

**НАВИГАЦИОННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ, ОПРЕДЕЛЯЕМЫЕ С ПОМОЩЬЮ  
УГЛОМЕРНЫХ РАДИОНАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ.  
АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ.**

**В.Л.Артемук 1), Д.Н. Дридигер 2), Кобби Питер Джон Лео 3)**

1) преподаватель 4 факультета авиационного Краснодарского высшего военного авиационного училища летчиков, г. Балашов, Россия, [vladimir\\_artemuk@mail.ru](mailto:vladimir_artemuk@mail.ru)

2) преподаватель 4 факультета авиационного Краснодарского высшего военного авиационного училища летчиков, г. Балашов, Россия,

3) слушатель 4 факультета авиационного Краснодарского высшего военного авиационного училища летчиков, г. Балашов, Россия, гражданин Республики ЮАР, г. Притория.

**Аннотация:** в данной статье рассматриваются требования, предъявляемые к навигационным системам при использовании угломерных радионавигационных комплексов.

**Ключевые слова:** навигация, радиокompасы, радионавигационное оборудование.

**NAVIGATION ALVIASY, RIGHT WITH THE CORNER RADIONAVIGATION  
SYSTEMS.**

**ANALYSIS OF THE ACCURACY OF THEIR DEFINITION.**

**V.L.Artemuk 1), D.N. Dridiger 2), Cobby Peter John Leo 3)**

1) teacher 4 faculty aviation of Krasnodar higher military aviation pilot school, v. Balashov, Russia,

[vladimir\\_artemuk@mail.ru](mailto:vladimir_artemuk@mail.ru)

2) teacher 4 faculty aviation of Krasnodar higher military aviation pilot school, v. Balashov, Russia,

3) A student of the 4th Faculty of Aviation Krasnodar Higher Military Aviation School of Pilots, Balashov, Russia, a citizen of the Republic of South Africa in Pritoria.

**Abstract:** this article examines the requirements for navigation systems when using angler radio navigation systems.

**Keywords:** navigation, radio compasses, radio navigation equipment.

Рассмотрим применение угломерных радионавигационных систем для определения навигационных элементов.

1) КУР – курсовой угол радиостанции. Наиболее легко он определяется с помощью радиокompасной системы. При применении этой системы КУР снимается непосредственно с неподвижной шкалы любого типа указателя, кроме СУШ, на котором для отсчета КУР необходимо перевести шкалу так, чтобы 0° располагался под треугольным индексом. Также определяется КУР и радиомаячной системы, если перед определением настроить АРК на частоту маяка и использовать этот маяк как привод. Если мы используем радиопеленгаторную систему, то КУР можно вычислить по радиосвязной системе, используя формулы:  $KUR = MPP - MK$ ,  $KUR = IPP - IK$ , где  $IK = MK + (\pm \Delta M)$ .

2) ПР – пеленг радиостанции. Этот элемент наиболее легко определяется при использовании радиопеленгаторной системы. При запросе пеленга в телефонном режиме используется кодовое слово «Прибой», по которому на борт самолета сообщается пеленг самолета, измеренный от магнитного меридиана места установки пеленгатора и измененный на  $180^\circ$ , т.е. «Прибой» = МПС  $\pm 180^\circ$

«Прибой» практически равен магнитному курсу для полета на радиопеленгатор. Можно также получить и истинный пеленг радиостанции: ИПР = «Прибой» + ( $\pm \Delta M$ )

Пеленг радиостанции можно также получить и с помощью радиокомпасной системы, причем это значительно упрощается, если система имеет указатели типа СУШ или УГР.

Так, для определения МПР по СУШ необходимо подвести  $MK_{\text{полета}}$  под индекс треугольника и отсчитать МПР против стрелки, на указателе УГР шкала автоматически поворачивается на МК или ИК и против стрелки на этой подвижной шкале считываем соответственно МПР или ИПР (если установлено  $\Delta M$  на КМ-8).

Если используется указатель типа СУП, то МПР и ИПР можно получить, считывая КУР и используя формулы:  $MPR = MK - KUR$ ,  $IPR = MK + (\pm \Delta M) + KUR$ .

Радиомаячная система, как и в случае определения КУР используется как привод для радиокомпасной системы.

3) МС – место самолета – один из наиболее важных навигационных элементов. Рассмотрим его более подробно.

С помощью радиокомпасной системы МС определяется в общем также, как и с помощью радиопеленгаторной, различие состоит лишь в том, что при использовании радиокомпасной системы ИПС рассчитывается по более сложной формуле.

