

Иркутский филиал **Московского государственного технического университета гражданской авиации**



Дальность - 14 000 км,
Количество пассажиров – 524,
Вес топлива – 240 т,
Двигатели - 4x281 кН,
Длина – 70 м,
Высота – 19,4 м
Экипаж – 2 чел.
Рекорд – операция «Соломон» (Египед -
Израиль) 1991 г. - 1122 пассажира

Боинг – 747
*(первый полет в 1969 г.,
выпущено 1419 самолетов)*





Тема 3. Общие сведения о содержании подготовки специалиста

Лекция 10 (2 часа)

Изучаемые вопросы:

- Общие понятия о навигации ВС.
- Основные навигационные параметры и методы их определения.
- Автономные и неавтономные радионавигационные системы.
- Наземное радионавигационное оборудование.

Лектор – к.ф.м.н., доцент Кобзарь В.А.

10.1. Общие понятия о навигации

Навигация - это наука о методах и средствах, обеспечивающих вождение подвижных объектов из одной точки пространства в другую по траекториям. Траектории обусловлены характером задачи и условиями ее выполнения

Процесс навигации (самолетовождение) ВС состоит из ряда **навигационных задач**:

- точного выполнения полета по установленному маршруту на заданной высоте.
- определение навигационных элементов, необходимых для выполнения полета по установленным маршрутам или выполнения поставленной специальной задачи (фотографирование, сбрасывание груза и др.).
- обеспечение прибытия ВС в пункт назначения в заданное время и выполнение безопасной посадки.
- обеспечение безопасности полета.

10.2. Основные навигационные параметры и методы их определения

Основные свойства радиоволн:

- прямолинейность распространения радиоволн в свободном пространстве и в однородных средах;
- высокая стабильность скорости распространения радиоволн в однородных средах;
- отражение радиоволн от земной поверхности и других объектов;
- эффект сдвига частоты принимаемых сигналов относительно частоты излучаемых сигналов, возникающий при взаимном перемещении источника и приемника радиоволн (эффект Доплера)

10.2.1. Методы измерения дальности

А. Импульсный метод:

$$t_3 = \frac{2D}{c}$$

$$T_u \geq \frac{2D_{\max}}{c}$$

Достоинства метода:

