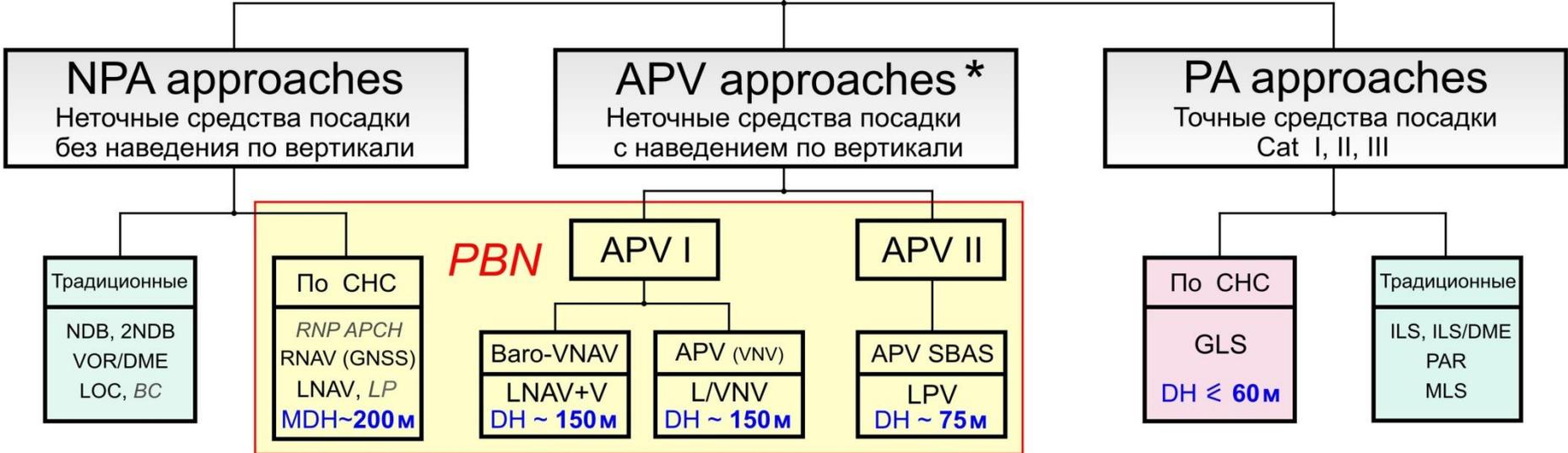


Радиотехнические системы захода на посадку

Классификация средств посадки ВС

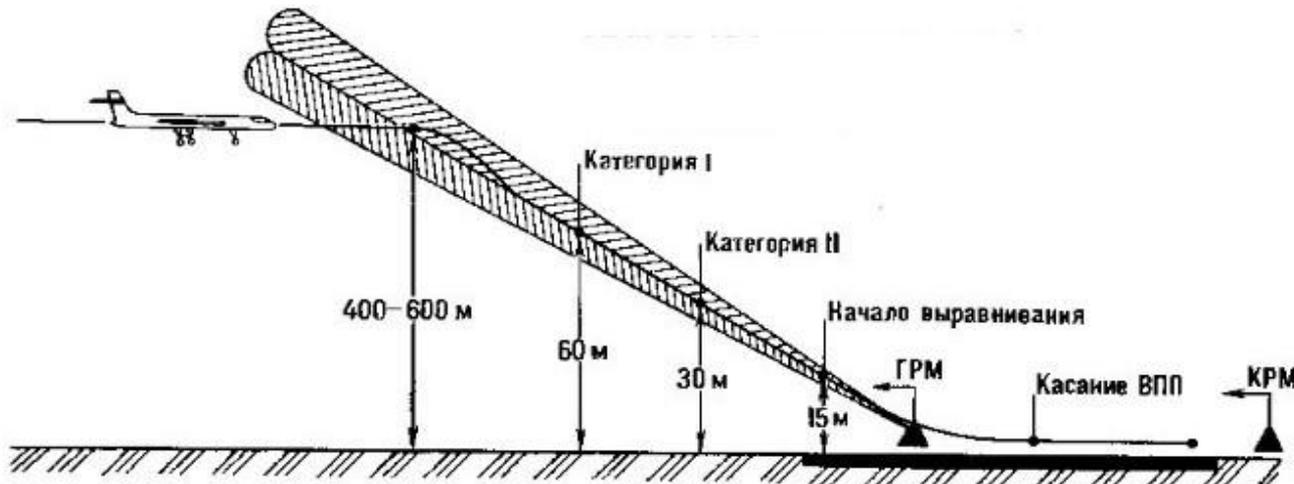


* Средства посадки APV с наведением по вертикали не обеспечивают точность, необходимую для посадки по категориям метеоминимумов Cat I, II или III

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 | | | | Ручное управление по визуальным ориентирам | |
| II | | Автоматическое управление по сигналам | | Ручное управление по визуальным ориентирам | |
| III а, в, с | | СВС и КРМ | КРМ и ГРМ | РВ и КРМ | КРМ |

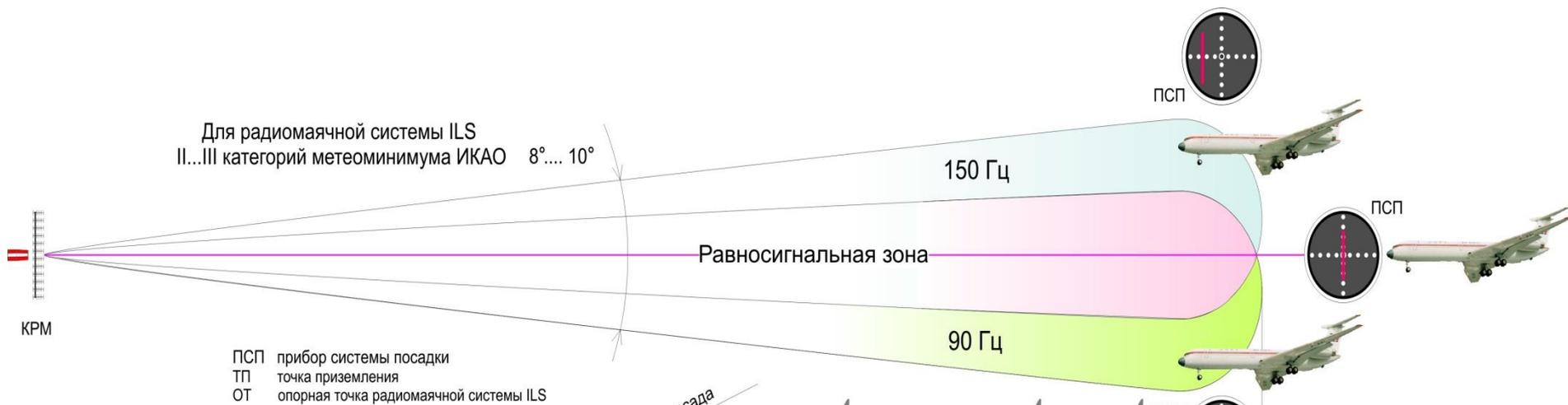
Система инструментальной посадки ILS



В состав наземного оборудования РМС должны входить:

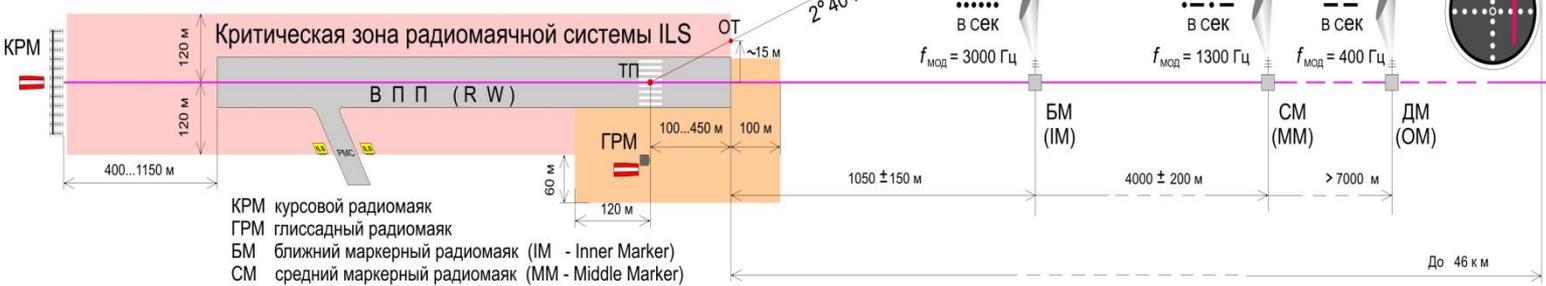
- курсовой радиомаяк (КРМ);
- глиссадный радиомаяк (ГРМ);
- маркерные радиомаяки (МРМ);
- контрольно-выносное оборудование;
- система ТУ-ТС - телеуправления, контроля и телесигнализации;
- комплект эксплуатационной документации;
- ЗИП комплект.

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



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

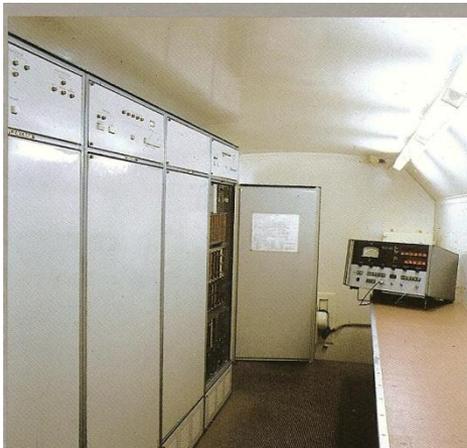
$f = 108,10 \dots 111,95 \text{ МГц}$



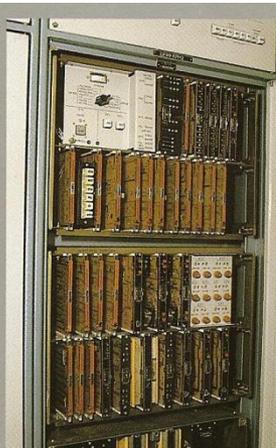
КРМ курсовой радиомаяк
ГРМ глиссидный радиомаяк
БМ ближний маркерный радиомаяк (IM - Inner Marker)
СМ средний маркерный радиомаяк (MM - Middle Marker)
ДМ дальний маркерный радиомаяк (OM - Outer Marker)

- 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 глиссальный маяки устанавливаются возле ВПП. Первый в противоположном торце ВПП, по осевой линии, глиссальный, 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)



Inside the radio beacon station



Beacon cabinet (localizer or glide path beacon)



Localizer beacon

ILS (KPM)



ILS (KPM)

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 $\pm 10^\circ$.

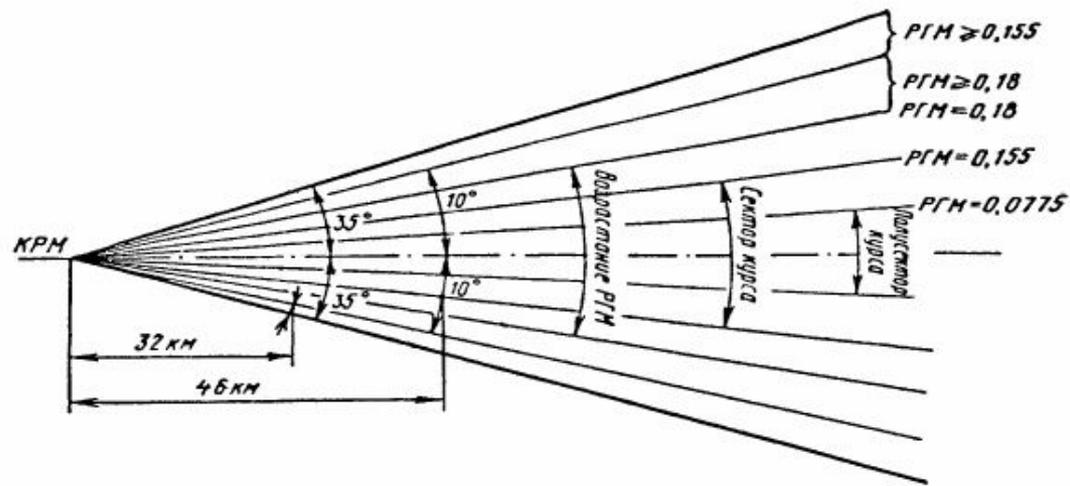


Рис. 2.1. Зона действия КРМ в горизонтальной плоскости.

