

ВОЕННО-СПЕЦИАЛЬНАЯ ПОДГОТОВКА

ТЕМА № 3:

«Основы построения техники радиоразведки комплексов РЭБ»

ЗАНЯТИЕ № 3:

«Принципы пеленгации»

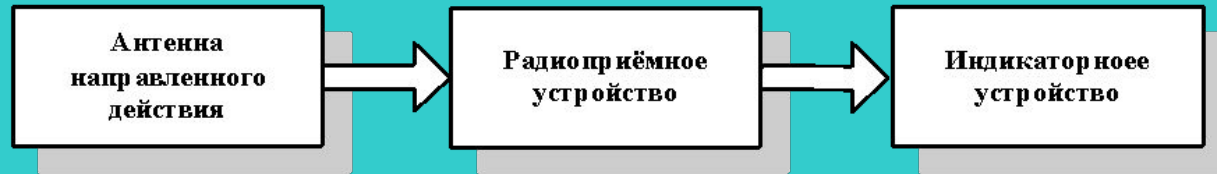
УЧЕБНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Назначение радиопеленгатора в подсистеме разведки. Общая характеристика радиопеленгаторов.
2. Принцип формирования пеленгационной парой информационных направлений. Уравнением пеленгационной пары.
3. Особенности построения угломерно-дальномерных систем местоопределения.

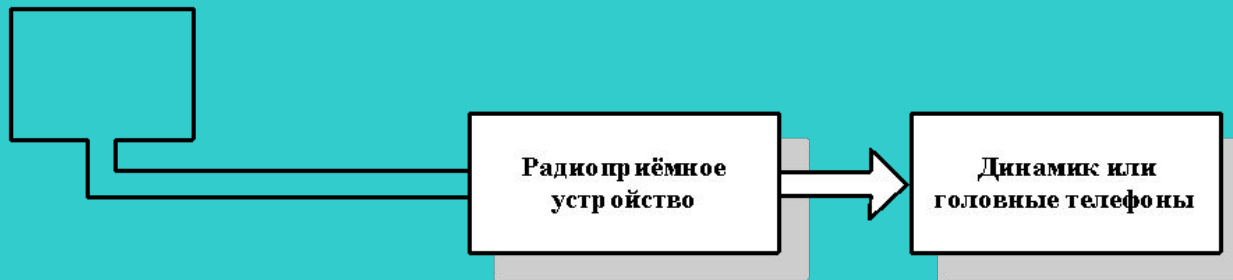
Вопрос № 1

Назначение радиопеленгатора в подсистеме разведки. Общая характеристика радиопеленгаторов.

Радиопеленгатором называется устройство, позволяющее определять направление на работающий ИРИ.



Рамочная поворотная антенна



Требования к радиопеленгаторам:

Оперативно-тактические требования:

обеспечивать необходимую точность и дальность при пеленговании РЭС противника;

охватывать весь диапазон частот, используемый противником;

обеспечивать прием всех видов радиоизлучений;

обеспечивать пеленгацию в любое время суток, года и в любых климатических условиях, в том числе в условиях повышенной радиации и повышенного избыточного давления;

обеспечивать оперативность при приеме и пеленгации радиосигналов, иметь автоматизированное управление;

иметь хорошую мобильность и малогабаритность.

Технические требования:

точность пеленгования, характеризующаяся угловой ошибкой пеленгования, которая зависит как от инструментальной точности самого радиопеленгатора, так и от условий распространения радиоволн и условий эксплуатации;

дальность действия радиопеленгатора, характеризующая предельное расстояние, на котором обеспечивается заданная точность пеленгования. Она обуславливается чувствительностью и точностью радиопеленгатора, мощностью и диапазоном волн пеленгуемого ИРИ, а также условиями распространения радиоволн;

диапазон волн, определяющий назначением и условиями эксплуатации пеленгатора.

оперативность пеленгования (инерционность), которая определяется минимальным отрезком времени, в течение которого завершается весь процесс пеленгования;

механическая прочность и «живучесть» материальной части радиопеленгатора, которые достигаются применением современных принципов конструирования аппаратуры (механическая прочность, климатическая устойчивость).

Радиопеленгаторы подразделяются

1. По способу пеленгования:

амплитудные;
фазовые.

2. По отсчёту пеленга:

со слуховым отсчётом;
с визуальным отсчётом.

