



Модуль технической (специальной) ПОДГОТОВКИ

Дисциплина «Техническая подготовка»

Раздел № 2. Основы радионавигации и средства радиотехнического обеспечения полетов авиации



ТЕМА №4

Радионавигационные системы (РНС) и их применение

Порядок изучения темы: Л1-2ч, ГЗ1-2ч, ГЗ1-2ч, ГЗ1-2ч.

Занятие № 4 (групповое)

Угломерно-дальномерные и разностно-дальномерные радионавигационные системы

УЧЕБНЫЕ ЦЕЛИ ЗАНЯТИЯ:

Изучить назначение, принцип работы угломерно-дальномерных и разностно-дальномерных РНС.

УЧЕБНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Угломерно-дальномерные РНС.
2. Разностно-дальномерные РНС.



Введение

Для решения задач навигации летательных аппаратов широкое применение находят угломерно-дальномерные радионавигационные системы (УДРНС), которые являются комбинированными радионавигационными системами (РНС) и входят в состав КСН.

Разностно-дальномерные радиотехнические системы иначе называются радиотехническими системами дальней навигации (РСДН). Они предназначены для точного определения подвижными объектами (самолетами, вертолетами, кораблями, подводными лодками) своего местоположения, находящимися в ее рабочей зоне.



1. Угломерно-дальномерные РНС.

Областями боевого применения УДРНС являются:

- обеспечение вождения ЛА по маршруту (определение текущих координат) путем измерения азимута и дальности относительно наземного азимутально-дальномерного радиомаяка (АДРМ);
- управление воздушным движением (УВД);
- возврат ЛА в зону аэродрома посадки, выполнения предпосадочного маневра с заходом на ВПП со снижением до высоты 30...60 м при различных видах пилотирования (автоматическом, полуавтоматическом и ручном).

По принципу действия УДРНС (РСБН) делятся на:

