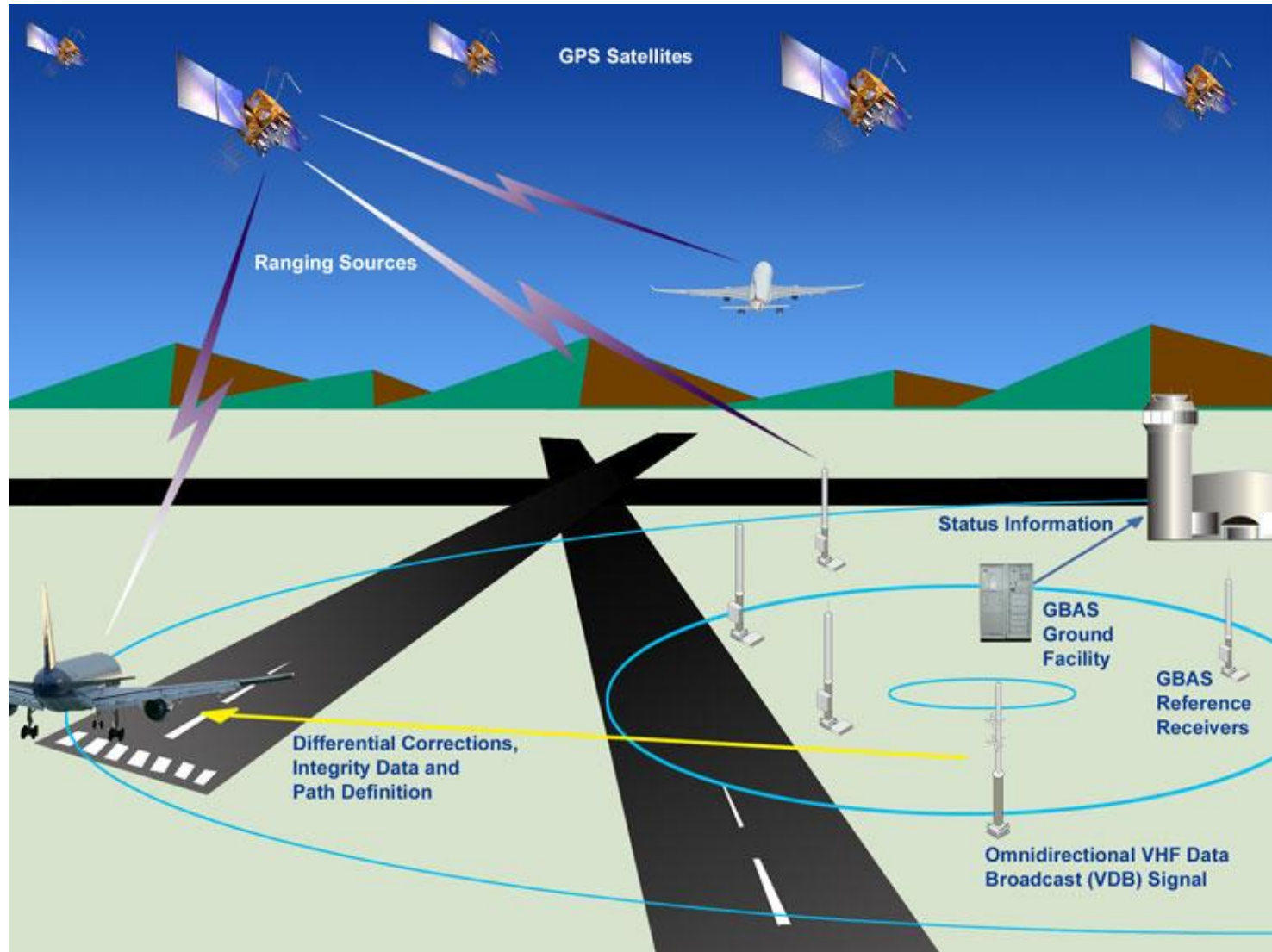


Курсовой радиомаяк,
слева — антенна DME.