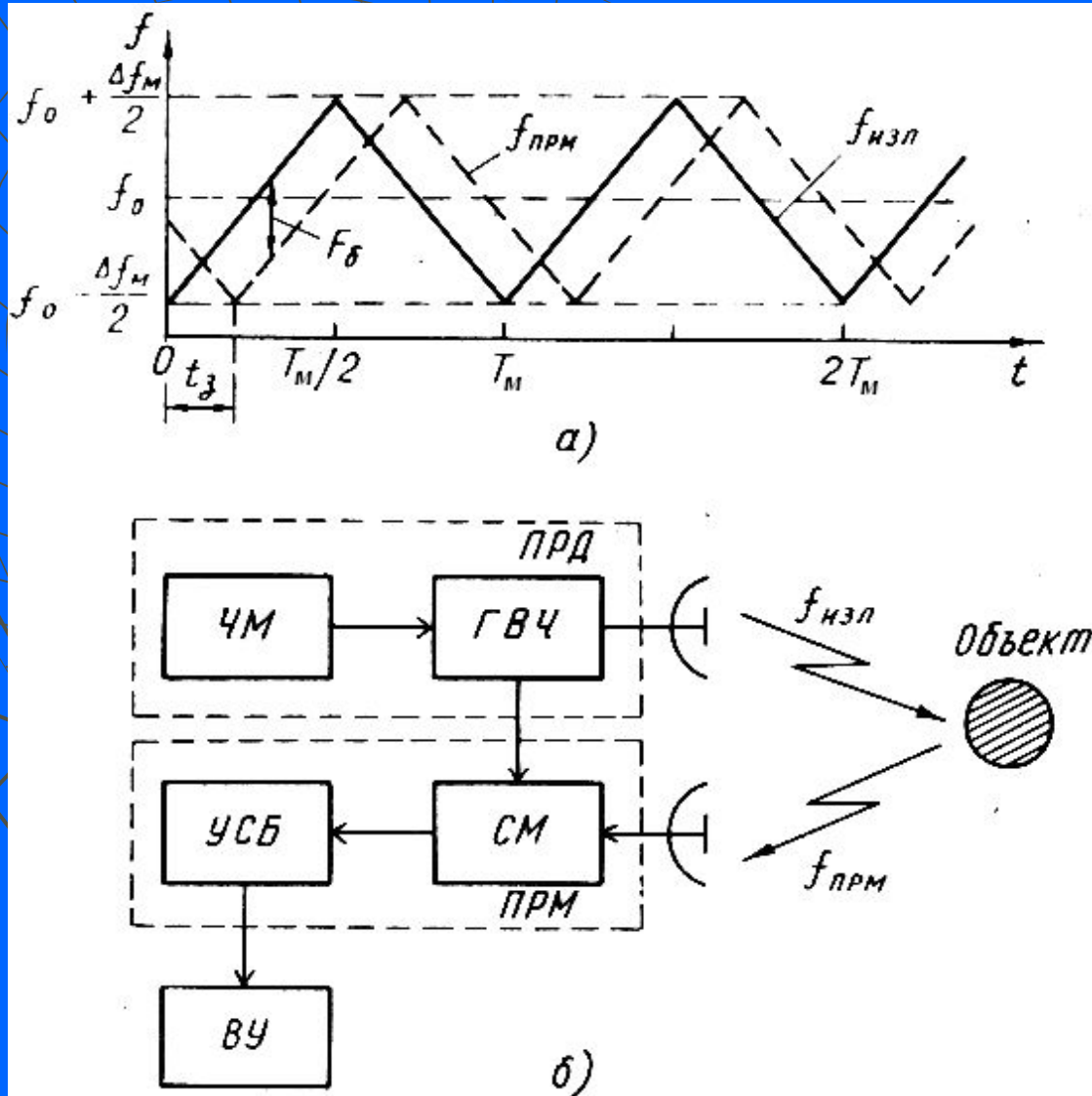
- простота реализации;
- использование одной антенны (и на ПРД и на ПРМ).

Недостатки метода:

- наличие “мертвой зоны”, следовательно, невозможно измерить малые дальности;
- необходима большая импульсная мощность ПРД

Б. Частотный метод

Суть метода заключается в определении дальности по измерению разности частот между излученным и принимаемым отраженным сигналом. При этом используется непрерывно излучаемый ЛЧМ-сигнал



Достоинства:

- малая «мертвая зона» (возможность измерения малых высот);

- небольшие мощности;

Недостатки:

- необходимость двух антенн (на ПРД и на ПРМ);

- необходимость развязки (разнесения) антенн;

- высокие требования к линейности изменения частоты

10.2.2. Методы измерения скорости

Суть метода - состоит в определении скорости по измерению частоты Доплера (при движении источника излучения ВЧ колебаний относительно наблюдателя частота наблюдаемых колебаний изменяется в зависимости от скорости этого относительного движения)

