



1. Общие сведения
2. Радиокompас с поворотной рамочной антенной
3. Радиокompас с гониометрической антенной

Вид занятия: Лекция

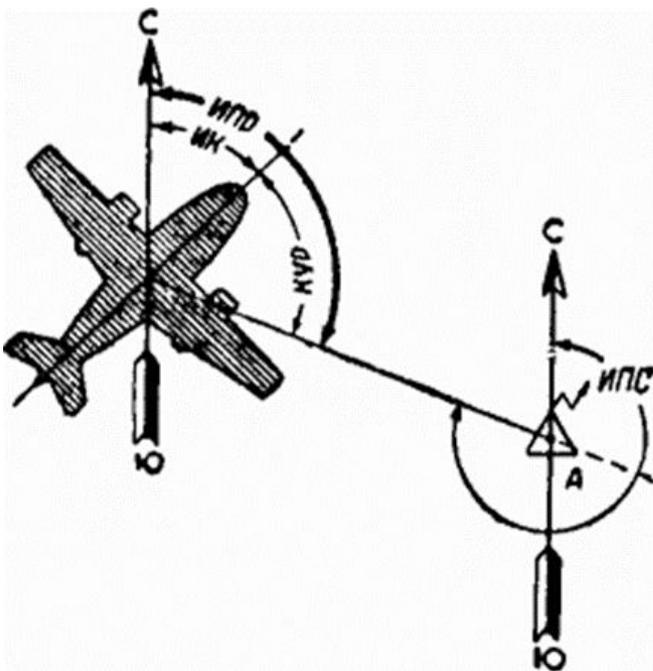
Литература:

Филимонов Н. П. Радионавигационные системы: учеб. пособие. - Красноярск: Красноярский филиал Спбгу Га. -2016. с.166-177

Автоматический радиокompас

Автоматический радиокompас (АРК) — бортовой радиопеленгатор, предназначенный для навигации летательных аппаратов по сигналам наземных радиостанций путём непрерывного измерения курсового угла радиостанции (КУР).

Курсовой угол радиостанции — угол, заключённый между продольной осью воздушного судна и направлением на радиостанцию, отсчитываемый по часовой стрелке.



Истинный курс (ИК) самолёта (угол между направлением на север и продольной осью самолёта).

Зная эти углы, можно вычислить **истинный пеленг радиостанции (ИПР)** - угол между направлением на север и направлением на принимаемую радиостанцию, а по пеленгу радиостанции можно определить и **истинный пеленг самолёта (ИПС)**, т. е. угол между направлением на север в точке А расположения наземной радиостанции и направлением на самолёт.



Автоматический радиокompас



Наиболее распространенным типом самолётных радиопеленгаторов является так называемый **радиокompас** - устройство, с помощью которого можно производить отсчёт углов сразу же после настройки на принимаемую радиостанцию.

Радиокompас называется автоматическим потому, что после настройки на несущую частоту радиостанции он без участия человека (оператора) непрерывно измеряет значение КУР который отображается на стрелочном или цифровом индикаторе, а также может передаваться в бортовую навигационную систему.

Совместно с курсовыми приборами радиокompас позволяет экипажу в любых метеоусловиях, в любое время суток решать следующие навигационные задачи:

- выполнять полёт с заданным КУР с непрерывной визуальной индикацией курсового угла;
- определять пеленг радиостанции по указателю курса с использованием курсовой системы;
- работать в качестве резервного связного радиоприёмника.



Автоматический радиокompас

По назначению и диапазону частот АРК делятся на две группы — **средневолновые (навигационные) и аварийные (поисковые), работающие в УКВ (метровые волны) диапазоне.**

- **Средневолновые АРК** предназначены для обеспечения полётов по приводным (ПРС) и ширококвотательным (ШРС) радиостанциям, путём непрерывного измерения КУР. Диапазоны рабочих частот средневолновых АРК от 150 кГц до 1299,5 кГц или до 1749,5 кГц, или до 1799,5 кГц.
- **Аварийные АРК** применяются для вывода на аварийную УКВ радиостанцию или аварийный радиомаяк при поисково-спасательных работах. Диапазон частот поискового АРК находится в пределах 100—150 МГц.

