



Вариант 1.

- 1. Перечислить основные методы измерения угловых координат.**
- 2. Сущность временного метода измерения дальности, изобразить графически.**
- 3. Перечислить основные технические характеристики РНС.**

Вариант 2.

- 1. Перечислить основные методы измерения дальности.**
- 2. Сущность метода «максимума» измерения азимута, изобразить графически.**
- 3. Перечислить основные тактические характеристики РНС.**



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 № 2 (групповое)

Угломерные радионавигационные системы

УЧЕБНЫЕ ЦЕЛИ ЗАНЯТИЯ:

- 1. Рассмотреть общую характеристику методов радиоуглометрии.**
- 2. Разобрать сущность основных методов радиоуглометрии.**

УЧЕБНЫЕ ВОПРОСЫ:

- 1. Общая характеристика методов радиоуглометрии.**
- 2. Сущность основных методов радиоуглометрии.**



Введение

Процесс определения направления на источник радиоизлучения с помощью радиотехнических средств называется радиопеленгованием.

Сравнение этого направления с другим направлением, принятым за начало отсчета, позволяет определить угловое положение объекта радиоизлучения.



1. Общая характеристика методов радиоглометрии.

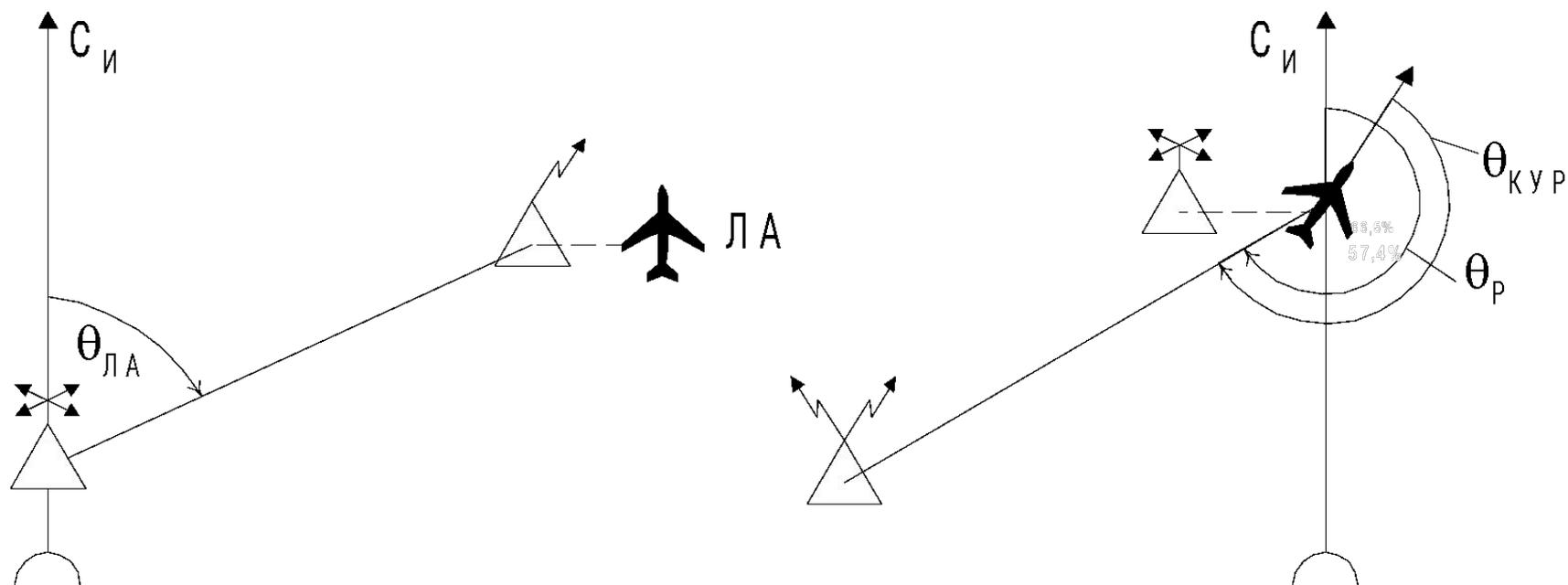
На основании общей классификации радионавигационных устройств (РНУ) и радионавигационных систем (РНС) все радиогломерные (радиопеленгационные) методы и системы можно подразделить на амплитудные, фазовые, частотные (использующие доплеровский эффект), импульсные (временные) и комбинированные (амплитудно-фазовые и амплитудно-временные).