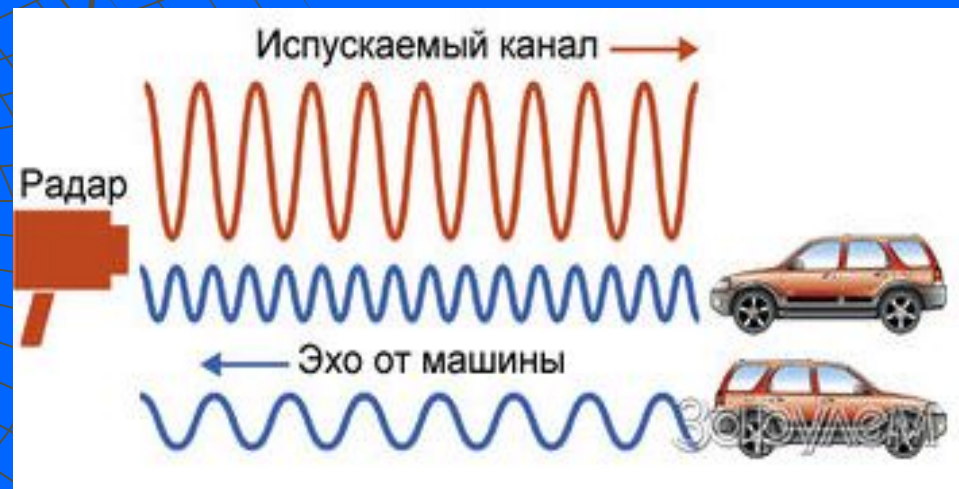
При облучении объекта под углом к вектору направления движения РЛС доплеровский сдвиг частоты определяется по выражению

$$f_{\text{дн}} = \pm \frac{2v}{\lambda}$$

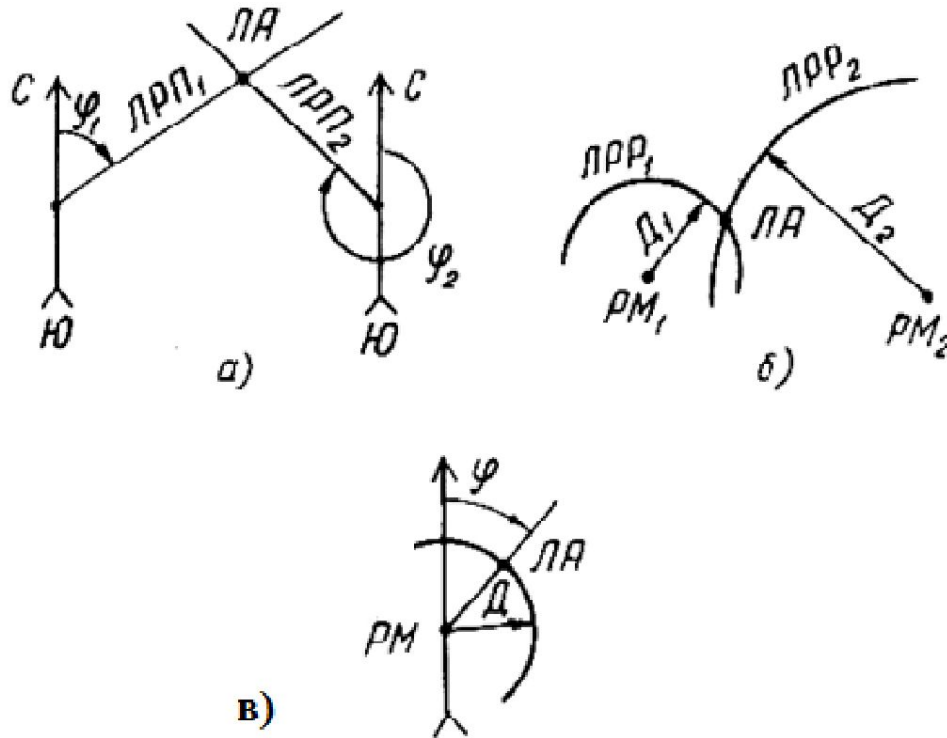
$$f_{\text{дн}} = \pm \frac{2v}{\lambda} \cos \beta$$

Задача

Определить частоту принимаемого сигнала, если скорость самолетов, летящих встречным курсом по 750 км/час, а длина волны излученного сигнала 3 ГГц