Радиопеленгаторная система сразу выдает нам МПР, откуда

$$MPC = MPR \pm 180^\circ, \quad IPS = MPC - (\pm \Delta M).$$

При использовании радиокомпасной системы с указателями СУШ получаем ИПС на противоположном конце стрелки при установке ИК под треугольник. На УГР считываем ИК также с обратного конца стрелки по подвижной шкале. Если же указатель типа СУП, то ИПС рассчитываем при известном МК и  $\Delta M$ :

$$IPS = MK + KUR + (\pm \Delta M) \pm 180^\circ$$

При определенном вышеназванными способами ИПС существует четыре способа определения МС:

**1) *одновременный пеленг самолета (самолётом) двумя (двух) радиостанциями.***

Осуществляется при наличии на самолете двух комплектов АРК (УКВ - радиостанция). На карту предварительно наносится оцифрованная сетка изолиний радиопеленгов с двух радиостанций, или наносятся два ИПС непосредственно во время полета при определении МС. Точка пересечения двух пеленгов и будет местом самолета.

**2) пеленгование двух радиостанций одним АРК в разное время.**

Этот способ применяется, если на борту имеется только один комплект АРК (УКВ - радиостанции). При этом необходимо произвести следующие действия:

- определить МПС<sub>1</sub> от первой радиостанции и заметить время  $T_1$ ;
- определить МПС<sub>2</sub> от второй радиостанции и заметить время  $T_2$ ;
- нанести на карту две линии положения, соответствующие полученным пеленгам;
- рассчитать путь самолета за время пеленгования:  $S = W(T_2 - T_1)$ ;
- первую линию положения перенести параллельно самой себе на расстояние  $S$  в направлении путевого угла.

Точка пересечения перенесенной линии с линией положения от второй радиостанции является местом самолета к моменту  $T_2$ .

**3) пеленгование одной радиостанции в разное время.**

Если в данном районе полетов имеется только одна радиостанция, место самолёта можно определить следующим образом:

- определить первую линию положения самолета, заметить время  $T_1$ ;
- продолжить полёт с постоянным курсом, пока КУР не изменится на  $30^\circ$  или более. Определить вторую линию положения самолета и заметить время  $T_2$ ;
- рассчитать путь самолета  $S = W(T_2 - T_1)$ ;
- первую линию перенести параллельно самой себе на расстояние  $S$  в направлении путевого угла.

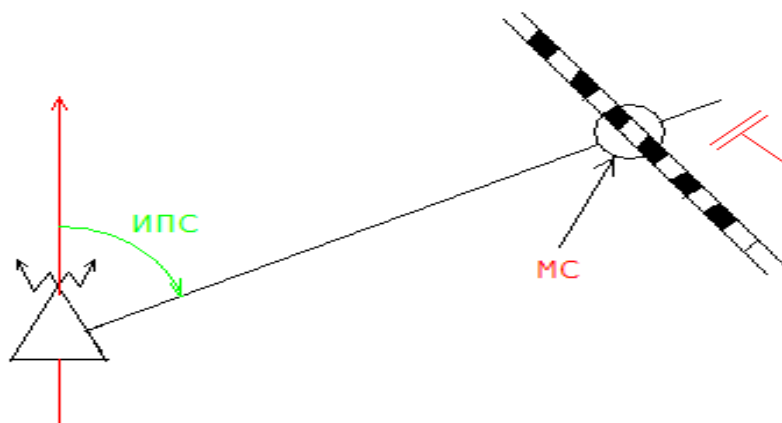
Точка пересечения перенесенной линии и второй линии положения будет местом самолета к моменту времени  $T_2$ .

Наилучшие результаты этот способ дает в том случае, когда пеленгуемая радиостанция расположена слева или справа от линии пути на удалении 100...150 км.

**4) определение МС по пеленгу радиостанции и опознанному линейному ориентиру.**

Этот способ удобно применять, если полет выполняется вблизи опознанного линейного ориентира.

Пеленгуя радиостанцию, находящегося сбоку от этого линейного ориентира, можно определить место самолета как точку пересечения линии положения с линейным ориентиром.



Рассмотрим использование радиопеленгаторной системы. При этом линией положения будет ортодромия, направление которой характеризуется величиной пеленга самолёта, измеренного в точке расположения пеленгатора.

Штурман по величине пеленга, переданного по радио, определяет по карте линию положения непосредственным графическим построением или интерполяцией между заранее нанесенными изолиниями радиопеленгов.