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

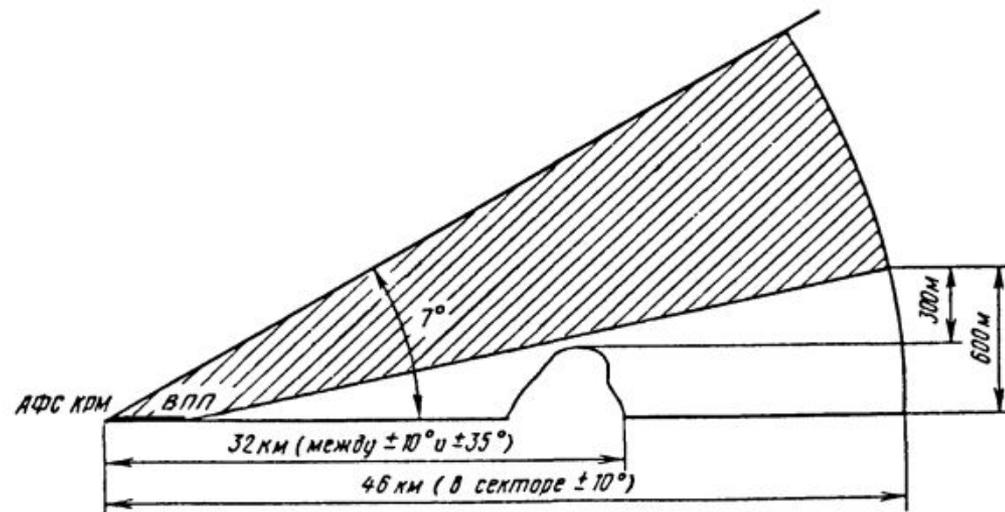
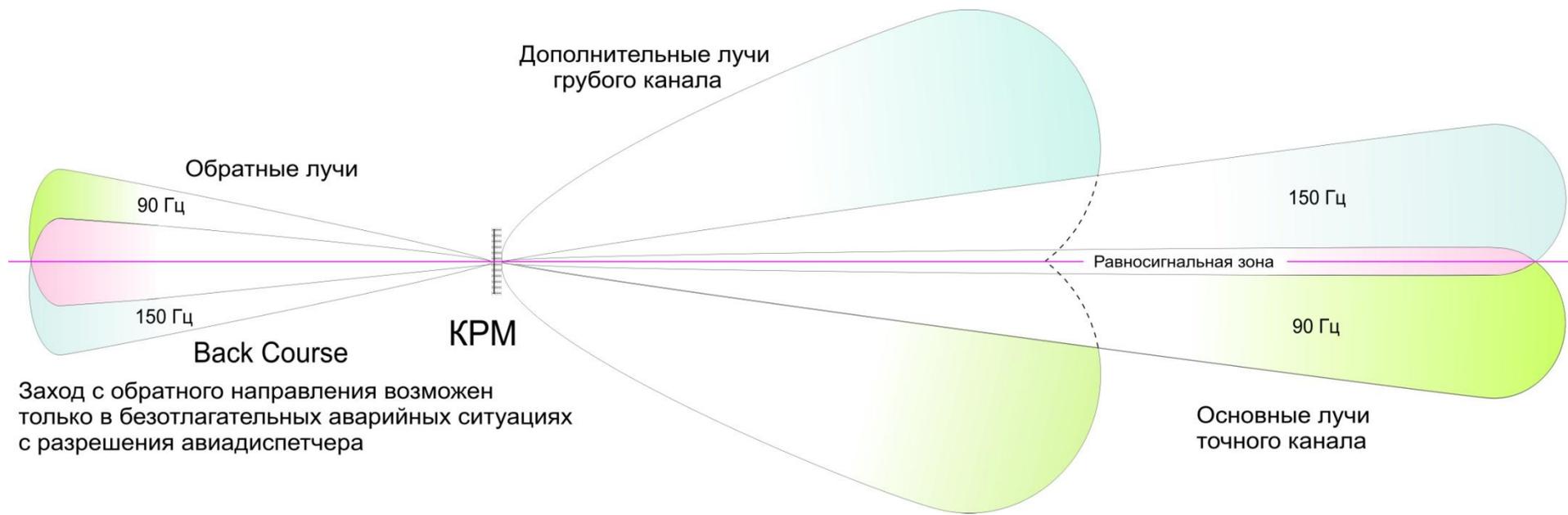


Рис. 2.2. Зона действия КРМ в вертикальной плоскости.



Заход с обратного направления возможен
только в безотлагательных аварийных ситуациях
с разрешения авиадиспетчера

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.

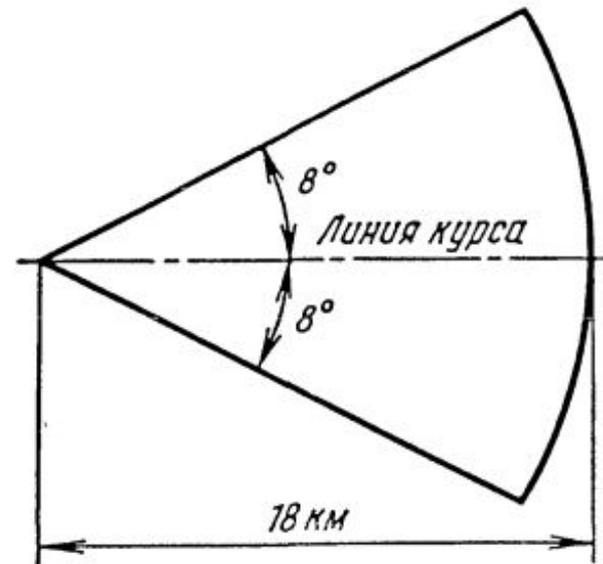


Рис. 2.5. Зона действия ГРМ в горизонтальной плоскости.

- Зона действия в вертикальной плоскости должна продолжаться:

- выше усредненной линии глиссады до угла не менее $1,75 \cdot \theta$ относительно горизонтали;
- 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.