Кроме того, с точки зрения особенностей применения и комплектации угломерные радиосистемы образуют две группы: радиопеленгаторные (РПС) и радиомаячные (РМС).



1. Общая характеристика методов радиоуглометрии.

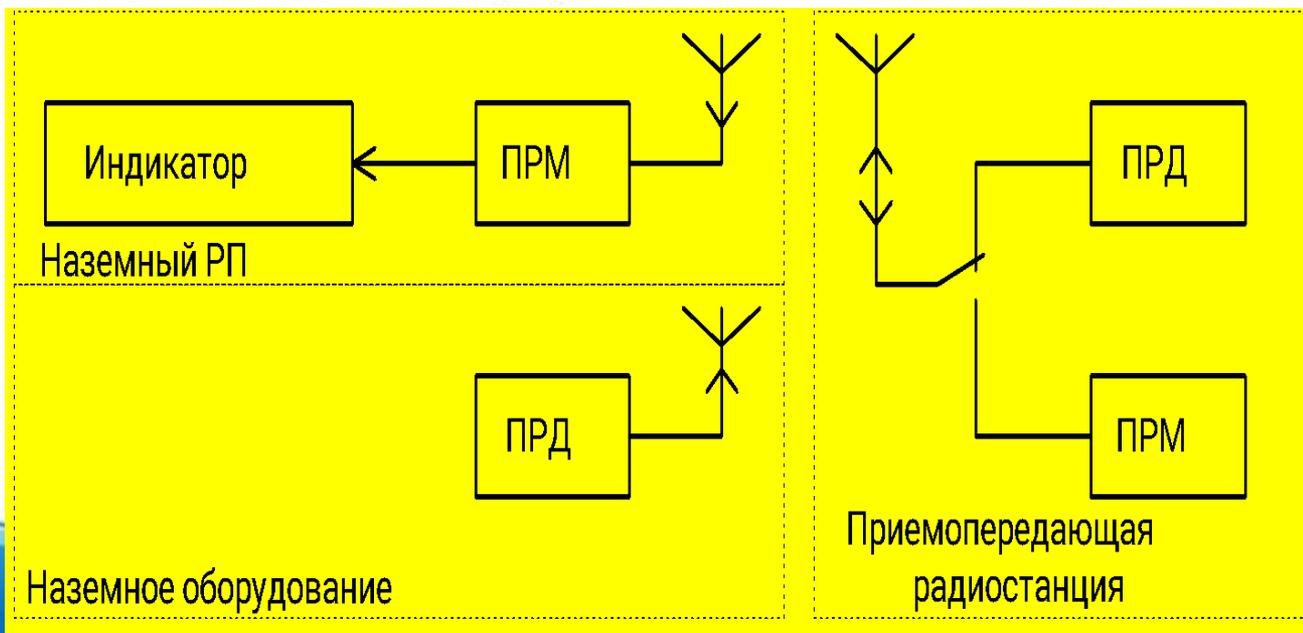
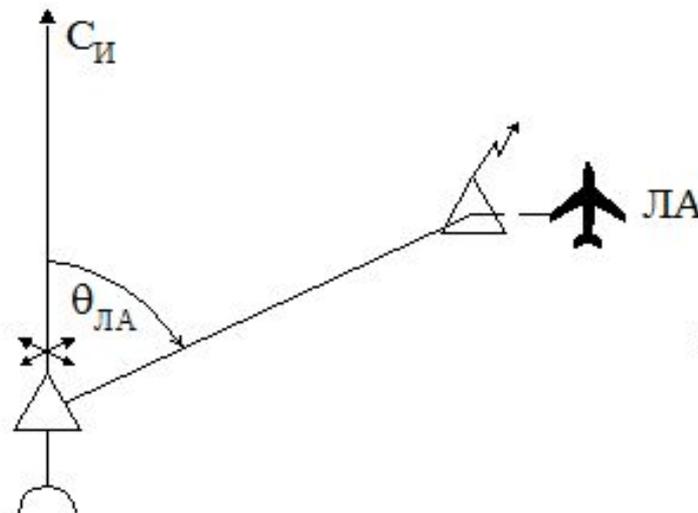
РУ могут устанавливаться на земной поверхности для определения направления на бортовой радиопередатчик (БРД) или на летательном аппарате (ЛА) для определения направления на радиостанцию, установленную на земной поверхности в точке с известными координатами





1. Общая характеристика методов радиоглометрии.