3. По частотному диапазону:

коротковолновые (КВ);
ультракоротковолновые (УКВ).

4. По месту установки:

стационарные;
мобильные (автомобильные, самолётные, корабельные и др.)

5. По типу антенно-фидерных систем:

узкобазисные – $2b/\lambda \ll 1$;
широкобазисные – $2b/\lambda > 1$,

где $2b$ – расстояние между антеннами, образующими пеленгаторную пару;

λ – минимальная длина волны (для КВ диапазона – 10-100 м, для УКВ – 1-10 м).

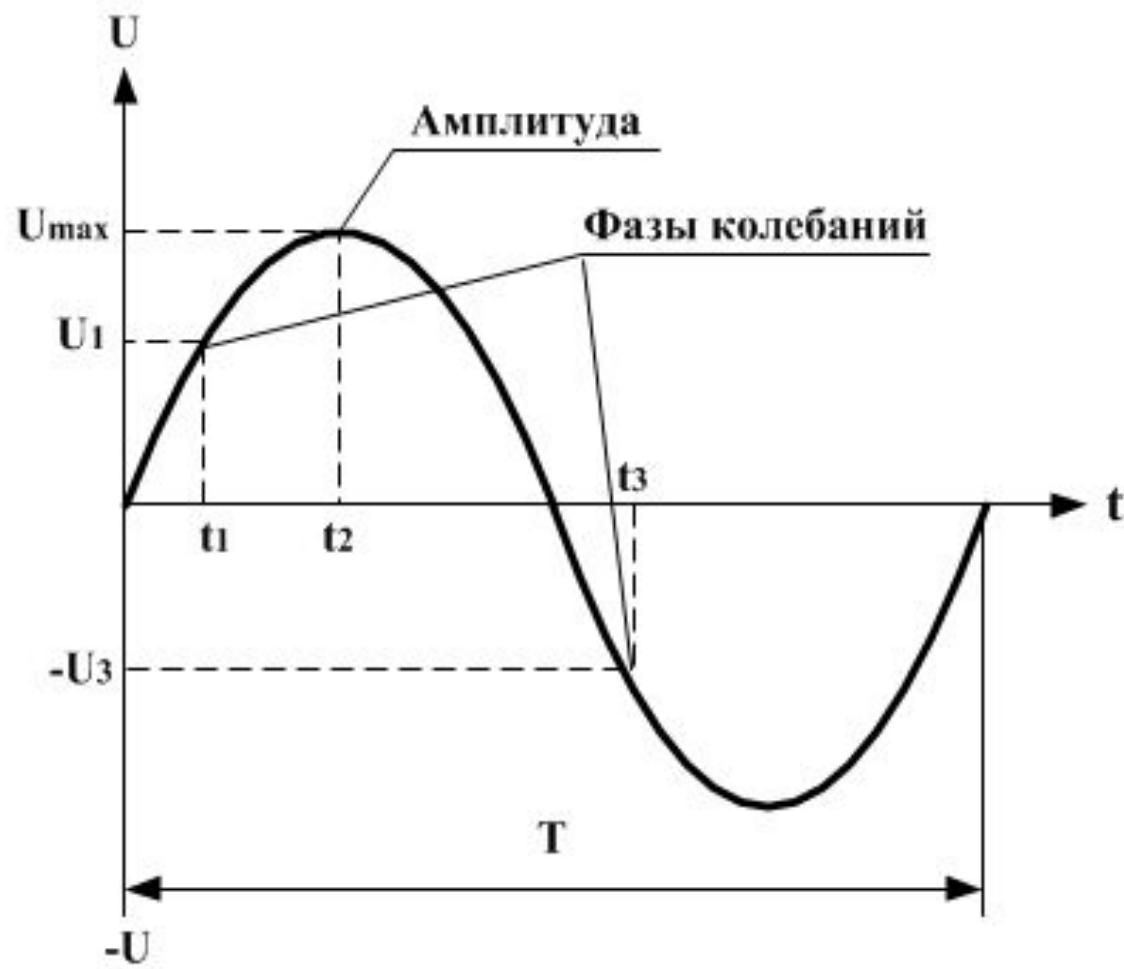
Вопрос № 2

Принцип формирования пеленгационной парой информационных направлений.
Уравнением пеленгационной пары.

Амплитуда — это максимальное значение напряжённости переменного электромагнитного поля.