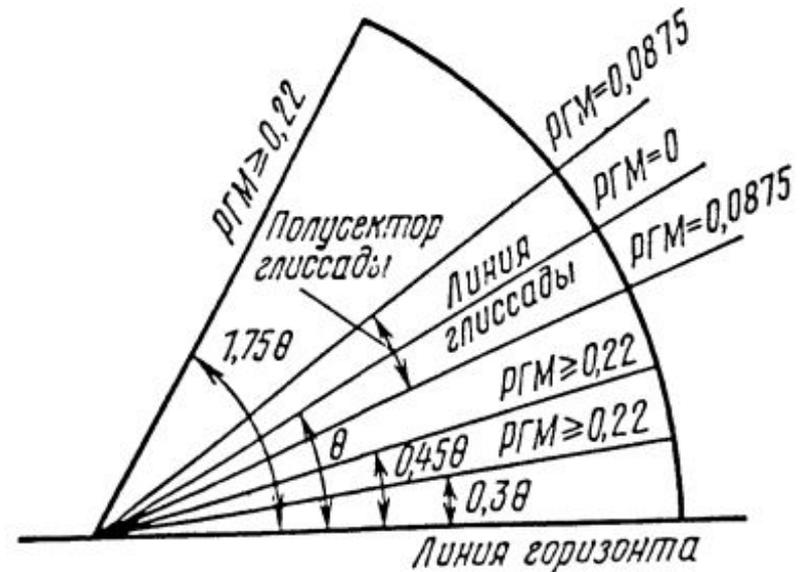
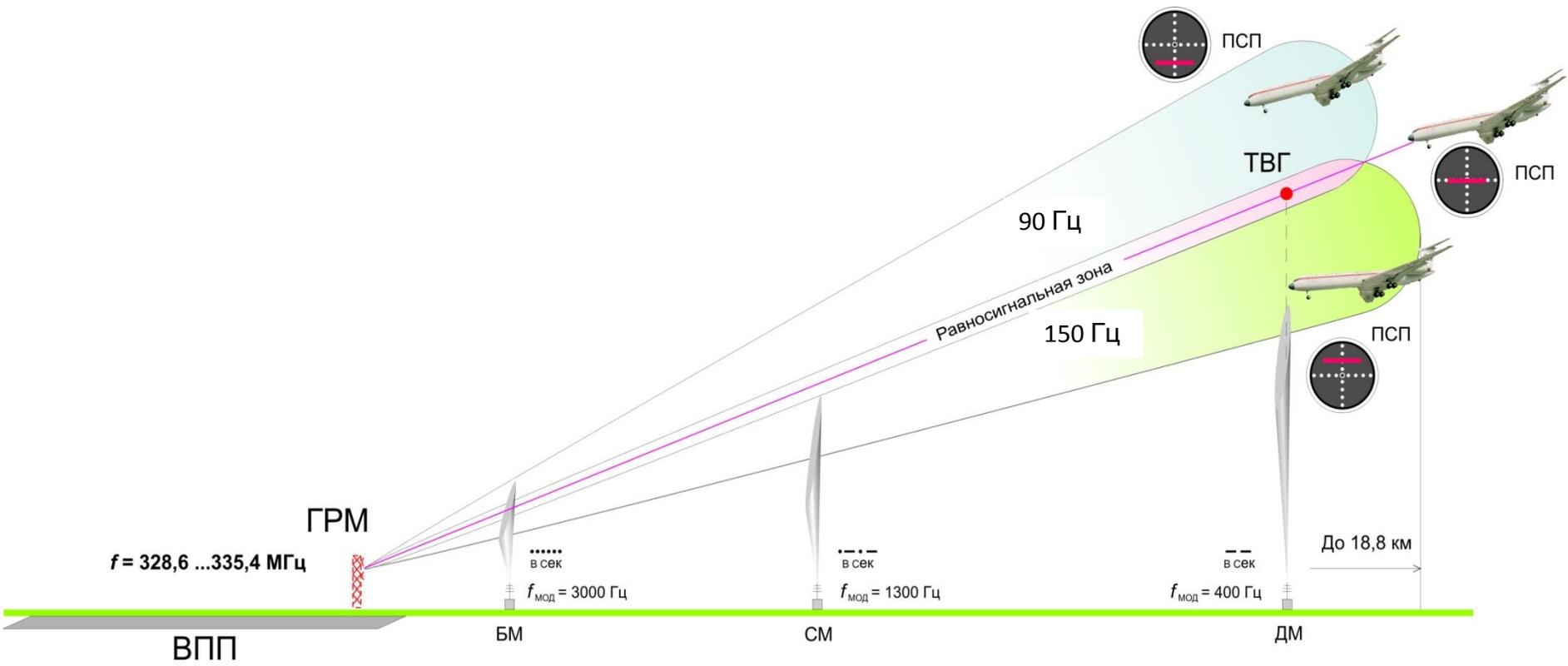
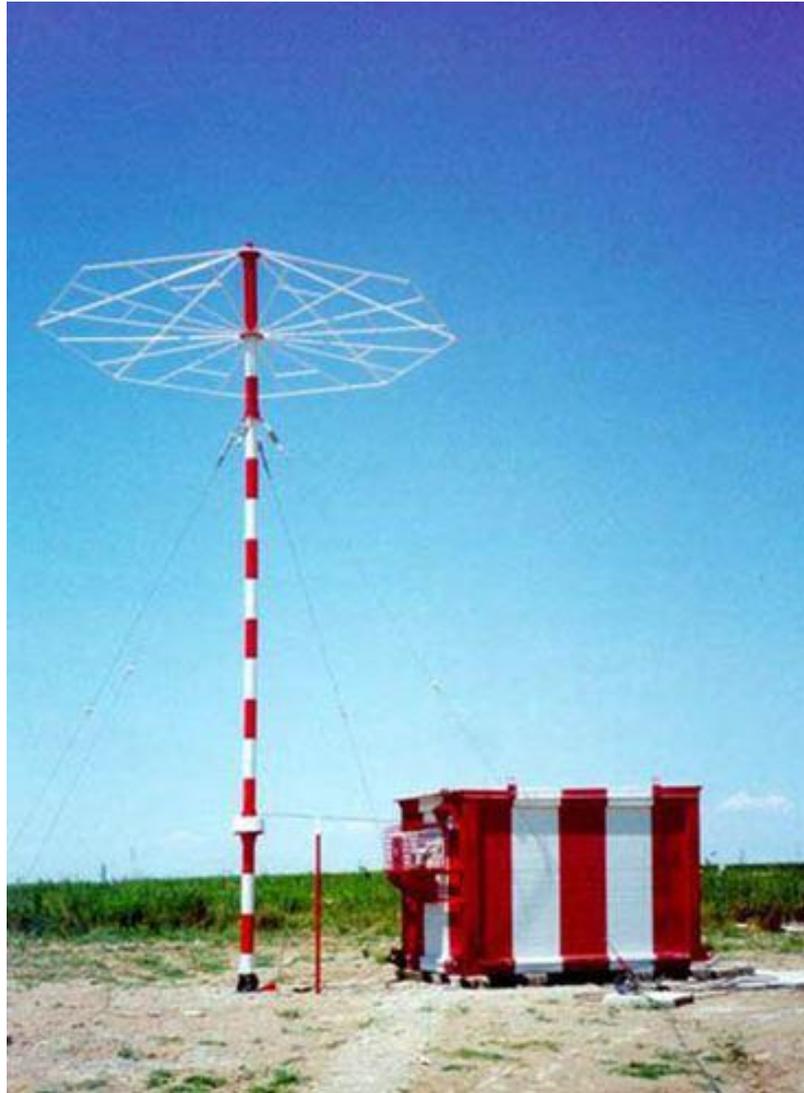


Рис. 2.6. Зона действия ГРМ в вертикальной плоскости.