Пеленгование ЛА с помощью наземных РП позволяет осуществлять диспетчерский контроль за воздушным движением в районе аэродрома.





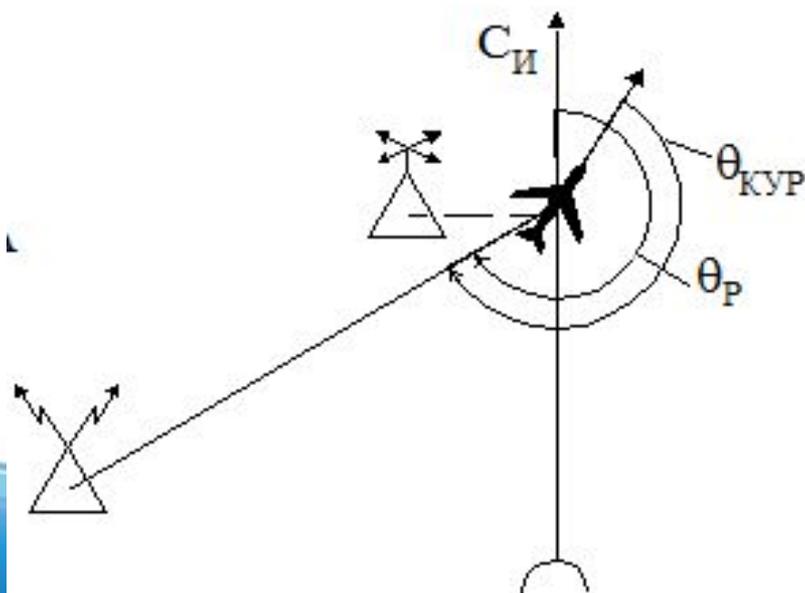
1. Общая характеристика методов радиоуглометрии.

Бортовые РП называются автоматическими радиоконпасами (АРК).

В качестве источников излучения используются приводные радиостанции (ПРС), например, приводные аэродромные радиостанции (ПАР).

АРК измеряет курсовой угол $\theta_{\text{кур}}$ наземного радиопередатчика.

При наличии на борту ЛА курсовой системы можно также определять и азимут $\theta_{\text{р}}$ радиостанции относительно ЛА.

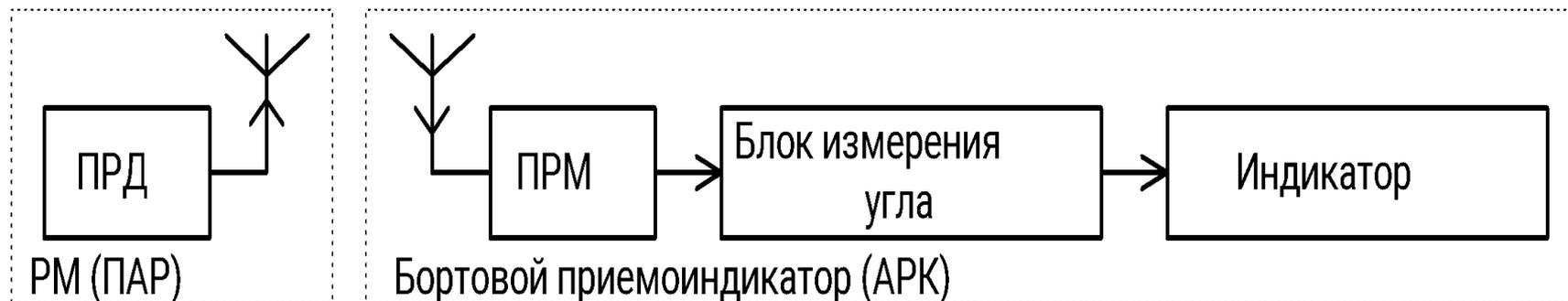


Пеленгование ПРС с помощью АРК обеспечивает управление полетом на радиостанцию и от нее в любом заданном направлении, а также оценку местоположения ЛА (МП ЛА).