- фазовременные

VOR/DME

TACAN

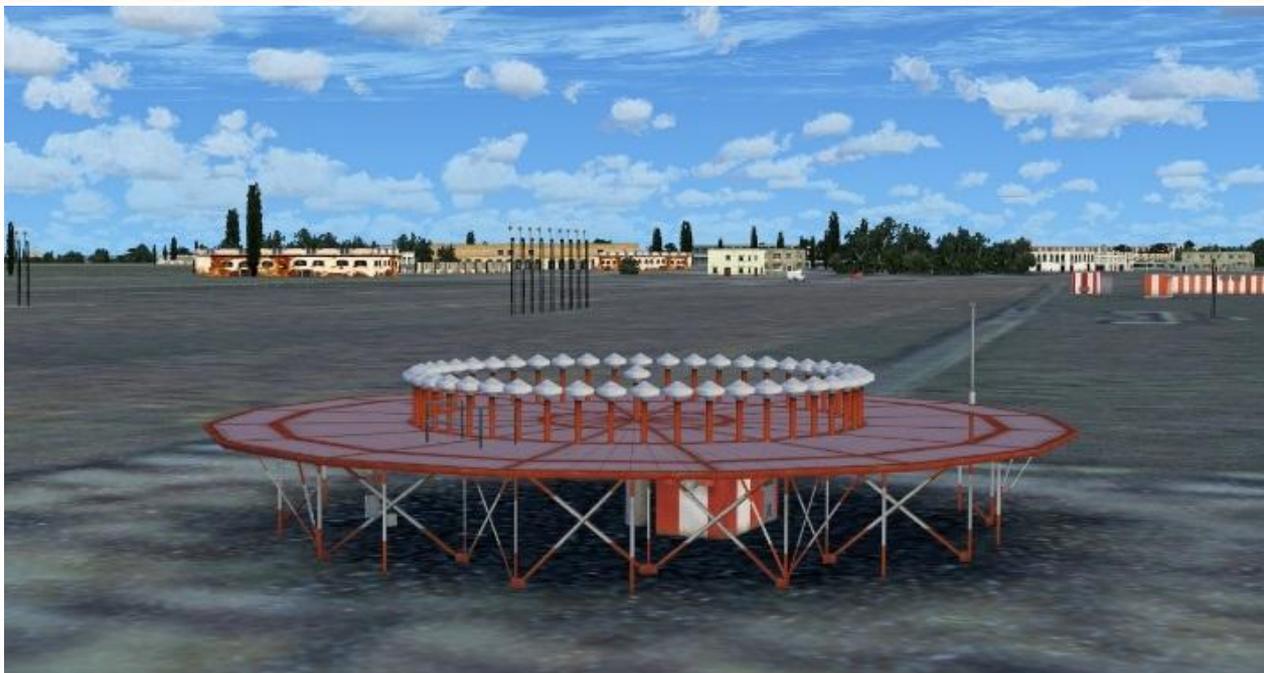
- временные

РСБН-4Н

АДРМ-8



1. Угломерно-дальномерные РНС.



VOR/DME



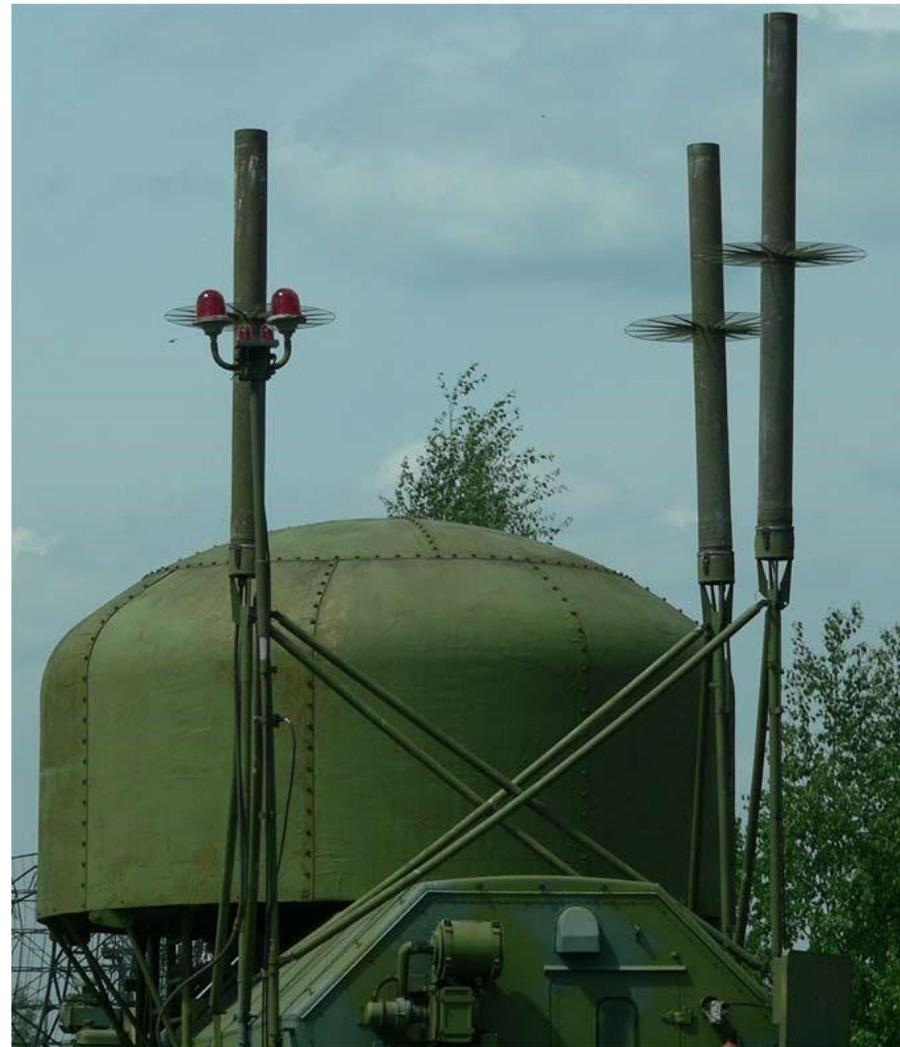
TACAN



1. Угломерно-дальномерные РНС.



РСБН-4Н



АДРМ-8



1. Угломерно-дальномерные РНС.

В отечественных радиотехнических системах ближней навигации измерение наклонной дальности на борту ЛА до наземного радиомаяка осуществляется методом радиолокации с активным ответом.

Дальность определяется путем измерения на ЛА времени распространения запросного сигнала до наземного радиомаяка и от маяка до ЛА (t_D).