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

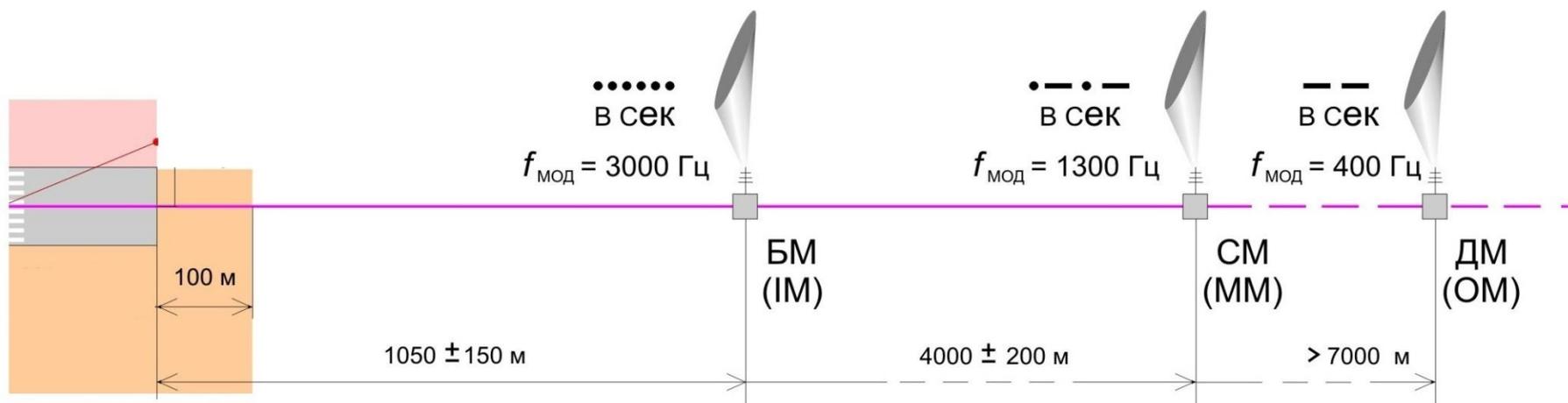
- Средний маркерный радиомаяк - наземное радиотехническое устройство, излучающее радиосигналы и установленное таким образом, чтобы обеспечить на самолет информацию в условиях плохой видимости о непосредственной близости начала наведения с помощью визуальных средств.
- Средний маркерный радиомаяк размещается 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-70"

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;

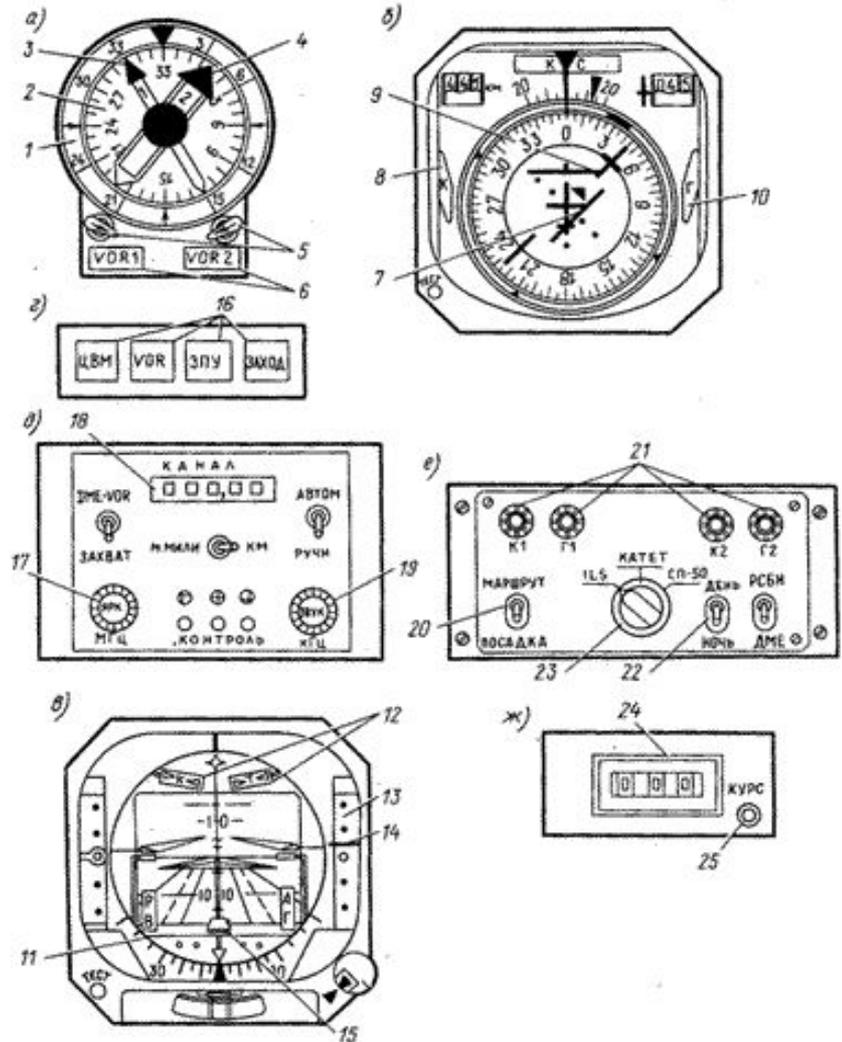
22 - переключатель яркости и подсвечивания;

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 |

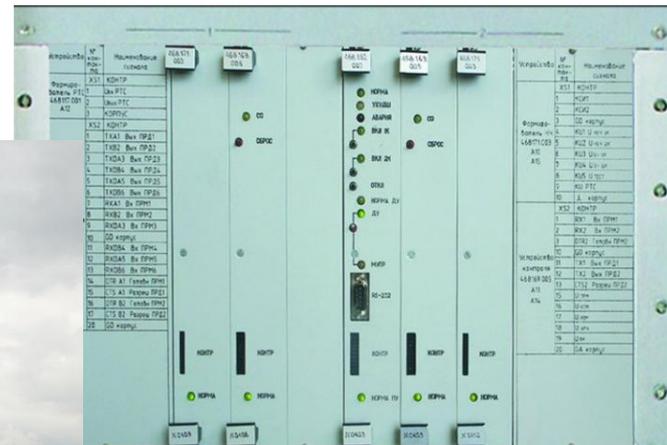
Инструментальная система посадки СП-90



- 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

Состав

- Радиомаяк курсовой (РМК)
- Радиомаяк глиссадный (РМГ)
- Блок дистанционного управления (БДУ)
- В состав системы могут входить два или три маркерных радиомаяка или радиомаяк дальномерный.