1. Общая характеристика методов радиоуглометрии.

РМС состоит из наземного РМ и бортового приемоиндикатора (БПИ)



Угломерный РМ - это передающее радионавигационное устройство, задающее в пространстве определенные линии положения (обычно линии равных пеленгов - ЛРП).

Угломерные РМ могут создавать линии положения (ЛП) во всех направлениях (всенаправленные РМ) или в определенном секторе (секторные РМ), иногда РМ служит лишь для задания одного направления, и на выходе БПИ в этом случае вырабатывается сигнал, указывающий величину отклонения от этого направления.



Амплитудные методы радиоуглометрии

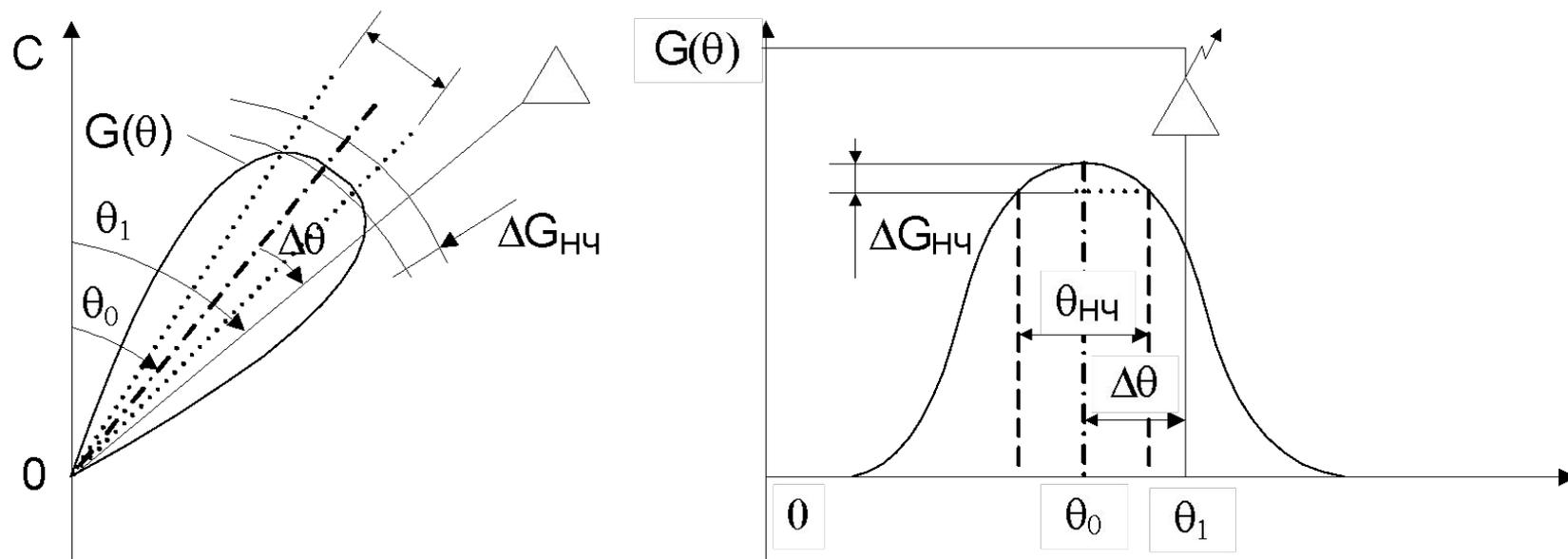
Направления (углы) в амплитудных РНУ и С могут задаваться или определяться тремя методами:

- максимума,**
- минимума**
- сравнения принимаемых сигналов.**



2. Сущность основных методов радиоуглометрии.

Метод максимума



Величина угла $\theta_{НЧ}$, в пределах которого изменение ориентации ДН антенны относительно направления на пеленгуемую радиостанцию (РМ) не может быть обнаружено из-за ограниченной чувствительности измерителя амплитуды сигнала, называется **углом нечувствительности (НЧ) системы**.