10.2.3. Основные методы определения местоположения ВС



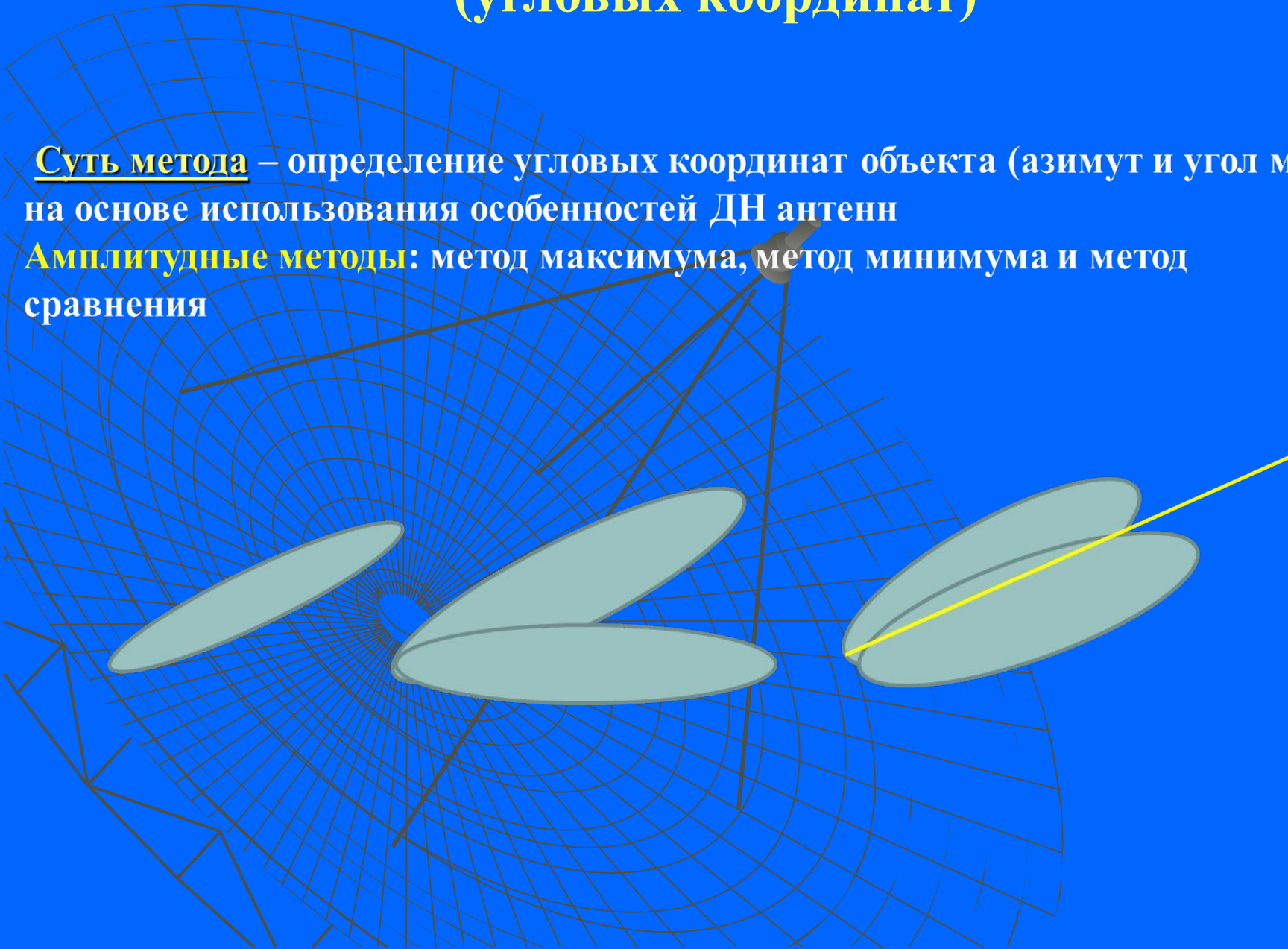
Пеленгационный метод (рис. а).
Дальномерный метод (рис. б).
Угломерно-дальномерный метод
(рис. в)