Действие самолётных радиопеленгаторов основано на одновременном приёме сигналов радиостанции на две антенны — рамочную антенну и ненаправленную. **Необходимым условием работы таких радиопеленгаторов является вертикальная поляризация принимаемых радиоволн, что в используемых диапазонах средних и длинных волн практически всегда выполняется ввиду специфики антенн радиопередатчиков и преобладания поверхностного механизма распространения радиоволн.**



Автоматический радиокompас

Автоматический радиокompас построен по классической схеме автоматического радиопеленгатора, где заложен принцип сравнения амплитуд принимаемых сигналов на входе приемника и со следящим приводом на выходе, то есть принцип воздействия выходных сигналов приемника на его вход.

Радиокompас может иметь три режима работы:

- **"Компас"** - основной режим работы, который используется для автоматического пеленгования. Принцип работы состоит в приеме и сложении сигналов от двух антенн - ненаправленной и рамочной.
- **"Антенна"** - радиокompас работает как обычный средневолновый радиоприемник, принимает сигналы только через ненаправленную антенну. При этом отключаются звуковой генератор, рамочный вход, один из каскадов усилителя компасного выхода и управляющая схема. Режим "Антенна" предназначен для прослушивания и опознавания позывных сигналов радиомаяков.
- **"Рамка"** - вспомогательный режим работает, при котором радиокompас работает только с рамочной антенной и используется в условиях интенсивных электростатических помех. При помощи кнопки "Рамка" на пульте управления производят ручную вращение искательной катушки и по минимальной слышимости сигнала определяют пеленг на радиостанцию.



Теоретические основы радионавигации

Автоматический радиокompас

Радиокompас с поворотной рамочной антенной

Определение КУР с помощью радиокompаса основано на использовании направленных свойств рамочной антенны.

АРК содержит рамочную антенну с диаграммой направленности в виде восьмерки и ненаправленную антенну.

Максимумы диаграммы наблюдаются при ориентации плоскости рамочной антенны на радиостанцию.

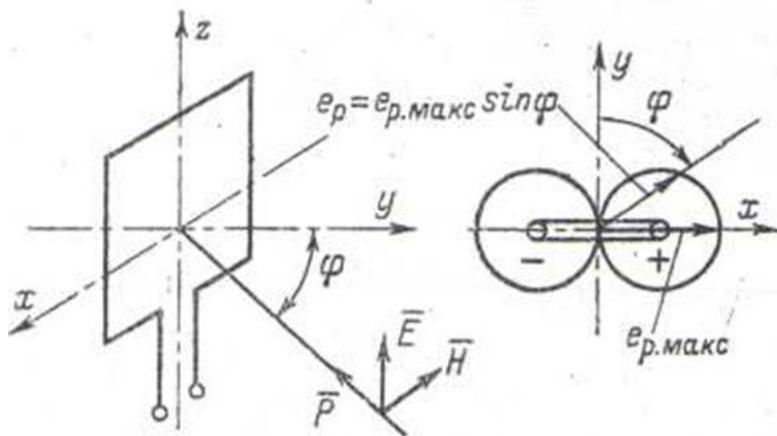
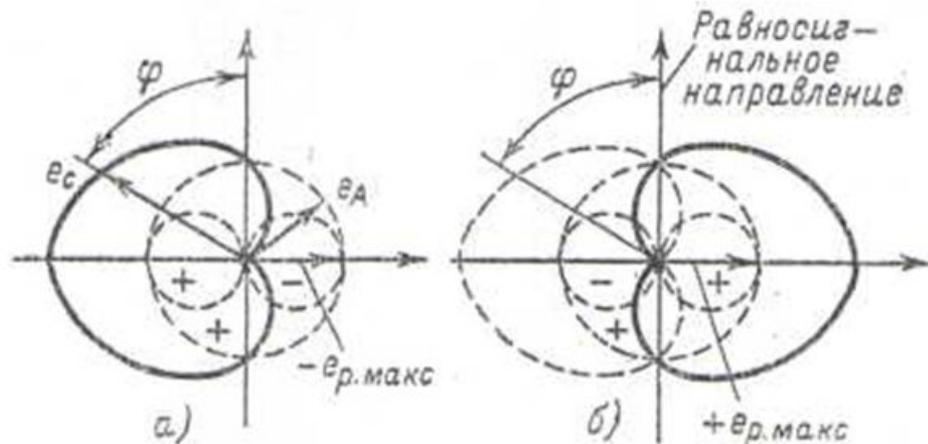