Этот угол будет тем меньше, чем уже ДН.

$\Delta G_{НЧ}$ - изменение значения ДН, характеризующее конечную чувствительность измерителя.



2. Сущность основных методов радиоуглометрии.

Достоинствами метода максимума являются:

- ✓ большая дальность действия;
- ✓ сравнительно высокая помехоустойчивость ввиду узкой ДН, обеспечивающей хорошую пространственную селекцию сигналов;
- ✓ возможность передачи и приема дополнительных сигналов при пеленгации.

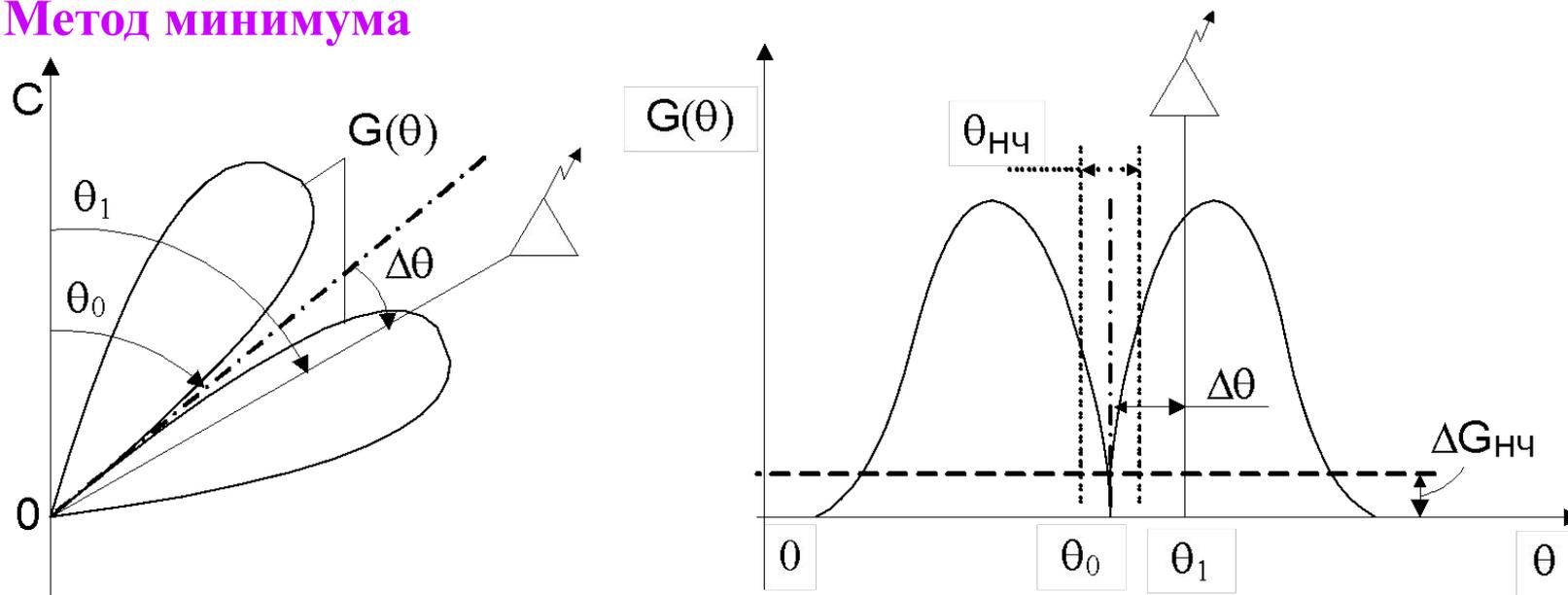
Основные недостатки метода:

- ❖ независимость изменения амплитуды сигнала на выходе антенн от стороны отклонения ДН от направления на пеленгуемую радиостанцию (РМ), что затрудняет процесс автоматизации измерения и индикации угловых координат;
- ❖ низкая угловая чувствительность (сравнительно большой угол нечувствительности $\theta_{нч}$) из-за слабого изменения функции $G(\theta)$ вблизи максимума ДН (угла θ_0);
- ❖ большие требуемые размеры антенн, необходимые для получения узкой ДН.



2. Сущность основных методов радиоглометрии.