Отсчет дальности производится по цифровому табло прибора.

Для повышения помехозащищенности канала дальности в РСБН радиосигнал передается специальным двухимпульсным кодом на определенной частоте.





1. Угломерно-дальномерные РНС.





1. Угломерно-дальномерные РНС.

Азимут на ЛА определяется по сигналам наземного азимутального радиомаяка временным способом.

Азимут определяется путем измерения времени от момента направления азимутальной антенны направленного действия на север до момента, когда диаграмма направленности совпадает с направлением на ЛА, т. е. до облучения ею ЛА.

Зная указанное время t_φ и скорость вращения азимутальной антенны Ω , можно определить азимут ЛА φ , т. е.

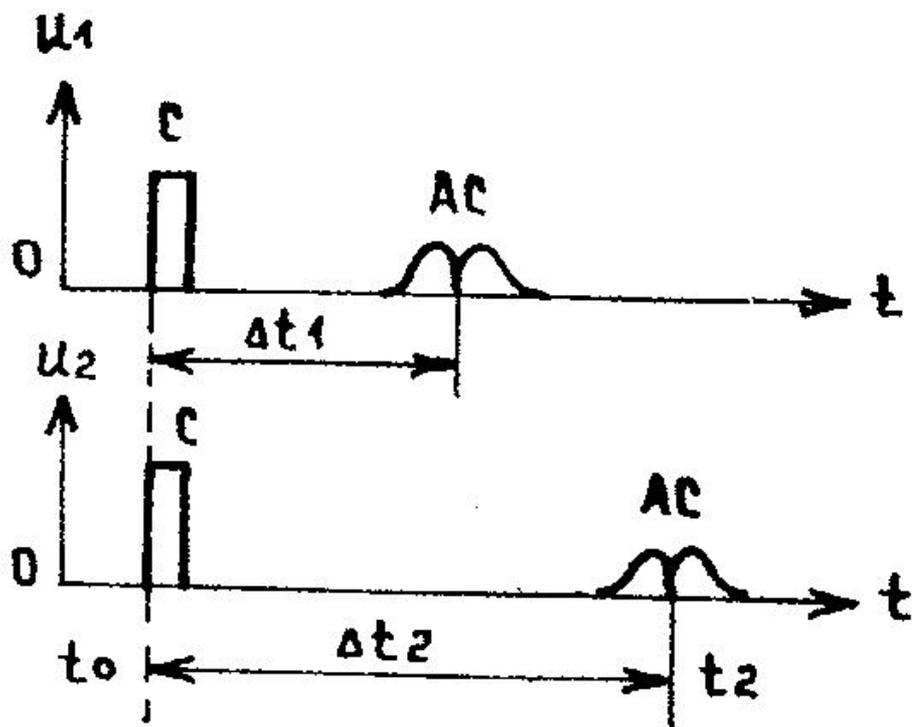
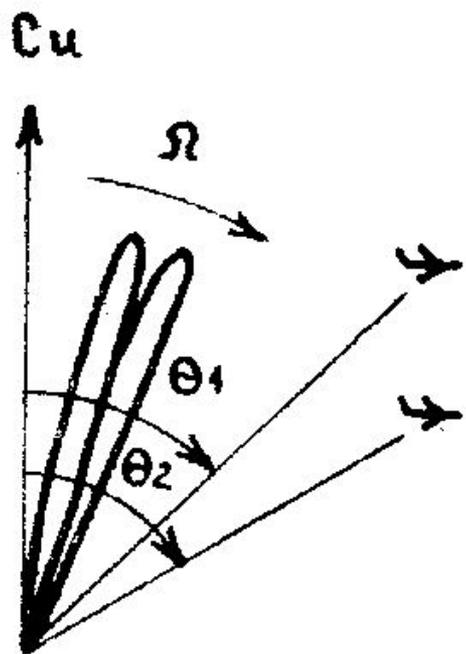
$$\varphi = \Omega t_\varphi$$

Для измерения азимута на ЛА азимутальный радиомаяк излучает два вида сигналов: **опорные** и **азимутальные**.



1. Угломерно-дальномерные РНС.

Определение азимута временным методом





2. Разностно-дальномерные РНС.

РСДН широко применяется при навигации самолетов, кораблей и подводных лодок. Они используются автономно и в составе комплексных систем навигации.