Диаграмма направленности рамочной антенны



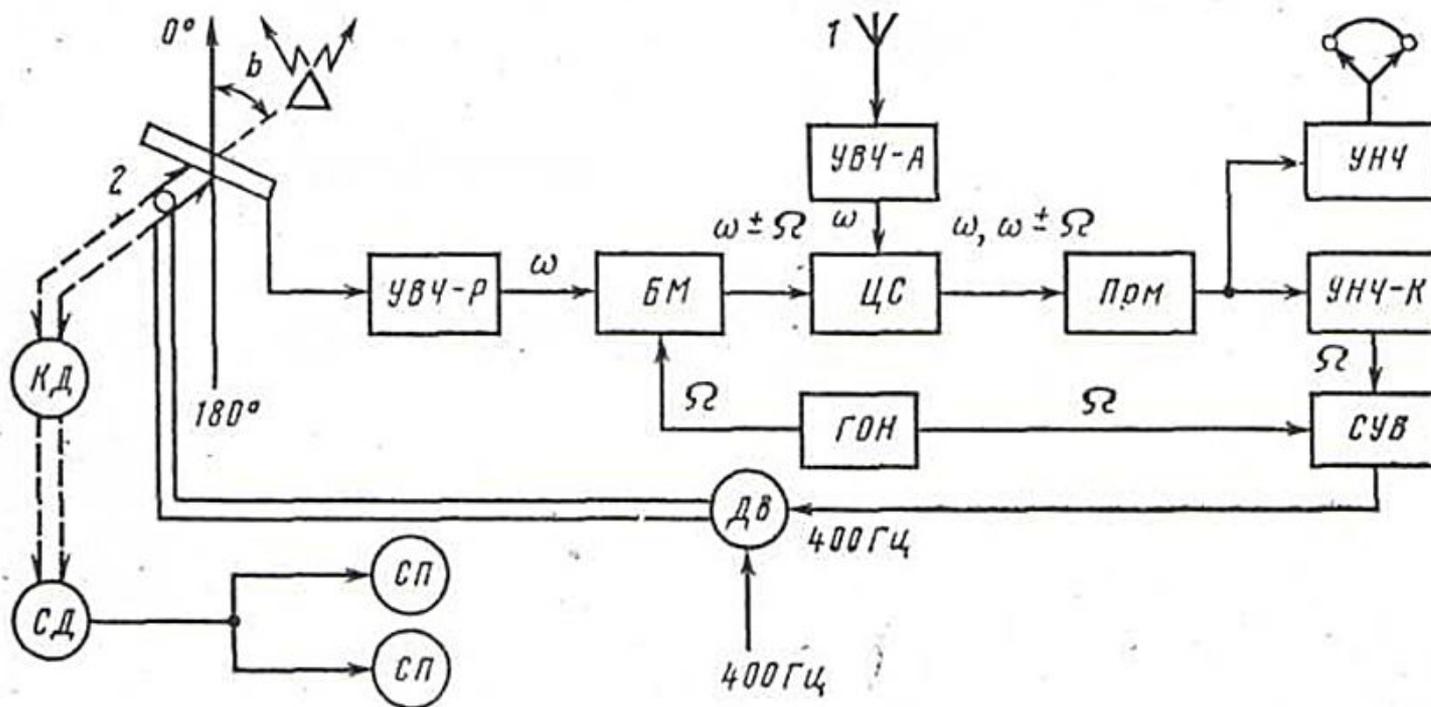
Суммарная диаграмма направленности антенной системы АРК

Пеленгацию АРК производит равносигнальным методом. Равносигнальное направление образуется путем периодического изменения (с частотой несколько десятков герц) фазы напряжения рамки, в результате чего с такой же частотой изменяется на 180° направление минимума кардиоиды.