Метод минимума



Направление на источник радиоизлучения фиксируется в момент времени, когда амплитуда сигнала на выходе антенны будет минимальной. Поскольку минимум в многолепестковой ДН более ярко выражен, чем максимум, т.е. одинаковым угловым отклонениям $\Delta\theta$ относительно θ_0 , методу минимума соответствует существенно большие изменения напряжения ΔU_C , чем методу максимума, то угол нечувствительности $\theta_{нч}$ в данном методе будет существенно меньшим. Следовательно, точность пеленгации будет существенно большей.



2. Сущность основных методов радиоуглометрии.

Основными достоинствами метода радиопеленгации по минимуму принимаемых (излучаемых) сигналов являются:

- сравнительно высокие угловая чувствительность и точность пеленгования при относительно небольших размерах антенн по сравнению с методом максимума;
- возможность определения стороны отклонения пеленга от минимума ДН для некоторых типов антенн (за счет противофазности сигналов при переходе через минимум приема), что весьма важно для автоматизации процесса пеленгования.

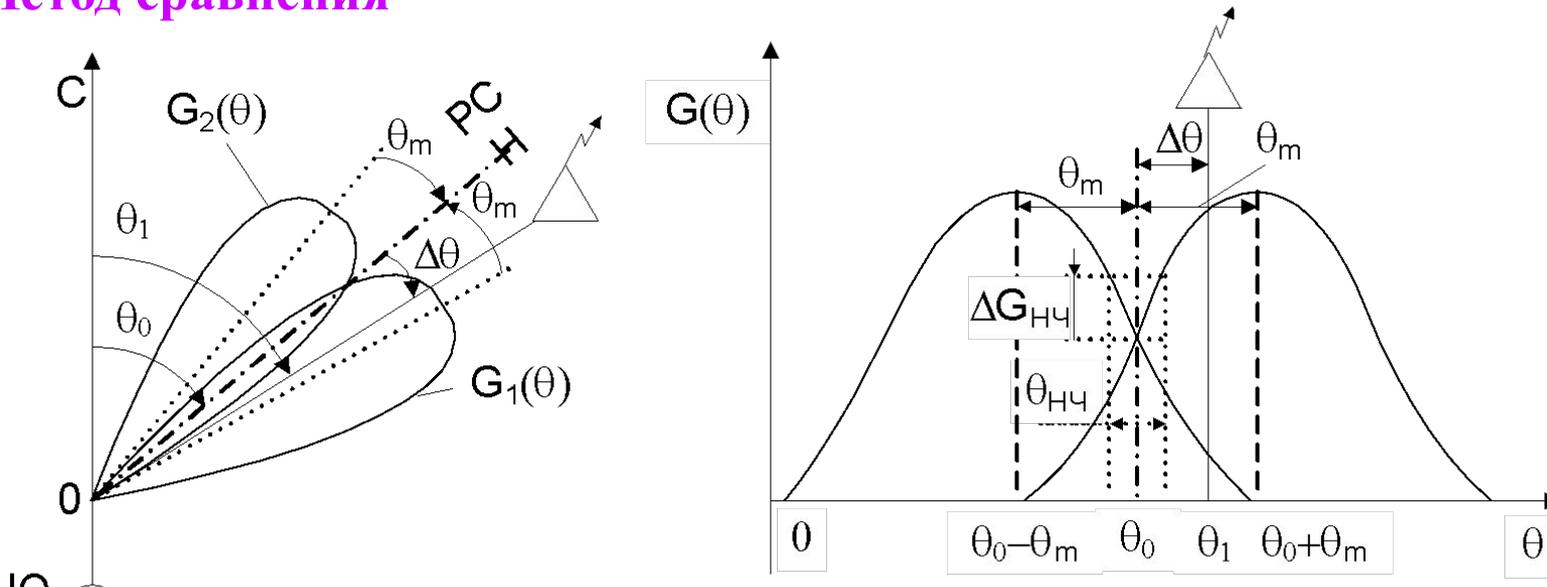
Недостатки метода:

- ❖ отсутствие сигнала на входе приемника РП в момент отсчета пеленга, что снижает достоверность измерений и исключает возможность передачи по радиоканалу РПС дополнительной информации;
- ❖ небольшая дальность действия;
- ❖ снижение точности пеленгования при действии помех, т.к. в этом случае минимум сигнала становится неярко выраженным.