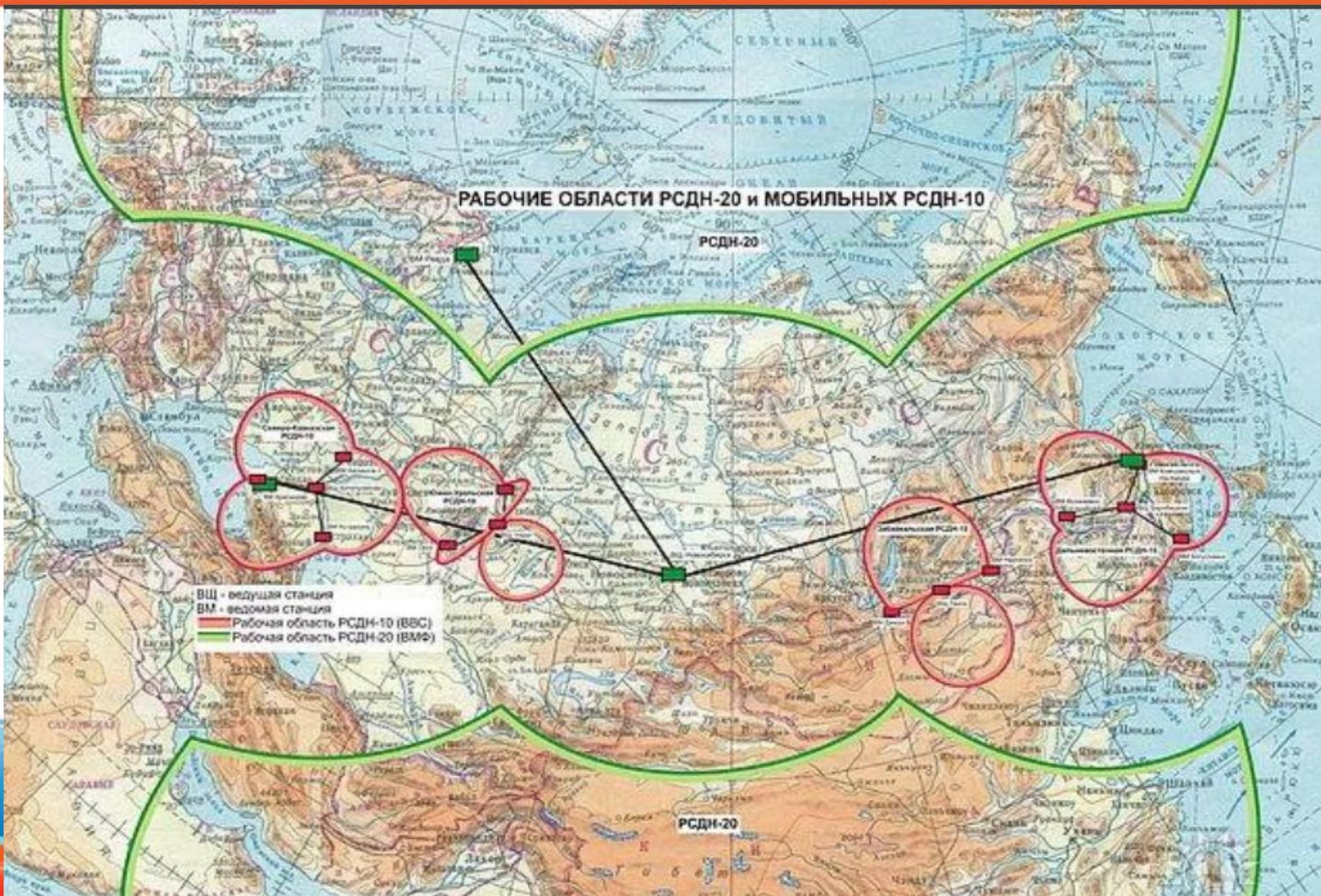
Определение местоположения объекта с помощью бортовой аппаратуры РСДН сводится к измерению относительного запаздывания радиосигналов, излучаемых наземными радиостанциями с известными координатами.

В зависимости от типа применяемых радиосигналов различают **импульсные (временные)**, **импульсно-фазовые**, **фазовые** и **частотные** РСДН.