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)

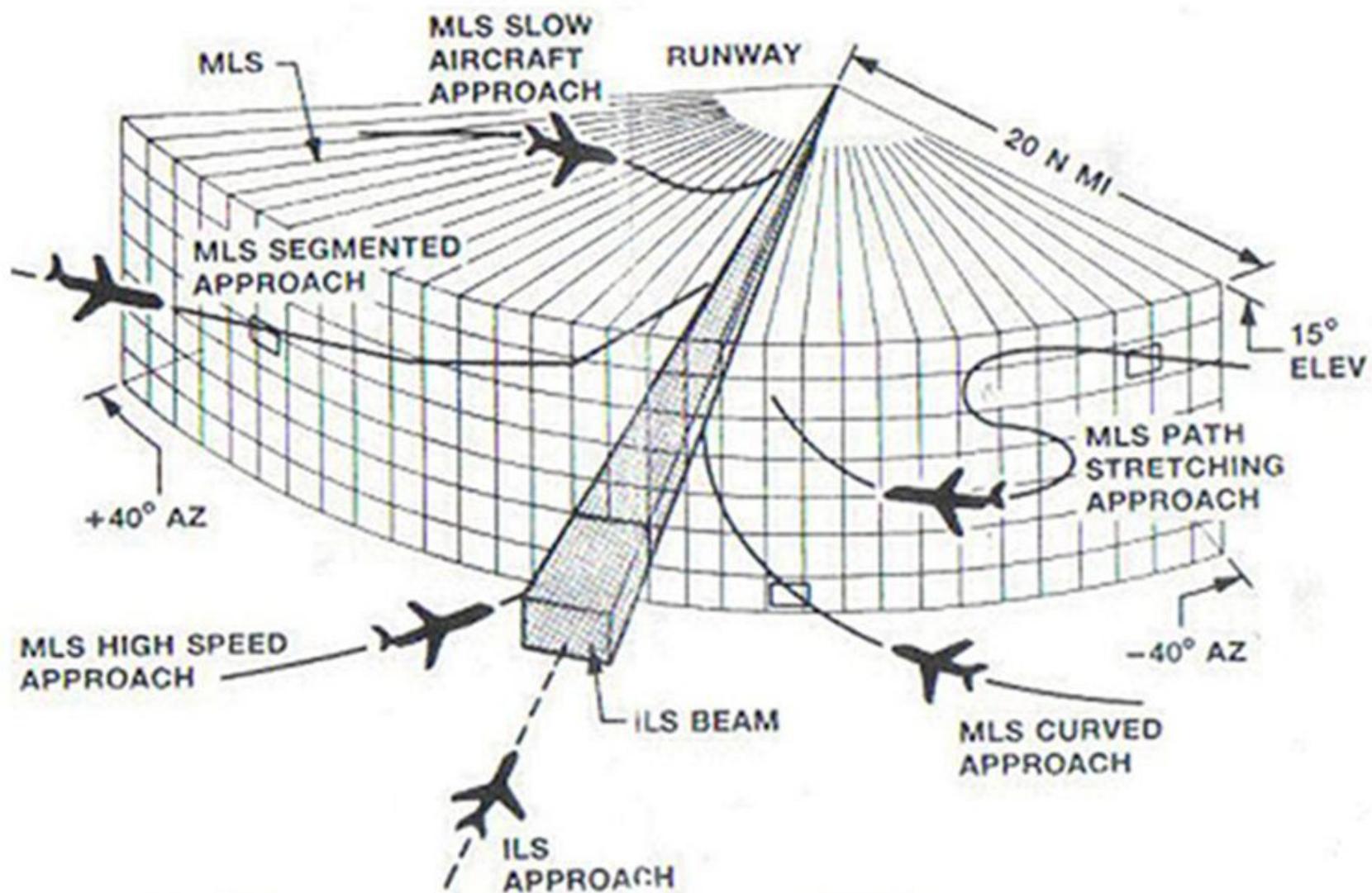
- **MLS** - радиомаячная система посадки сантиметрового диапазона (СВЧ). Является дальнейшим развитием систем посадки (ILS).
- Совокупность наземных и бортовых радиотехнических устройств, работающих на одном из частотных каналов с разделением радиосигналов по времени и определением угловых координат 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

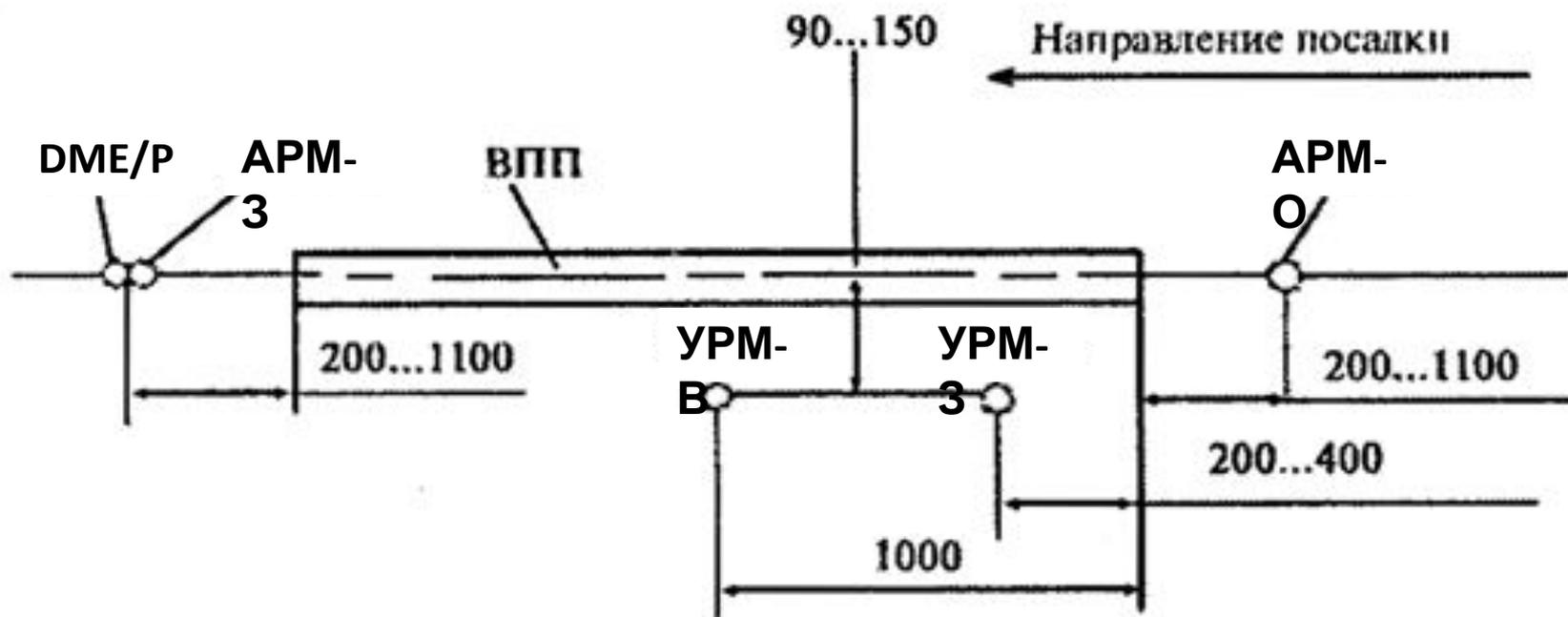
| № п/п | Наименование характеристики | Единица измерения | Система посадки MLS на основе TRSB |
|-------|---|----------------------------------|--|
| 1 | Зона действия - по азимуту - по углу места - по дальности - по обратному азимуту - по дальности при обратном азимуте | град град км град км | $\pm 40^\circ$ 0,9...15° 37 $\pm 20^\circ$ 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