Теоретические основы радионавигации

Автоматический радиокompас

Схема автоматического радиокompаса с поворотной рамочной антенной



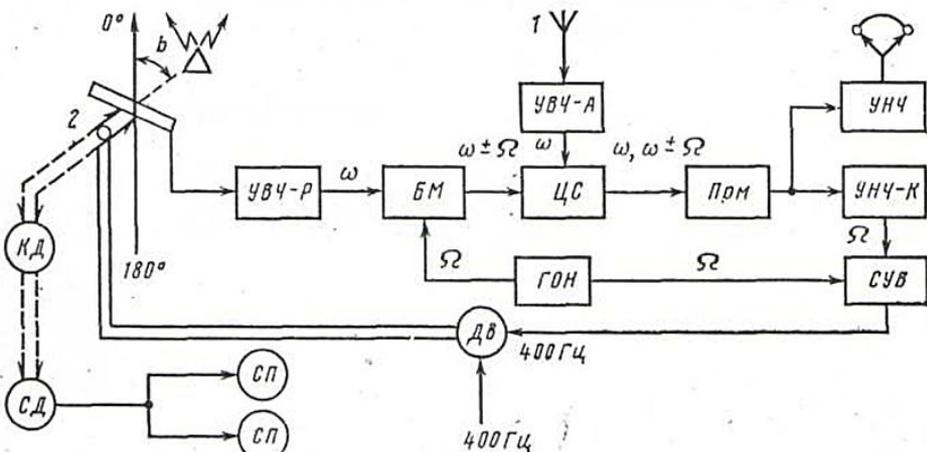
Прием сигналов пеленгуемой радиостанции производится двумя антеннами — ненаправленной 1 и направленной 2.

Пеленгацию АРК производит равносигнальным методом. Равносигнальное направление образуется путем периодического изменения (с частотой несколько десятков герц) фазы напряжения рамки, в результате чего с такой же частотой изменяется на 180° направление минимума кардиоиды.

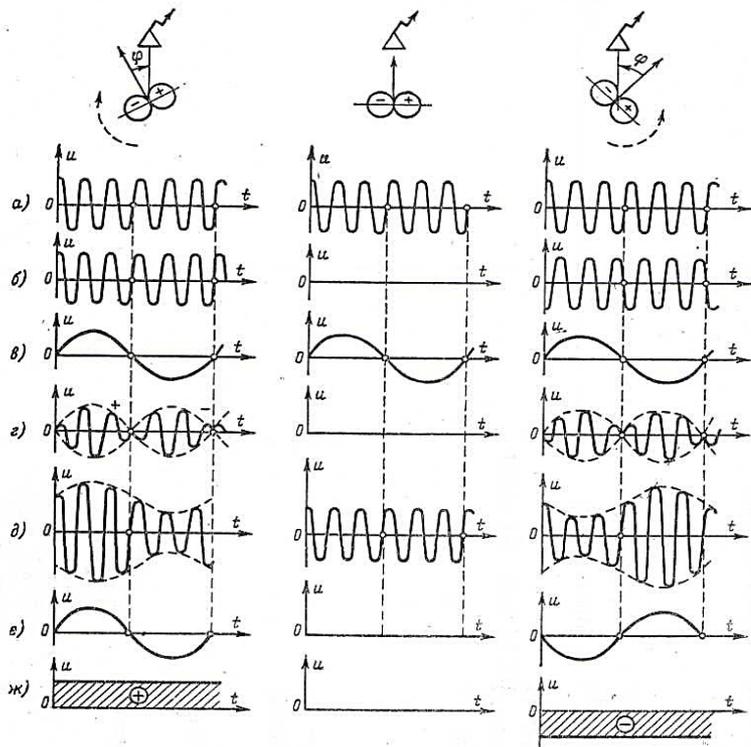
Теоретические основы радионавигации

Автоматический радиокompас

Схема автоматического радиокompаса с поворотной рамочной антенной



Сигнал рамочной антенны усиливается в УВЧ примерно до уровня сигнала ненаправленной антенны и с помощью фазированного контура поворачивается по фазе на 90° . Затем сигнал поступает на БМ, управляемый генератором низкой частоты (рис. в).



Действие балансного модулятора эквивалентно механическому переключению с заданной частотой выводов рамки для изменения фазы ее сигналов на 180° (рис. г). Суммирование сигналов рамочной и ненаправленной антенн осуществляется во входном контуре приемника (рис. д).



Теоретические основы радионавигации

Автоматический радиокompас

Радиокompас с поворотной рамочной антенной

После усиления и детектирования выделяется огибающая сигнала, которая поступает в телефонный канал для прослушивания работы пеленгуемой радиостанции.