Фаза — это величина, определяющая состояние колебательного процесса в каждый момент времени. Фаза измеряется в градусах или радианах. Применительно к переменному току (напряжению) фаза характеризует мгновенное значение переменного тока (напряжения).

Если на одинаковом расстоянии от передающей антенны соединить все точки в пространстве, в которых фазы радиоволны одинаковы, то полученная поверхность называется **фронтом радиоволны**. Фронт радиоволны распространяется со скоростью распространения радиоволны. В одно и то же время фазы колебания на разных расстояниях от передающей антенны будут неодинаковыми.



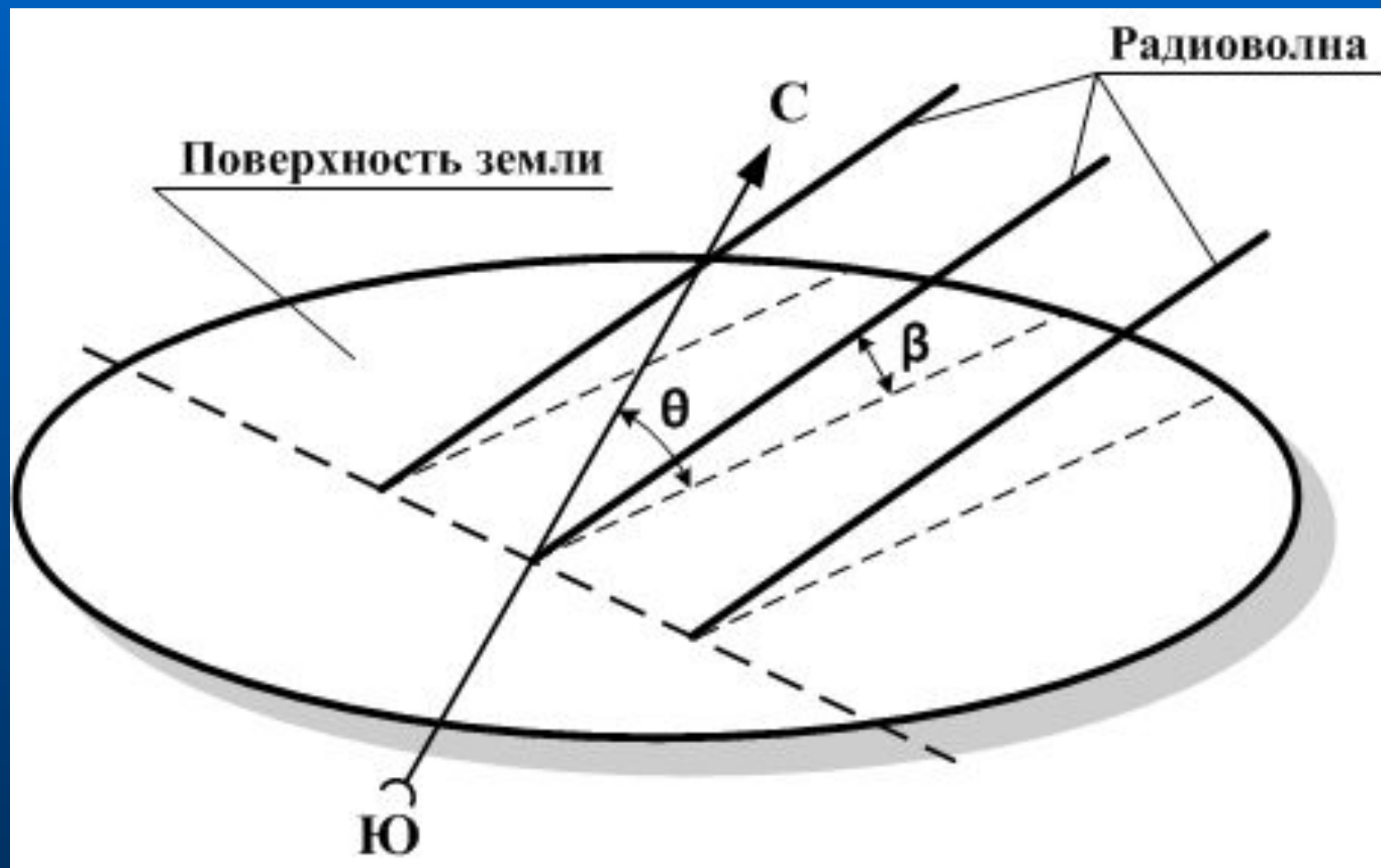
Основными параметрами радиосигнала, которые используются в радиопеленгаторе для получения пеленга на работающий ИРИ, являются:

направление распространения радиоволны, которое определяется значениями углов θ и β , где θ – угол, заключённый между северным направлением и проекцией направления прихода волны на земную поверхность; β – угол, заключённый между направлением распространения падающей радиоволны и проекцией этого направления на земную поверхность;

поляризация радиоволны;

амплитуда напряженности поля;

фаза колебаний радиоволны в данной точке.

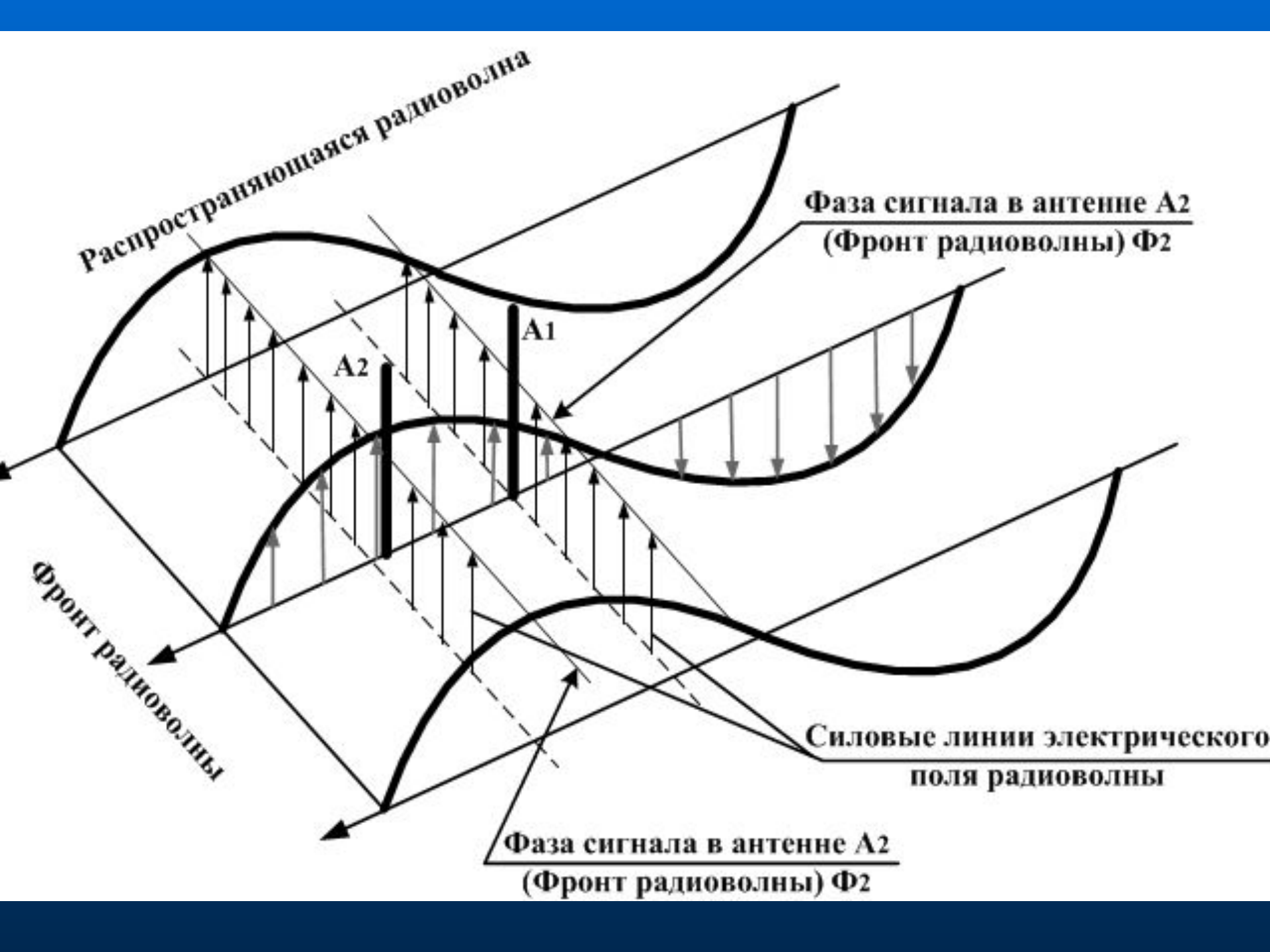


Существует два способа обработки информации о параметрах пеленгуемой радиоволны.