Под **рабочей зоной** системы понимают область земной поверхности, в пределах которой с заданной вероятностью обеспечивается определение местоположения подвижного объекта по сигналам наземных станций со среднеквадратической ошибкой, не превышающей допустимого значения.



2. Разностно-дальномерные РНС.





2. Разностно-дальномерные РНС.

В настоящее время развернуты и эксплуатируются следующие радиотехнические системы дальней навигации:

1.Фазовая РСДН-20 "Маршрут".

2.Системы РСДН «Чайка»:

- Европейская РСДН-3/10;**
- Дальневосточная РСДН-4;**
- Северная РСДН-5.**

3.Мобильные системы РСДН-10 (Северо-Кавказская, Южно-Уральская, Забайкальская, Дальневосточная).

Кроме того, при полетах по международным трассам могут использоваться зарубежные импульсно-фазовые системы «Лоран» и фазовые системы «Омега».



2. Разностно-дальномерные РНС.

По сравнению с другими навигационными системами РСДН обладает рядом **преимуществ, основными из которых являются:**

- высокая точность определения местоположения ЛА;
- большая дальность действия;
- неограниченная пропускная способность;
- возможность использования на любых высотах;
- скрытность определения навигационных параметров в виду отсутствия на борту передающих устройств.

К недостаткам РСДН можно отнести:

- зависимость работы ведущей станции от ведомых,
- уязвимость антенн и сложность аппаратуры станций,
- необходимость периодического ввода поправок в аппаратуру станций на скорость распространения электромагнитных волн,
- использование на борту специальных вычислителей для преобразования гиперболических координат при определении места объекта.



2. Разностно-дальномерные РНС.





2. Разностно-дальномерные РНС.





2. Разностно-дальномерные РНС.

РСДН состоит из наземного оборудования (наземных станций) и бортовой аппаратуры, устанавливаемой на подвижных объектах.

Наземные станции представляют собой мощные радиопередатчики с аппаратурой управления и синхронизации.

Для определения местоположения подвижного объекта система должна состоять не менее чем из трех наземных станций. Эти станции объединяются в единые группы. Они разнесены одна от другой на расстояния, называемые базой.

В общем случае группа наземных станций образует цепочки, в состав которых могут входить до восьми станций.

В каждой группе одна станция является ведущей, остальные ведомые. Ведущая станция синхронизирует работу ведомых станций, обеспечивая согласованные режимы излучения по времени и частоте всех станций данной группы (цепочки).



2. Разностно-дальномерные РНС.

На подвижных объектах устанавливается бортовой приемоиндикатор РСДН А-723 «Квиток» (БПИ), с помощью которого осуществляется прием радиосигналов наземных станций системы РСДН. При этом основой БПИ являются приемник и устройство для измерения временного интервала между моментами приема радиосигналов от ведущей и ведомых наземных станций системы.





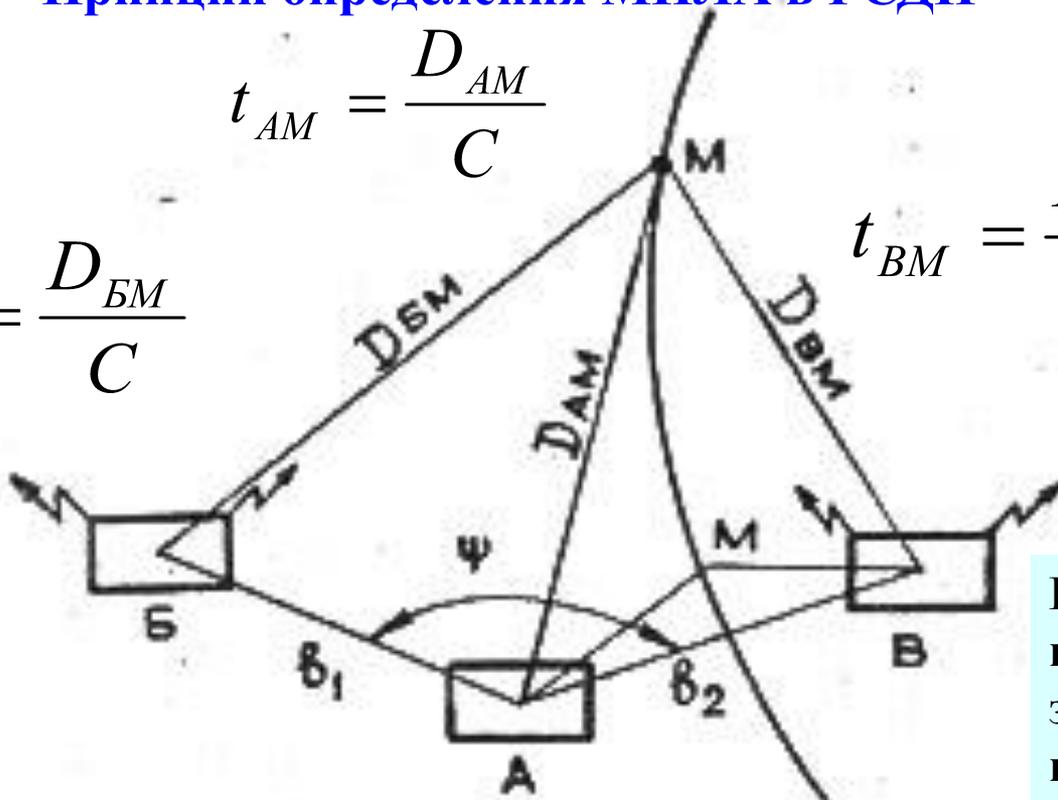
2. Разностно-дальномерные РНС.