*Линии равных расстояний
(ЛРР), линии равных пеленгов
(ЛРП)*

10.2.4. Методы измерения направления (угловых координат)

Суть метода – определение угловых координат объекта (азимут и угол места) на основе использования особенностей ДН антенн

Амплитудные методы: метод максимума, метод минимума и метод сравнения



10.3. Автономные и неавтономные радионавигационные системы

Автономные радионавигационные системы (РНС), устанавливаемые на борту ВС, позволяют самостоятельно определять его навигационные параметры (НП), а неавтономные – определяют НП, используя наземное (спутниковое) оборудование



Обобщенная структурная схема бортовой РНС

Автономные бортовые РНС самолетов ГА:

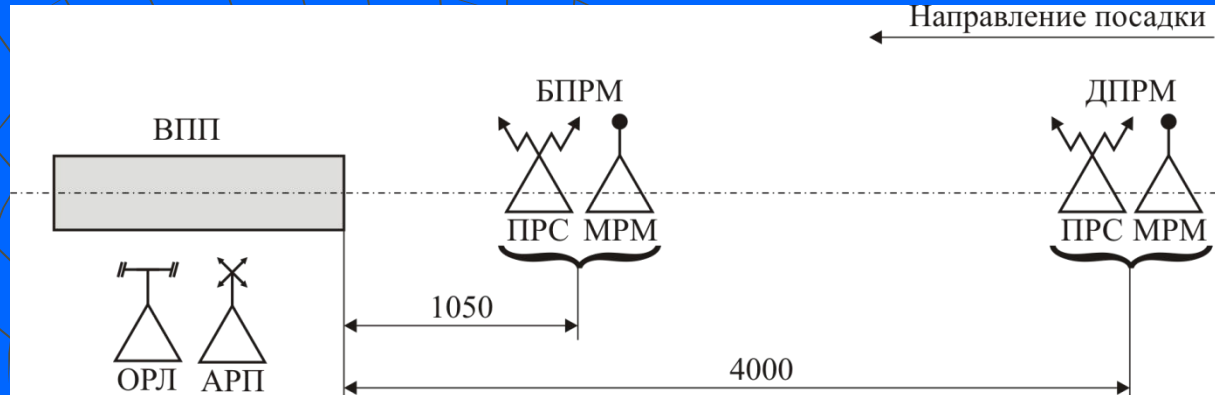
- Доплеровские измерители скорости и угла сноса – ДИСС.
- Радиовысотомеры больших и малых высот – РВ.

Неавтономные бортовые РНС самолетов ГА:

- Радиосистемы ближней навигации - РСБН.
- Радиосистемы дальней навигации - РСДН.
- Автоматические радиоконпасы - АРК.
- Системы инструментальной посадки - СП.
- Спутниковые радионавигационные системы - СРНС

10.4. Наземное радионавигационное оборудование. Радиотехнические системы посадки

Схема размещения оборудования системы посадки (ОСП)



Упрощенные системы посадки обеспечивают вывод ЛА на аэродром, выполнение предпосадочного маневра и определение места ЛА в двух фиксированных точках траектории посадки. Систему **ОСП** (оборудование СП) устанавливают обычно на некатегорированных аэродромах



автоматический радиопеленгатор (АРП-95) МВ-ДМВ диапазонов



РМП-200 - ДПРМ и БПРМ - дальний и ближний приводные радиомаяки



Аэродромно-обзорный радиолокатор (АОРЛ-85)

Радиолокационные системы посадки позволяют оператору аэропорта управлять движением самолета в процессе посадки. На экране своего радиолокатора оператор видит, где располагаются все самолеты, находящиеся в зоне действия системы захода на посадку. Эта информация используется оператором для того, чтобы помочь пилоту самолета строго соблюдать курс и правильную высоту, оставаясь на посадочной глиссаде. В состав системы входят обзорный, диспетчерский и посадочный радиолокаторы (ОРЛ, ДРЛ и ПРЛ).