2. Сущность основных методов радиоглометрии.

Метод сравнения



Антенная система РПС, реализующих метод сравнения, обычно состоит из двух антенн, образующих пересекающиеся лучи ДН.

Можно также образовать пересекающиеся лучи ДН с помощью одной антенны, которая периодически изменяет положение ДН относительно заданного направления путем электронного управления.

При данном методе пеленг определяется путем сравнения выходных сигналов РПС, принимаемых по первому $G_1(\theta)$ и второму $G_2(\theta)$ лучам ДН.



2. Сущность основных методов радиоуглометрии.

Достоинства метода сравнения:

- 1) высокие точность и угловая чувствительность;
- 2) однозначное определение стороны и величины отклонения источника радиоизлучений от заданного направления, что позволяет осуществить автоматизацию процесса пеленгации;
- 3) большая дальность действия;
- 4) лучшая, чем в ранее рассмотренных случаях, помехоустойчивость.

К недостатку данного метода относится сложность его аппаратурной реализации.



Фазовые методы радиоуглометрии

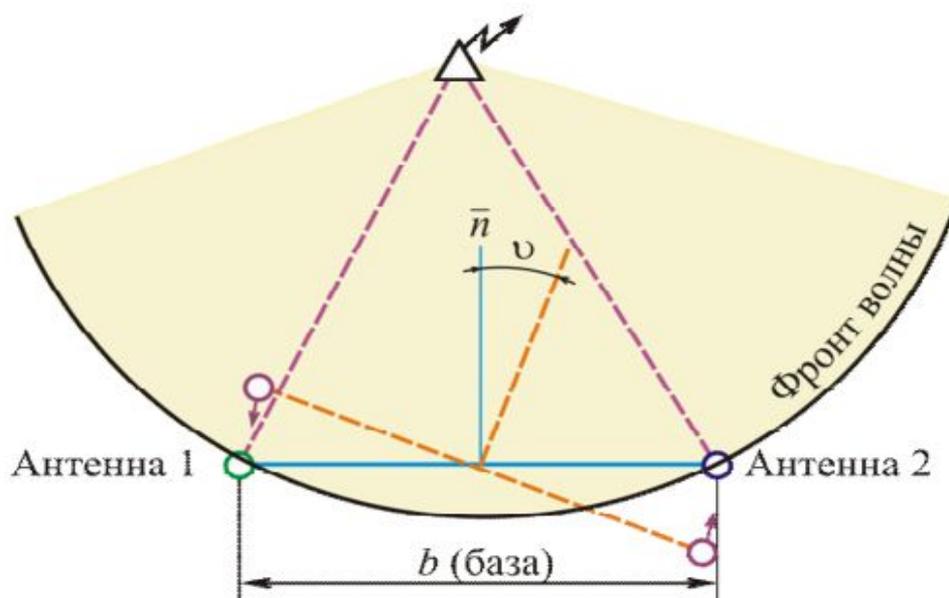
Все фазовые методы угломерных измерений основаны на определении пространственного положения фронта волны путем измерения разности фаз колебаний, возбуждаемых радиоволной в разнесенных приемных антеннах.

В радиопеленгаторе эта зависимость получается при приеме сигналов удаленной радиостанции двумя ненаправленными идентичными антеннами $A1$ и $A2$, разнесенными одна от другой на расстояние d , называемое базой пеленгатора.



2. Сущность основных методов радиоуглометрии.

Определение направления путем поворота базы антенн



Измерив, разность фаз, $\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2$ поворачивают базу антенн пока $\Delta\varphi = 0$.

Это произойдет, когда нормаль к базе антенн совпадет с направлением на источник радиоизлучения $\nu = 0$.