Кроме того, формируется огибающая сигнала на частоте переключений фазы напряжения рамки, поступающая в блок управления компасного канала для автоматического управления вращением рамки (рис. е) и называемая сигналом ошибки. Его фаза зависит от направления на пеленгуемую радиостанцию. Сигнал ошибки сравнивается в фазовом детекторе с опорным сигналом, приходящим от генератора низкой частоты и имеющим неизменную начальную фазу. На выходе фазового детектора вырабатывается сигнал управления в виде постоянного тока, знак которого зависит от направления на пеленгуемый источник радиоизлучений (рис. ж). Таким образом, в результате приема радиостанции на ненаправленную и направленную антенны и обработки принятых сигналов во входной части АРК формируются АМ колебания, огибающая которых содержит информацию о направлении на принимаемую радиостанцию. Свойства полученных сигналов дают возможность определить ее пеленг. Для этих целей АМ колебания, полученные в ЦС, подаются на вход ПРМ, на выходе которого выделяется низкочастотное напряжение огибающей вида

$$u_{\text{н}} = U_m \cos\theta \cos\Omega t \quad \text{или} \quad u_{\text{н}} = U_m \cos\theta \cos\Omega t$$

в зависимости от принятого начала отсчета углов.



Теоретические основы радионавигации

Автоматический радиокompас

Радиокompас с поворотной рамочной антенной

Это напряжение через узкополосный усилитель низкой частоты УНЧ-К подается в схему управления вращением рамки СУВ, куда одновременно поступает опорное напряжение от генератора ГОН на той же частоте Ω . В схеме управления происходит преобразование частоты сигналов рассогласования в частоту переменного тока бортовой сети (400 Гц) и вырабатывается управляющее напряжение.

После отработки следящей системы нормаль к плоскости витков рамочной антенны совпадает с направлением от самолета на пеленгуемую радиостанцию, что и позволяет получить курсовой угол радиостанции. Ось рамочной антенны через компенсатор радиодевиации КД связана с сельсинной индикаторной системой, состоящей из сельсин-датчика СД и сельсин-приемника СП, с помощью которой угловое положение рамочной антенны дистанционно передается на индикатор курсовых углов.

Рассмотренная система обеспечивает однозначность отсчета пеленга, так как обладает лишь одним устойчивым положением равновесия, соответствующим истинному пеленгу.

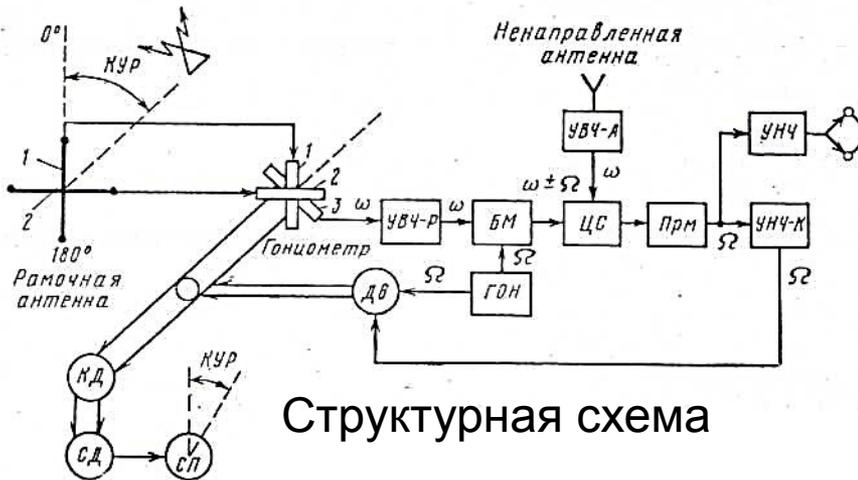
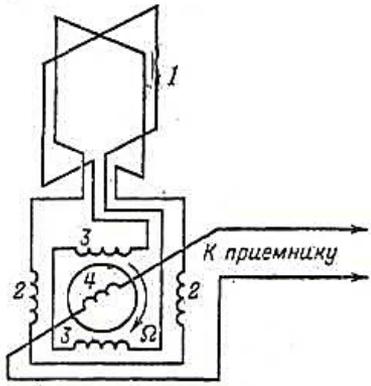


Теоретические основы радионавигации

Автоматический радиокompас

Радиокompас с гониометрической антенной

Вращающаяся рамочная антенна может быть заменена гониометрической системой, состоящей, например, из двух неподвижных взаимно перпендикулярных рамок и гониометра. Гониометр состоит из двух групп неподвижных взаимно перпендикулярных статорных обмоток 2 и 3, каждая из которых подключена к одной из рамок 1, и одной подвижной, роторной обмотки 4, которая может вращаться в магнитном поле статорных обмоток. Роторная обмотка соединяется со входом радиоприемника (при необходимости излучения сигналов — с выходом радиопередатчика).



Структурная схема



Теоретические основы радионавигации

Автоматический радиокompас