Радиолокационная система посадки РСН - 6

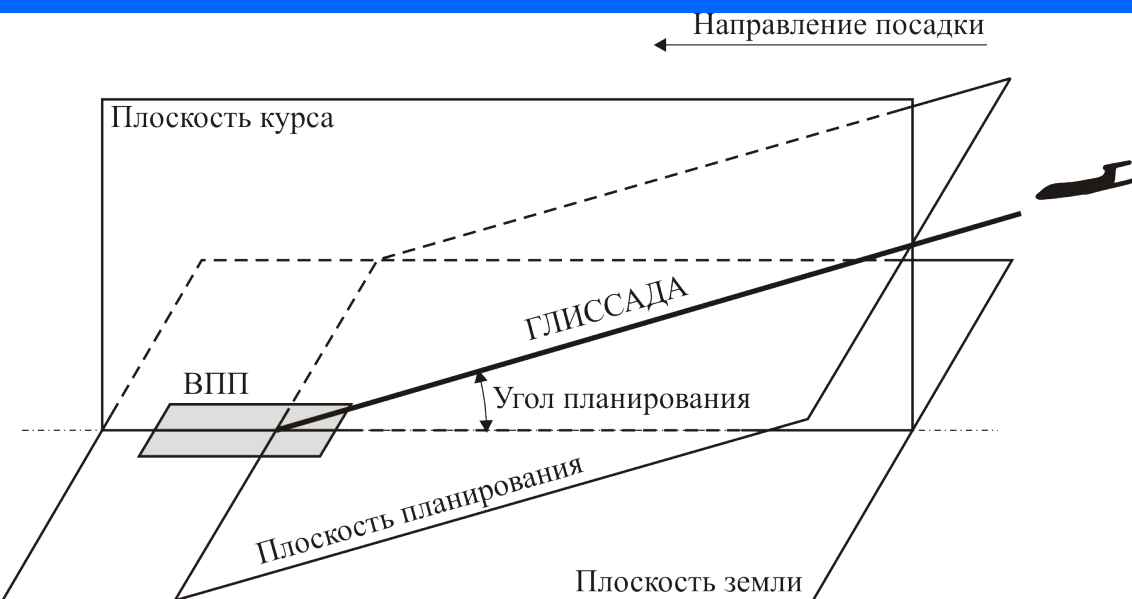


Диспетчерский радиолокатор



Радиолокатор посадочный РП-5Г

Радиомаячные системы посадки



Глиссадный
радиомаяк
системы
СП-80

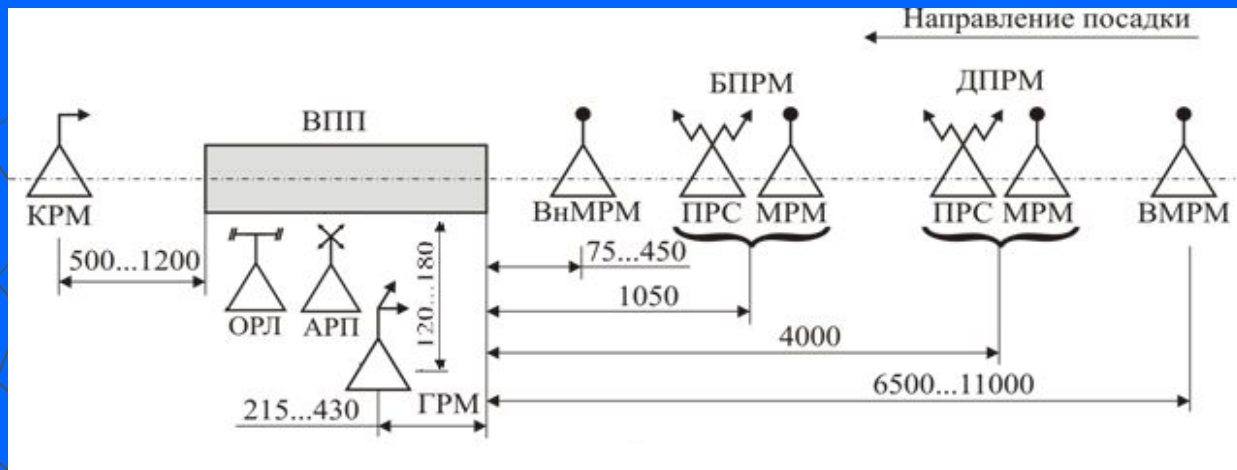


Курсовой радиомаяк
системы посадки СП-200



Лазерная система посадки

Схема размещения оборудования РМСП МВ



РМСП МВ обеспечивает непрерывное получение на борту ЛА следующей информации:

- о положении ЛА относительно плоскости посадочного курса по каналу курса;
- о положении ЛА относительно плоскости планирования (глиссады) по каналу глиссады;
- о расстоянии до начала ВПП по маркерному каналу

КРМ и ГРМ курсовой и глиссадный радиомаяки; ВнМРМ и ВМРМ внутренний и выносной маркерные радиомаяки

Классификация систем посадки по возможности обеспечения захода на посадку самолетов при определенных метеорологических условиях. Основным показателем является **высота принятия решения (ВПР)** командиром экипажа на посадку или на второй круг. Различают системы I, II и III (A, B, C) категорий эксплуатационных характеристик:

I категория обеспечивает заход на посадку до ВПР 60 м при визуальной видимости на ВПП не менее 800 м (наземное оборудование СП-50М, СП-90М);

II категория обеспечивает заход на посадку до ВПР 30 м при визуальной видимости на ВПП не менее 400 м (наземное оборудование СП-68, СП-75, СП-90Н);

III категории обеспечивают посадку при значительном ограничении или отсутствии видимости земли, т.е. ВПР равна нулю (наземное оборудование СП-70, СП-80, СП-90).

Регламентированы три группы РМСП III категории, обеспечивающие посадку при визуальной видимости на ВПП:

система категории III A – 200 м;