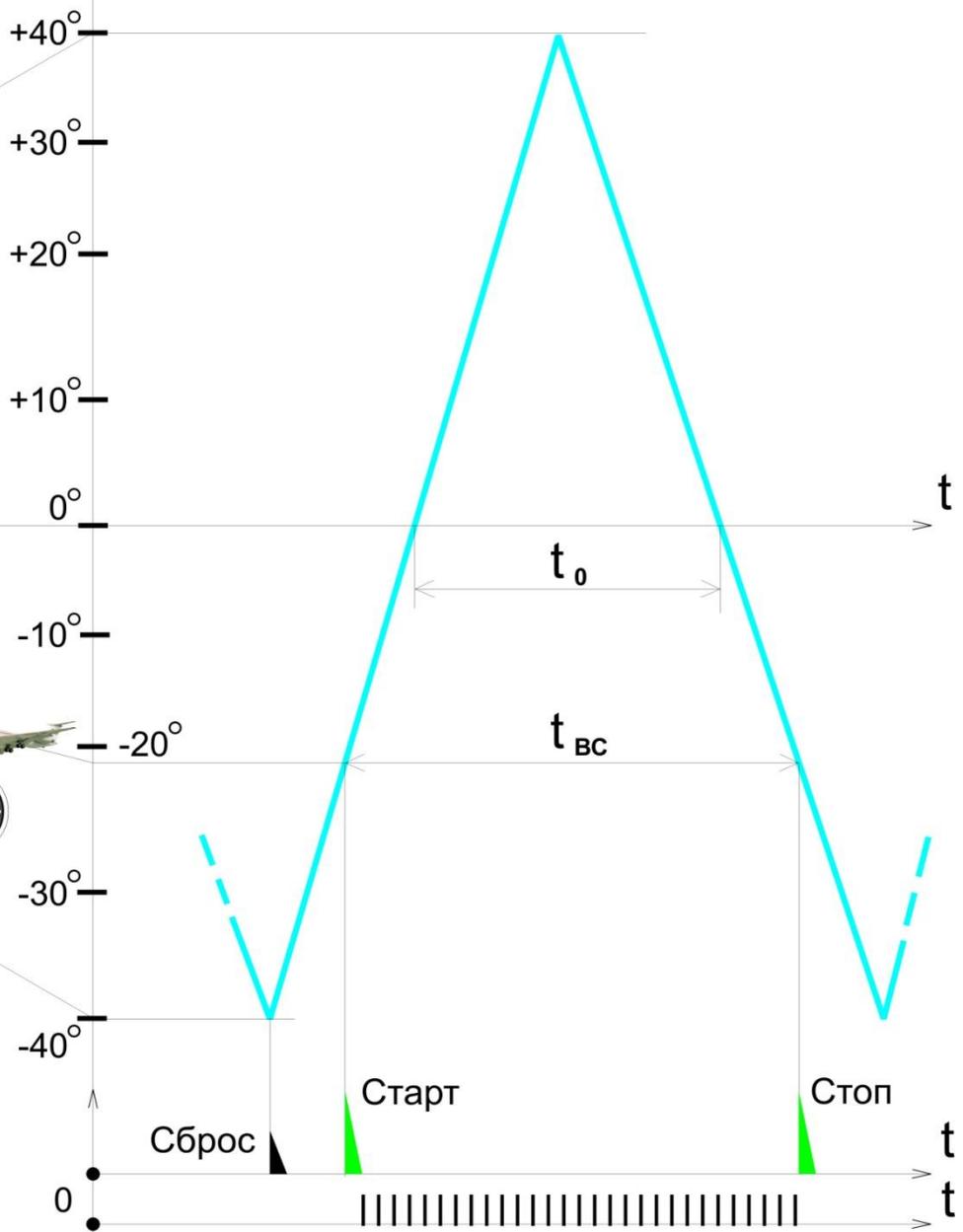
ВПП

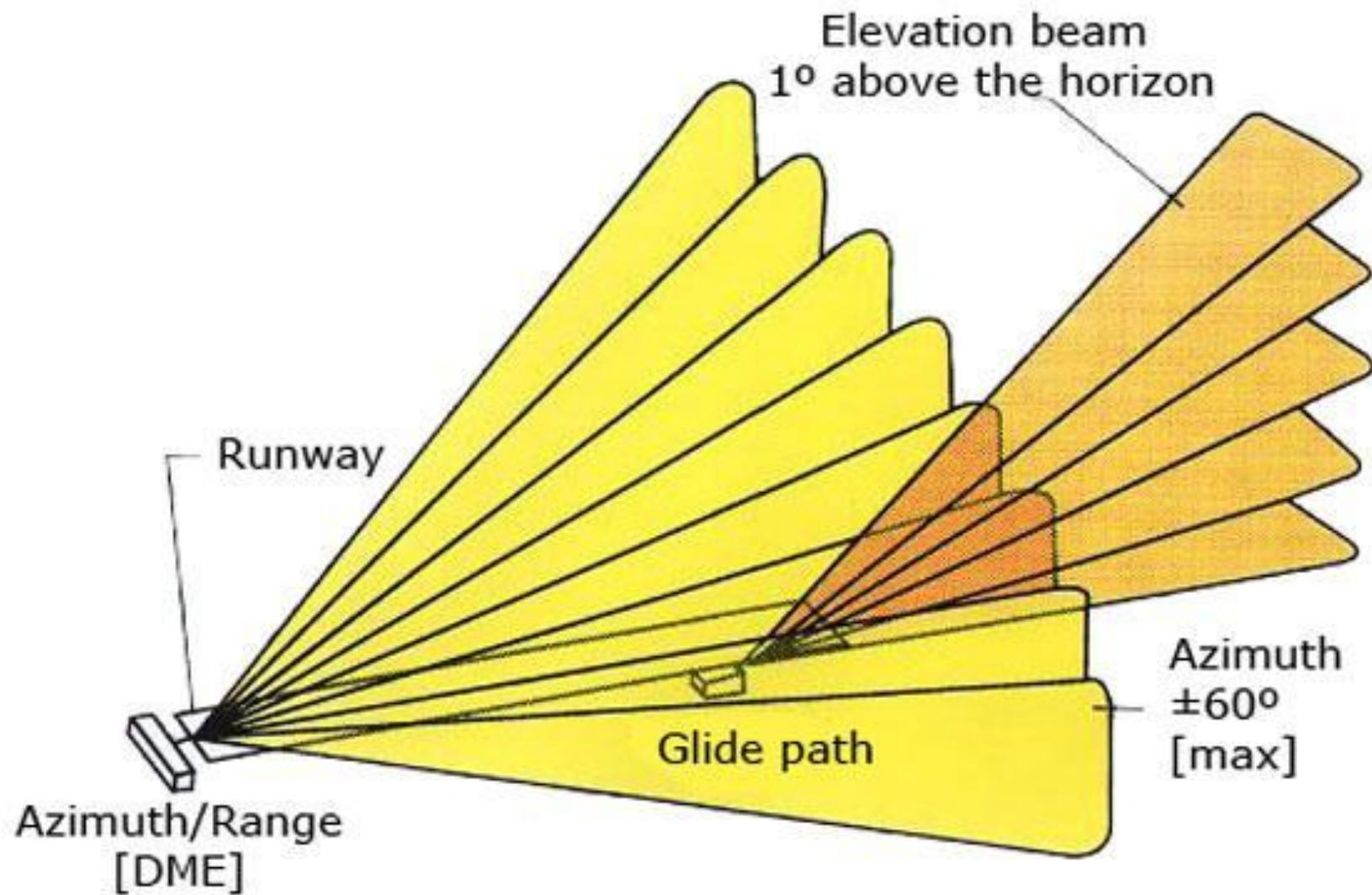
$R_{\text{max}} = 37 \text{ км}$

$f_{\text{скан.}} = 5 \text{ Гц}$



M Microwave
L Landing
S System





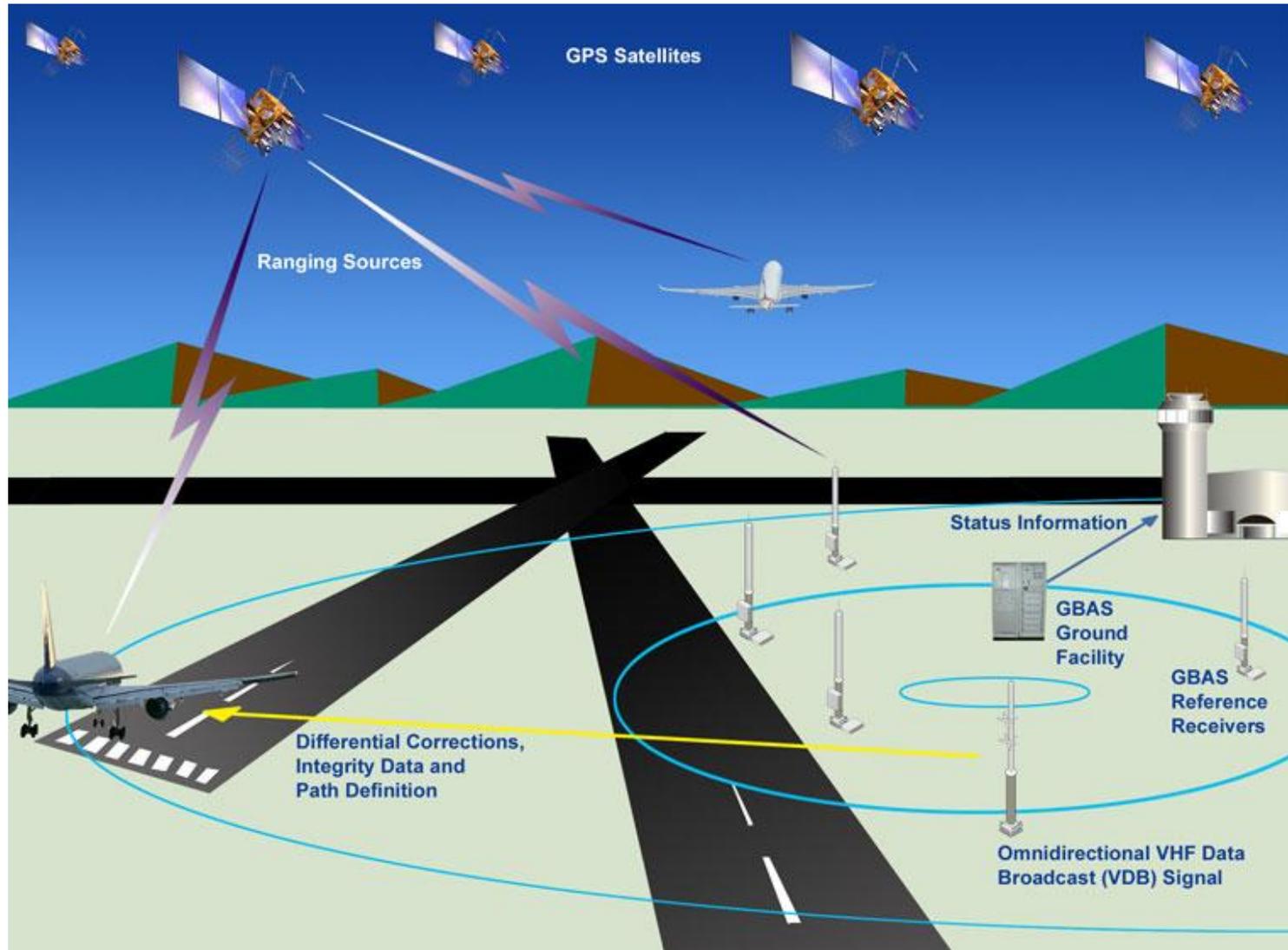