Первый способ основан на измерении фаз пеленгуемых радиосигналов. Пеленгаторы, использующие этот метод пеленгования, называются фазовыми.

Второй способ основан на измерении амплитуды напряжения сигнала. Пеленгаторы, использующие этот метод, называются амплитудными. Может использоваться и комбинированный амплитудно-фазовый метод.

В простейшем случае информацию о пеленге на работающий ИРИ можно получить с помощью пеленгационной пары, состоящей из двух одинаковых антенн, расположенных на определённом расстоянии друг от друга и объединённых в пеленгаторную антенну



Фронт проходящей радиоволны сначала достигает антенны A_1 , затем антенны A_2 . Вследствие этого фазы ЭДС, наводимых в антеннах, будут неодинаковыми. Указанная разность фаз зависит от направления прихода радиоволны. Если пара антенн расположена так, что линия, соединяющая антенны, точно совпадает с направлением прихода радиоволны, то разность между фазами принимаемого сигнала в антеннах будет максимальна. Если фронт волны будет параллельным линии, соединяющей антенны, то разность между фазами сигналов в антеннах будет равняться нулю, то есть фазы сигналов в антеннах будут одинаковыми. Это объясняется одновременным приходом волн к антеннам. Таким образом, фазовый сдвиг между сигналами в антеннах A_1 и A_2 зависит от направления прихода радиоволны.

Мгновенные значения ЭДС, наводимые в антеннах A_1 и A_2 , из-за будут возникающей разности фаз будут различны. Вычитая и складывая ЭДС $e_{A_1}(t)$ и $e_{A_2}(t)$, наводимые в антеннах было получено следующее уравнение, получившие название уравнения пеленгационной пары.

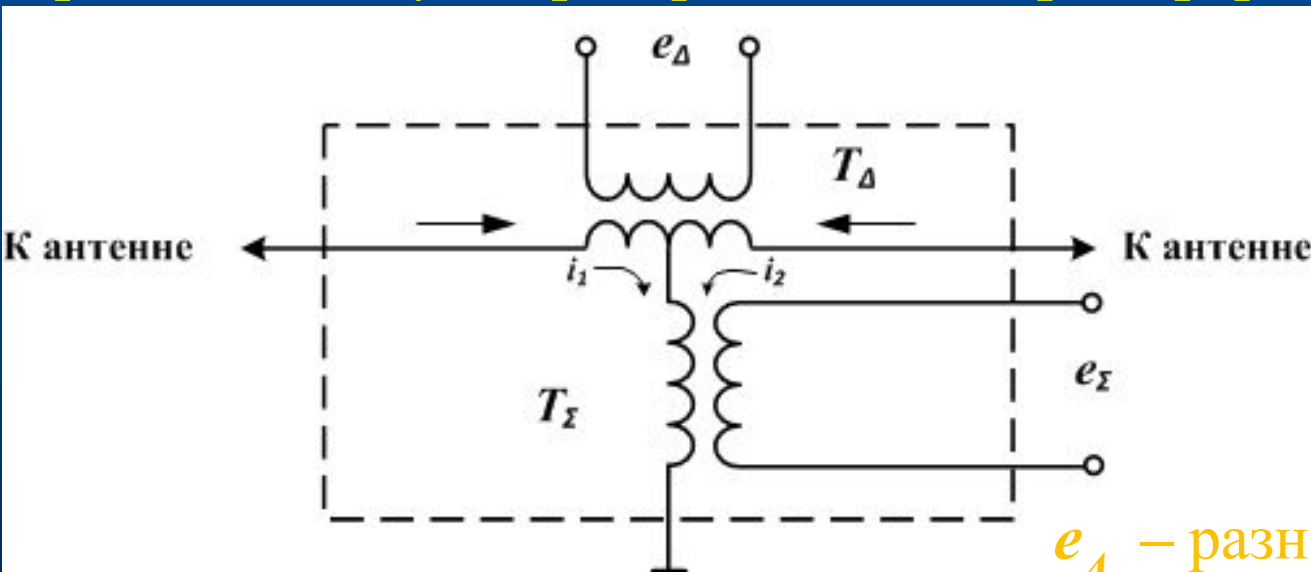
$$e_{\Sigma}(t) = e_{A_2}(t) + e_{A_1}(t) = 2E_m h_{\partial} f(\theta, \beta) \cos\left[\frac{2\pi}{\lambda} b \sin \theta\right] \sin \omega t$$