Глиссадный радиомаяк

Спутниковая система посадки GLS – Global Landing System



Функции GBAS (GLS)

- определение дифференциальных поправок к псевдодальностям до «видимых» с места установки системы навигационных ИСЗ, которые могут использоваться бортовой аппаратурой ВС для расчётов своего местоположения, (*а также скорости изменения псевдодальностей в «реальном» времени*);
- непрерывный контроль (*мониторинг*) навигационного поля (SQM), создаваемого сигналами «видимых» навигационных ИСЗ и оперативная выработка сигналов предупреждения о неисправных ИСЗ (FDE) и потере целостности данных СНС;
- прогнозирование эксплуатационной готовности СНС в воздушном пространстве, обслуживаемом данной системой GBAS;
- представление службам ОВД оперативной информации о работоспособности аппаратуры GBAS, в том числе информации прогноза целостности СНС в зоне действия системы на срок до 8 часов с дискретностью до 15 минут;
- обеспечение бортовой аппаратуры посадки ВС цифровыми данными, определяющими траекторию конечного участка схемы захода на посадку (FAS), для наведения ВС в горизонтальной и вертикальной плоскостях на выбранную лётным экипажем ВПП;
- передача (*трансляция*) на борт ВС всей сформированной информации в вещательном режиме (VDB) по радиолинии передачи данных в диапазоне ОВЧ;
- передача по наземным цифровым каналам связи информации о состоянии навигационных полей ГЛОНАСС / GPS для автоматизированного широкозонного мониторинга.

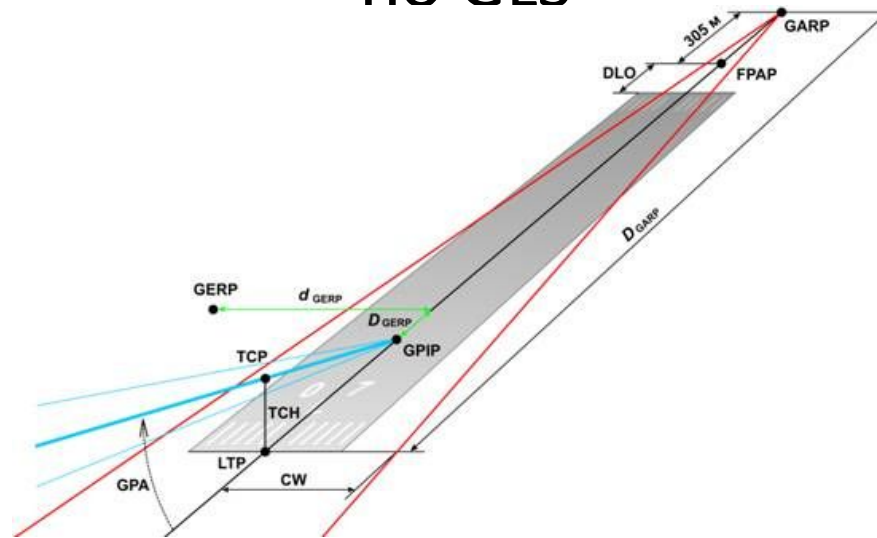
Преимущества GLS перед ILS

- Одна ЛККС может обслуживать сразу несколько полос и направлений, в то время как для ILS требуется по два радиомаяка для каждого направления
- Для настройки ILS на разных направлениях будут использоваться разные частоты, а ЛККС хватает одной частоты для поддержки до 48 различных схем захода на посадку.
- ЛККС не так требовательна к месту размещения. Поэтому с ее помощью можно обеспечить точным заходом даже те ВПП, где невозможно установить ILS, а также снизить количество ограничений по рулению самолетов.
- ЛККС требует менее частых проверок и обслуживания, и меньше зависит от влияния помех, ведение по глиссаде осуществляется более плавно.
- Приемники, установленные на борту, могут одновременно использовать и сигналы GLS, и сигналы ILS, что обеспечивает еще более высокую точность, а также надежность на случай отказа одной из систем во время захода на посадку.

Состав GLS

- основной и резервные контрольные (*опорные*) приёмовычислители СНС;
- цифровое вычислительное устройство;
- радиопередающее устройство VDB (VHF Data Broadcast- радиопередача цифровых данных).