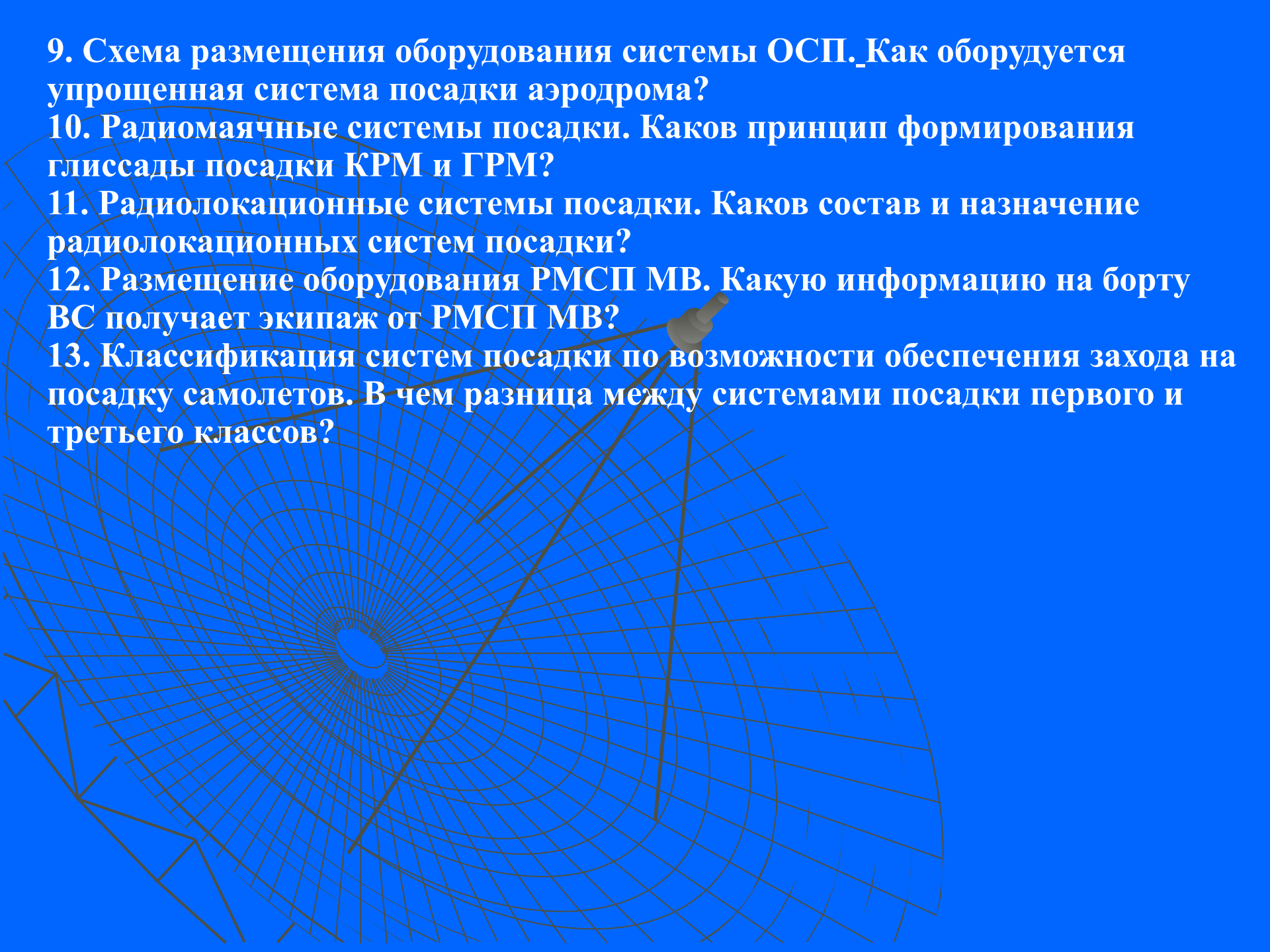
система категории III B – 50 м;

система категории III C – при полном отсутствии видимости

Задание на самостоятельную работу

Прочитав конспект лекций ответить на следующие вопросы:

1. Дайте определение навигации. Какие навигационные задачи решаются в процессе самолетовождения?
2. Какие методы измерения дальности Вы знаете? В чем суть импульсного метода? Приведите поясняющий рисунок и формулу вычисления дальности.
3. Какой метод измерения скорости Вы знаете? В чем его суть? Приведите формулу вычисления скорости.
4. Какие методы измерения направления Вы знаете? В чем их суть? Приведите поясняющие рисунки.
5. Поясните, используя рисунки суть методов определения местоположения ВС: пеленгационный, дальномерный, угломерно-дальномерный.
6. Поясните разницу между автономными и неавтономными системами навигации. Какие неавтономные системы Вы знаете?
7. В чем разница в измерении радионавигационных параметров автономной и неавтономной РНС?
8. Какие основные элементы структурной схемы автономной РНС Вы знаете и каково их назначение?

- 
9. Схема размещения оборудования системы ОСП. Как оборудуется упрощенная система посадки аэродрома?
 10. Радиомаячные системы посадки. Каков принцип формирования глиссады посадки КРМ и ГРМ?
 11. Радиолокационные системы посадки. Каков состав и назначение радиолокационных систем посадки?
 12. Размещение оборудования РМСП МВ. Какую информацию на борту ВС получает экипаж от РМСП МВ?
 13. Классификация систем посадки по возможности обеспечения захода на посадку самолетов. В чем разница между системами посадки первого и третьего классов?