При графическом методе ортодромия прокладывается от радиопеленгатора в виде прямой под углом к  $C_{\text{уравным}}$  ИПС. Замена ортодромии на прямую, производится с учетом поправки  $U$  на кривизну ортодромии. Точность не изменится и без учета поправки, если  $U \leq$  одной трети среднеквадратической ошибки, характеризующей

$$\text{точность измерения пеленга: } U \leq \frac{1}{3} \sigma_r$$

С учетом указанного требования для различных проекций карт выполнен расчет допустимой длины ортодромии, которую можно заменять прямой:

- на картах 1:2000000 1:1000000 поликонической и конической проекций

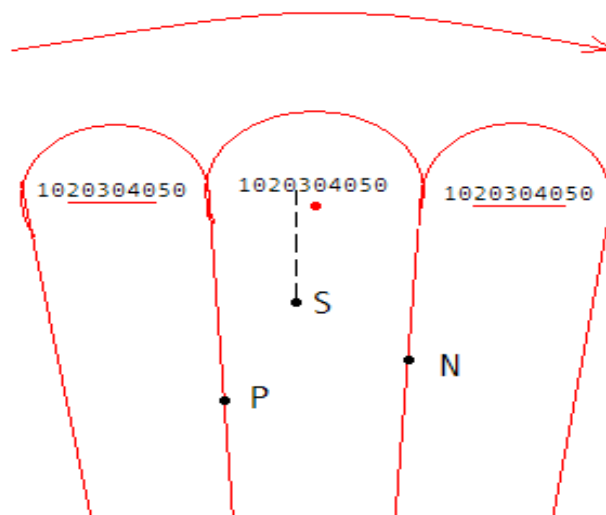
допустима замена ортодромией 600...1000 км длиной с точностью  $\sigma_r = 1,5...2^\circ$ .

- на картах стенографической проекции длина составляет 500 км, а с учетом поправки  $U$  длина заменяемой ортодромии составляет 2500 км.

Теперь рассмотрим определение МС с помощью радиомаячной системы.

Для уяснения сущности пеленгации вспомним особенности диаграммы направленности ВРМ-5. Она многолепестковая, каждый «лепесток» излучает точку или тире и за период 1 мин. вся диаграмма поворачивается на расстояние одного лепестка.

Очевидно, что за один цикл работы маяка, самолет находящийся в точке  $N$  примет 60 «точек»; в точке  $P$  60 «тире»; а в точке  $S$  до равносигнальной зоны 25 «точек», а после 35 «тире».



Таким образом, мы определяем угловое отклонение от равносигнальной зоны, соответствующую полученному числу, при необходимости выполнить интерполяцию.

Общее время определения линии положения составляет 1...1,5 мин. Точность определяется среднеквадратической ошибкой и равна 0.5...0.8° днем и 1° ...3° ночью и зависит от быстроты и точности действий экипажа при подсчете сигналов. Точность этой системы достаточно высокая в сравнении с точностью радиопеленгаторной системы, которая зависит от длины волны пеленгатора и составляет:

- 1) КВ пеленгатор – 1.5-2° ближнего действия,
- 2) КВ пеленгатор дальнего действия 0,7...0.9°;
- 3) УКВ пеленгатор 2...3°.

#### **Список использованных источников:**

1. Хачемизов, Б.А. Самолётовождение. Часть 2. Применение радиотехнических, астрономических средств самолётовождения и комплексных навигационных систем [Текст]: учебник для курсантов вузов штурманов / Б.А. Хачемизов, А.В. Хрюков, Н.Л. Якутов, Н.И. Ефимов, К.Н. Крылов, Н.Д. Сметана; под ред. В.М. Лавского [утв. Главнокомандующим ВВС] – М.: Воениздат, 1974. – 403с.

2. Чёрный, М.А. Воздушная навигация [Текст]: учебник для курсантов средних специальных учебных заведений гражданской авиации / М.А. Чёрный, В.И. Кораблин [доп. управлением учеб. заведений МГА] – изд. 4-ое, перераб. доп. – М.: «Транспорт», 1991. – 431с.

3. Вычужанин В. Б., Борсоев В. А. Методы повышения достоверности передачи данных по спутниковым каналам связи при УВД с автоматическим зависимым наблюдением // Современные проблемы радиоэлектроники : сб. науч. ст. Краснояр. гос. техн. ун-та. М. : Радио и связь, 2006. С. 446-450.