Конечный участок траектории захода на посадку по GLS



- GPA – угол наклона глиссады, обычно $2^{\circ}40' \dots 3^{\circ}$;
- LTP – обозначение точки на середине посадочного порога ВПП (точки пересечения осевой линии ВПП и её посадочного порога);
- TCH – относительная высота пролёта порога ВПП («опорной точки» для ILS);
- TCP – обозначение точки на глиссаде, соответствующей пролёту порога ВПП;
- CW – курсовая ширина, т. е. ширина зоны (сектора) в горизонтальной плоскости для задания предельного значения шкалы (чувствительности) индикатора отклонений ВС в горизонтальной плоскости CDI при заходе на посадку;
- GPIP – обозначение опорной точки пересечения линии глиссады и осевой линии ВПП, расположение которой вместе со значением угла наклона глиссады GPA определяет глиссадную зону (сектор) для задания предельного значения шкалы индикатора отклонений ВС в вертикальной плоскости VDI, которое определяет его чувствительность;
- GERP – обозначение опорной точки, расположение которой должно совпадать с местом расположения антенн глиссадного радиомаяка при наличии системы посадки ILS. Указываются также линейные параметры её смещения относительно опорной точки GPIP – D_{GERP} и d_{GERP} ;
- FPAP – обозначение точки, используемой при уходе ВС на второй круг для автоматического переключения шкалы индикатора отклонений в горизонтальной плоскости (CDI) на предел $\pm 0,3$ NM;
- GARP – обозначение опорной точки, расположение которой относительно ВПП вместе со значением курсовой ширины CW определяет курсовую зону (сектор) для задания предельного значения шкалы индикатора отклонения ВС в горизонтальной плоскости CDI, которое определяет его чувствительность;
- DLO – величина смещения точки FPAP относительно порога ВПП, противоположного данному направлению

ЛККС-А-2000



Назначение:

- обеспечение не категорированных (NPA, APVI, APVII) и категорированных (CAT I, CAT II и в перспективе CAT III) заходов на посадку с обоих курсов всех ВПП аэродрома и реализация стандартных схем прибытия и вылета (SID, STAR);
- контроль целостности сигналов GPS/ГЛОНАСС и передача на воздушное судно блоков посадочных данных (FAS) и дифференциальных поправок;
- регистрация и хранение данных о состоянии GPS/ГЛОНАСС (ГНСС) в зоне обслуживания в соответствии с требованиями ОрВД;
- обеспечение метровой точности навигации;
- выдача информации о состоянии ГНСС и дополнений GBAS в ОрВД;
- выдача информации о состоянии ГНСС и GBAS в службу РТО;
- выдача информации о состоянии ГНСС в службу АТИС аэродрома;
- выдача информации об отказах ГНСС и дополнений GBAS в службу NOTAM;
- выдача информации о состоянии ГНСС в авиационный центр мониторинга и службу автоматического зависимого наблюдения (АЗН);
- выдача сигнала метки времени 1PPS для синхронизации внешних потребителей.
- передача «сырых» данных фазовых измерений по ЛПД VDB на борт ВС для получения эталонной траектории RTC.

Соответствие:

- международным стандартам ИКАО и Eurocae: SARPs ИКАО в части GBAS (приложение 10, том 1, поправки 76, 77,79);
- Unix-подобная операционная система реального времени;
- КТ-178 на разработку программного обеспечения;
- требованиям по резервированию авиационной техники и защите от перебоев в электросети; КТ-253;
- требованиям к регистрации информации ОрВД;
- сертификату Типа оборудования Межгосударственного авиационного комитета (№399).
- распоряжение Росавиации «О принятии на оснащение в аэропортах ГА» № АЮ-142-р.

№ п/п	Наименование характеристики	Единица измерения	Норматив
1	Класс точности формирования дифф. Поправок (GAD)		B2
2	Используемые системы GNSS		ГЛОНАСС, GPS (ГАЛИЛЕО)
3	Формат выдаваемых данных • SARPS ICAO • RTCM – SC 104 версия 2, RTCA – do 217 (опция)		Да Да
4	Период обновления и выдачи данных: - дифференциальные данные - данные опорной станции - идентификатор ЛККС - FAS - Прогноз готовности спутников	сек сек сек сек сек	$\frac{1}{2}$ 1 15 15 15
5	Рабочая частота передачи данных по радиоканалу	МГц	108,00...117.995
6	Стабильность несущей частоты	%	$\pm 0,0002$
7	Вид модуляции		D8PSK
8	Мощность ПРД VDB	Вт	50
9	Время готовности к работе	С	<160
10	Зона действия для посадки: - В горизонтальной плоскости, не менее - В вертикальной плоскости, не менее Зона действия для RNAV и АЗН:	км градус	37 7 Прямая видимость УКВ

Консоль диспетчера



Кроме оповещения пользователей СНС информация об ухудшении навигационного обслуживания или об отказах оборудования передаётся на выносные устройства индикации (*консоли*) диспетчеров круга и посадки, а также технического персонала ОВД

1. БМС-индикатор в бортовой подсистеме GLS выполняет функции навигации, определения местоположения и управления
2. Аппаратура приема и преобразования дифференциальных данных (АПДД), которая, по сути, является бортовым приемником VDB.