Принцип определения МПЛА в РСДН

$$t_{AM} = \frac{D_{AM}}{C}$$

$$t_{BM} = \frac{D_{BM}}{C}$$

$$t_{BM} = \frac{D_{BM}}{C}$$



Измеренные бортовым приемоиндикатором значения навигационных параметров Δt_{AB} и Δt_{AB} соответствуют определенной разности расстояний ΔD_{AB} и ΔD_{AB} от подвижного объекта М до ведущей станции А и каждой из ведомых станций В и В

$$\Delta t_{AB} = (t_{AB} + t_{KB} + t_{BM}) - t_{AM}$$

$$\Delta t_{AB} = (t_{AB} + t_{KB} + t_{BM}) - t_{AM}$$



2. Разностно-дальномерные РНС.

Сигналы, излучаемые ведущей станцией А, через определенный интервал, равный времени распространения радиоволн по базам между ведущей и ведомыми станциями, достигают ведомых станций Б и В.

Ведомые станции, приняв сигналы ведущей станции, используют их для синхронизации по фазе и огибающей собственных сигналов.

Сигналы ведомых станций излучаются относительно моментов приема сигнала ведущей станции с определенными, строго фиксированными задержками, значение которых всегда выбирается таким образом, чтобы импульсы одной станции не перекрывались импульсами других станций синхронизируемой цепочки во всей рабочей зоне системы.



2. Разностно-дальномерные РНС.

В фокусах гиперболы, проходящей через точки M и M' , находятся ведущая и одна из ведомых станций. Однако по одной паре станций, дающих при измерении навигационного параметра множество непересекающихся гипербол, определить местоположение подвижного объекта невозможно.

Поэтому используют семейство пересекающихся гиперболических линий положения, образованных двумя парами станций, которые наносятся на карту и оцифровываются в микросекундах (через 50...100 мкс), поскольку бортовой приемоиндикатор подвижного объекта непосредственно измеряет не разности расстояний, а разностные временные интервалы.



1. **Основы построения радиотехнических систем обеспечения полетов авиации – М., Учебное пособие, 2011.**
2. **Владинов В.Л., Ковалев В.В., Хмуров Н.Н. Средства и системы радионавигационного обеспечения летательных аппаратов. М.: Воениздат, 1990.**
3. **Сазонов Н.А. и др. Основы авиационной радионавигации / Под ред. Н. А. Сазонова. Учебное пособие - Тамбов: Тамбовское ВВАИУ, 1986.**
4. **Никольский, Б. А Основы радиотехнических систем [Электронный ресурс] : [электрон, учебник] / Б. А. Никольский; Минобрнауки России, Самар, гос. аэрокосм, ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т). - Электрон, текстовые и граф. дан. (3,612 Мбайт). - Самара, 2013. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM).**



Заключение

Таким образом, на занятии рассмотрены УДРНС и РДРНС.

**Спасибо за
внимание.**