Курсовой радиомаяк,
слева — антенна DME.



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.

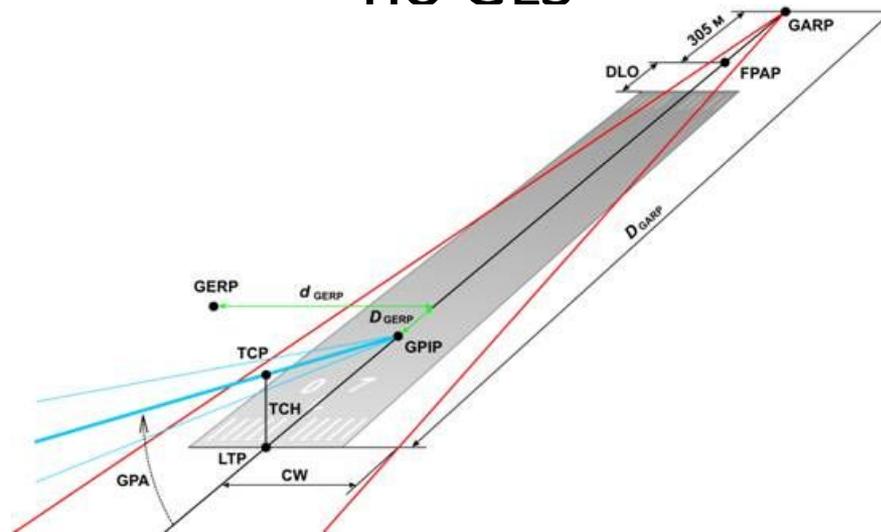
Преимущества GLS перед ILS

- 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.