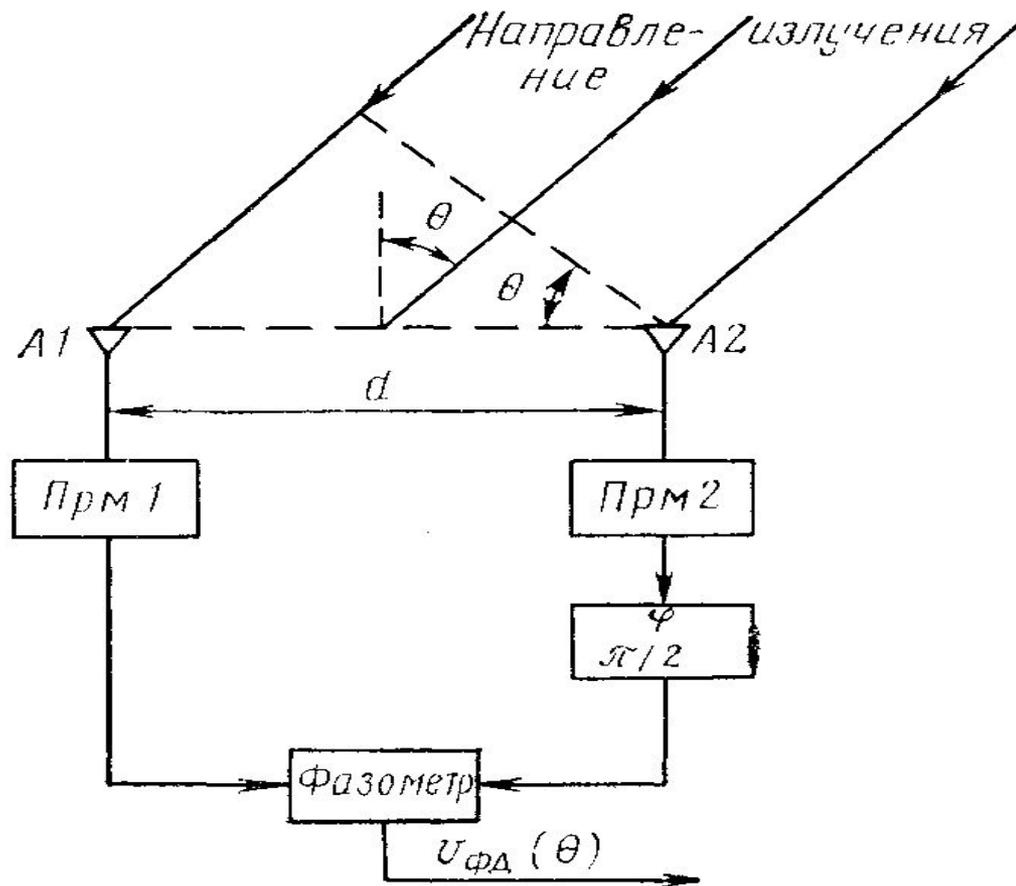


2. Сущность основных методов радиоуглометрии.

Определение направления в неподвижных антеннах

Если направление на радиостанцию будет отличаться от опорного направления, за которое примем нормаль к базе системы, на угол Θ , то расстояния от радиостанции до антенн A_1 и A_2 (соответственно R_1 и R_2) будут изменяться таким образом, что появляется разность хода радиоволн $\Delta R = R_1 - R_2 = d \sin \Theta$, которая и обуславливает различие фаз сигналов, возбуждаемых полем радиостанции в антеннах A_1 и A_2 .

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta R = \frac{2\pi d}{\lambda} \sin\Theta$$



$$\Theta = \arcsin\left(\frac{\lambda \Delta\varphi}{2\pi d}\right)$$



2. Сущность основных методов радиоуглометрии.

Как следует из выражения

$$\Theta = \arcsin\left(\frac{\lambda\Delta\varphi}{2\pi d}\right)$$

однозначное измерение угла Θ может быть достигнуто при ограниченных размерах базы антенны.

Это объясняется особенностями фазовых РНУ, у которых пределы однозначного измерения разности фаз $\Delta\varphi$ двух колебаний лежат в диапазоне от 0 до 2π .

Учитывая, что $|\sin\Theta| \leq 1$, из выражения

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta R = \frac{2\pi d}{\lambda} \sin\Theta$$

получаем, что максимальный размер базы, обеспечивающий однозначное измерение угла Θ , равен $d_{\max} = \lambda/2$.



Заключение

Таким образом, на занятии рассмотрены общая характеристика методов радиоуглометрии и сущность основных методов радиоуглометрии.

**Спасибо за
внимание.**