где E_m – амплитуда напряжённости электромагнитного поля;
 h_{∂} – действующая высота антенны ($h_{\partial 1} = h_{\partial 2} = h_{\partial}$);
 ωt – значение фазы радиоволны в точке О (середина расстояния между антеннами);
 b – половина расстояния между антеннами, образующими пеленгационную пару.

Пеленгационная пара – это пара антенн (A_1 и A_2), используемая для определения углов θ и β .

Для определения фазового сдвига антенны объединяют в пеленгационные пары путём их противофазового и синфазного включения.

В первом случае электродвижущие силы самоиндукции (ЭДС) антенн вычитаются, то есть на выходе пары результирующая ЭДС двух антенн будет равняться разности ЭДС отдельных антенн. Во втором случае результирующая ЭДС пеленгационной пары будет равняться сумме ЭДС обеих антенн. Для такого включения антенн применяется суммарно-разностный трансформатор.



e_{Δ} – разностная ЭДС антенн
 e_{Σ} – суммарная ЭДС антенн.

Диаграмма направленности при включении антенн на разность имеет вид восьмёрки с двумя максимумами и минимумами. При включении антенн на сумму диаграмма направленности имеет вид окружности. В этом случае пеленгационная пара превращается в ненаправленную антенну.

На практике в радиопеленгаторах применяют четыре антенны, которые соединяются между собой в две пеленгационные пары, одна пара ориентируется по направлению «север-юг», вторая по направлению «восток-запад».



Такие пеленгаторные антенны подключаются к приёмному устройству радиопеленгатора, состоящему из двух одинаковых приёмников. Пеленгационная пара «север-юг» подключается к приёмнику, который называется вертикальным каналом, а пеленгационная пара «восток-запад» – к о второму приёмнику, который называется горизонтальным каналом. К выходу вертикального канала подключены вертикально отклоняющие пластины электронно-лучевой трубки (ЭЛТ) индикаторного устройства, а к выходу горизонтального канала – горизонтально отклоняющие пластины электронно-лучевой трубки. С помощью напряжения на вертикально отклоняющих пластинах электронный луч перемещается на экране ЭЛТ по вертикали, а с помощью напряжения горизонтально отклоняющих пластин – по горизонтали. Если на луч воздействуют одновременно оба напряжения, то результирующее действие определяется по правилу параллелограмма – путём определения направления большей диагонали этого параллелограмма.

Если радиоволна приходит с направления «север-юг», то на экране ЭЛТ будет высвечиваться линия пеленга, расположенная на азимутальной шкале индикаторного устройства. вертикально и указывающая на 0° и 180° .

Если волна будет поступать с направления «восток-запад», то линия пеленга на экране примет горизонтальное положение, указывая на 90° и 270° .

При приходе радиоволн с промежуточных направлений (не кратных 90°) линии пеленгов на экране будут располагаться в соответствии с направлениями прихода волн. Ноль азимутальной шкалы в индикаторном устройстве соответствует направлению на север.

Отсчёт пеленга заключается в определении значения угла в градусах между направлением на ноль шкалы и линией пеленга на экране индикатора.

Вопрос № 3

Особенности построения угломерно-дальномерных систем местоопределения.

Существует два метода определения местоположения объекта и расстояния до него:

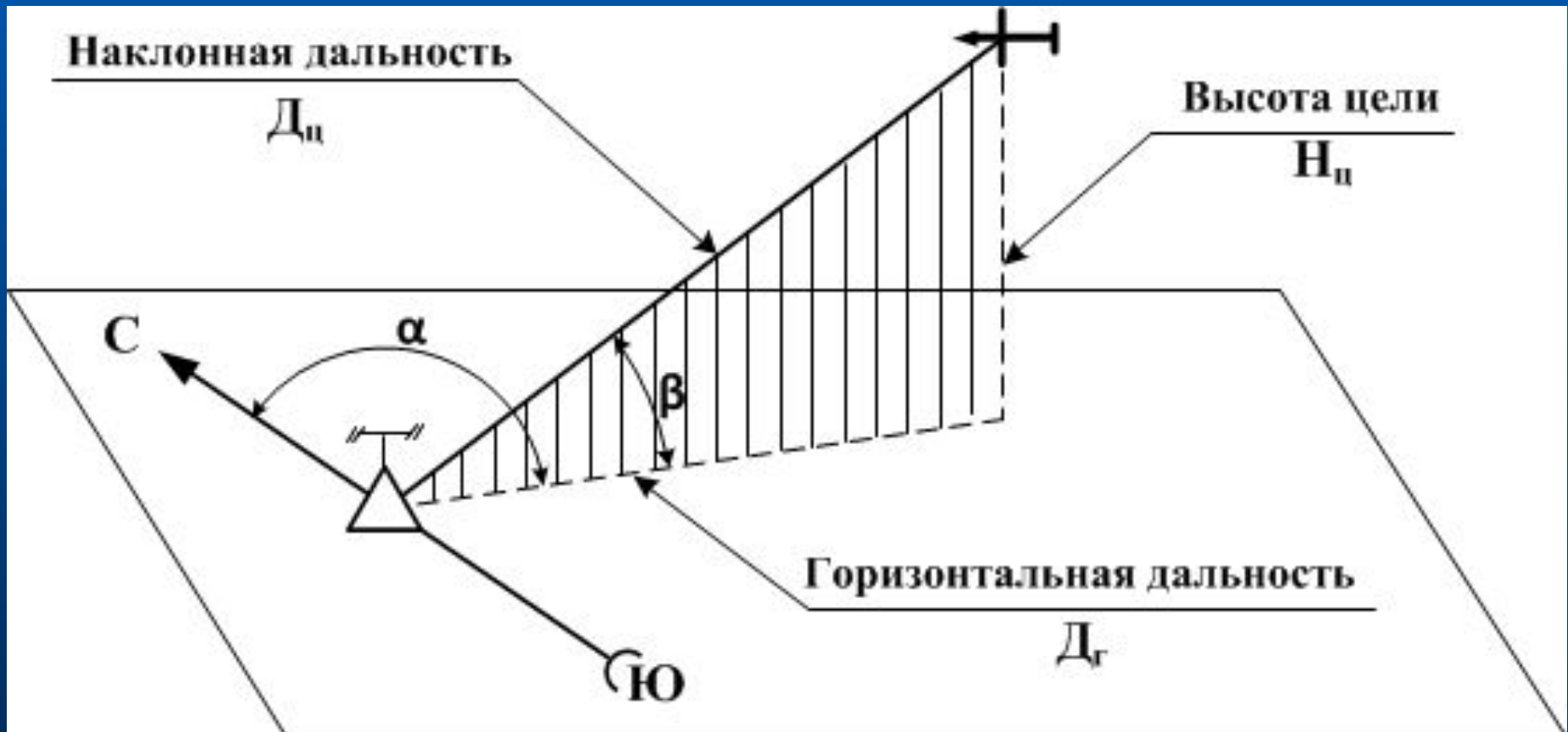
метод радиолокации;
метод радионавигации.

В основу радиолокации положены три принципа:

1. Принцип отражения радиоволн от цели, что позволяет обнаружить её в пространстве.
2. Принцип постоянства скорости распространения радиоволн в пространстве, что позволяет определить дальность до цели;
3. Принцип направленного излучения радиоволн и направленного приёма отражённых от цели радиоволн, что позволяет определить направление на цель.

Местоположение объекта в пространстве характеризуется его координатами относительно радиолокационной станции (РЛС):

1. Дальностью – $D_{\text{ц}}$.
2. Азимутом – α ;
3. Углом места – β .



РЛС определяет наклонную дальность (кратчайшее расстояние от станции до цели). Азимут и угол места определяются РЛС по направлению приёма отражённых сигналов. Наклонная дальность до цели $D_{ц}$ по известному времени t прохождения радиоволн до цели и обратно определяется по формуле

$$D_{ц} = \frac{ct}{2}$$

$$H_{ц} = D_{ц} \sin \beta + \frac{D_{ц}^2}{2R_{зем}}$$

где $R_{зем}$ – радиус кривизны земной поверхности (6370 км).