

УДК 629.73.08; 629.7.004.67

СТАНДАРТНЫЙ РАДИОМАЯК ТИПА VOR

С. О. Майнашева

Научный руководитель – В. М. Мусонов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: pnk-sibsau@mail.ru

Первыми навигационным средством стали радиомаяки (NDB – Non-directional beacon). Это радиостанция, которая передает во все стороны свой опознавательный сигнал на определенной частоте. Приемник на ВС просто указывает направление на такой радиомаяк. Для определения позиции ВС нужно не менее 2-х радиомаяков. Однако точность NDB со временем стала недостаточной. Тогда инженерами был создан VOR всенаправленный радиомаяк. Работа освещает вопросы, касающиеся основных принципов работы радиомаяка системы VOR. Рассматриваются принцип действия, параметры и структура стандартного радиомаяка VOR.

Ключевые слова: радиомаяк VOR, навигация.

CHANNEL SIGNALS VOR

S. O. Maynasheva

Scientific supervisor – V. M. Musonov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: pnk-sibsau@mail.ru

The first navigation devices have become the beacons (NDB – Non-directional beacon). This radio station, which transmits in all directions your identification signal at a certain frequency. The receiver on the aircraft simply indicates the direction of such a beacon. To determine the position of the aircraft need not less than 2 beacons. However, the accuracy NDB eventually became insufficient. Then the engineers was established VOR all directional radio beacon. The work covers issues relating to the basic principles of operation of the beacon system VOR. Examines the principles, parameters and structure of the standard VOR.

Keywords: beacon VOR, navigation.

Всенаправленный азимутальный радиомаяк АРМ – вид радионавигационной системы, предназначенной для определения положения воздушного судна [1]. Станция VOR (VHF Omnidirectional Radio Range, всенаправленный радиомаяк УКВ диапазона) передает в эфир позывные и информацию, которая позволяет бортовым радионавигационным системам определить угловое положение воздушного судна относительно станции. Данные с двух станций VOR или сочетание информации VOR с данными DME (Distance Measuring Equipment), всенаправленного дальномерного радиомаяка ДРМ позволяет однозначно определить положение самолета. Система VOR/DME относится к системам ближней навигации СБН.

СБН обслуживают зону, в пределах которой возможен прием сигналов наземных радиомаяков РМ, работающих в диапазоне ультракоротких волн. При высотах полета порядка 10 км диаметр этой зоны (дальность прямой видимости) не превышает 420 км. В основу СБН положено определение азимута и дальности до наземного радиомаяка, радионавигационной точки РНТ. Угломерно-дальномерные СБН по виду информативного параметра сигнала относятся к временным (импульсным) и фазовым РНС.

Система VOR/DME основана на фазовом методе определения азимута и временном методе определения дальности. Система образуется при территориальном совмещении АРМ типа VOR и ДРМ

типа DME, которые могут использоваться самостоятельно, образуя соответственно угломерную или дальномерную СБН. На борту ЛА для определения азимута и дальности служат отдельные устройства. АРМ работает в диапазоне метровых, а ДРМ – дециметровых волн.

Принцип действия стандартного VOR (рис. 1) основан на формировании амплитудно-модулированного АМ сигнала [2]. Антенная система АРМ состоит из 2-х антенн (рис. 1, а). Первая – центральный вибратор ЦВ с круговой диаграммой направленности ДН – излучает сигнал опорной фазы (рис. 1, б), вторая – антенна вращающегося поля АВП с частотой 30 Гц формирует сигнал переменной фазы (рис. 1, в). ДН АВП, имеет форму вращающейся окружности со смещенным центром. Азимут ВС равен фазовому сдвигу между сигналами опорной и переменной фазы.

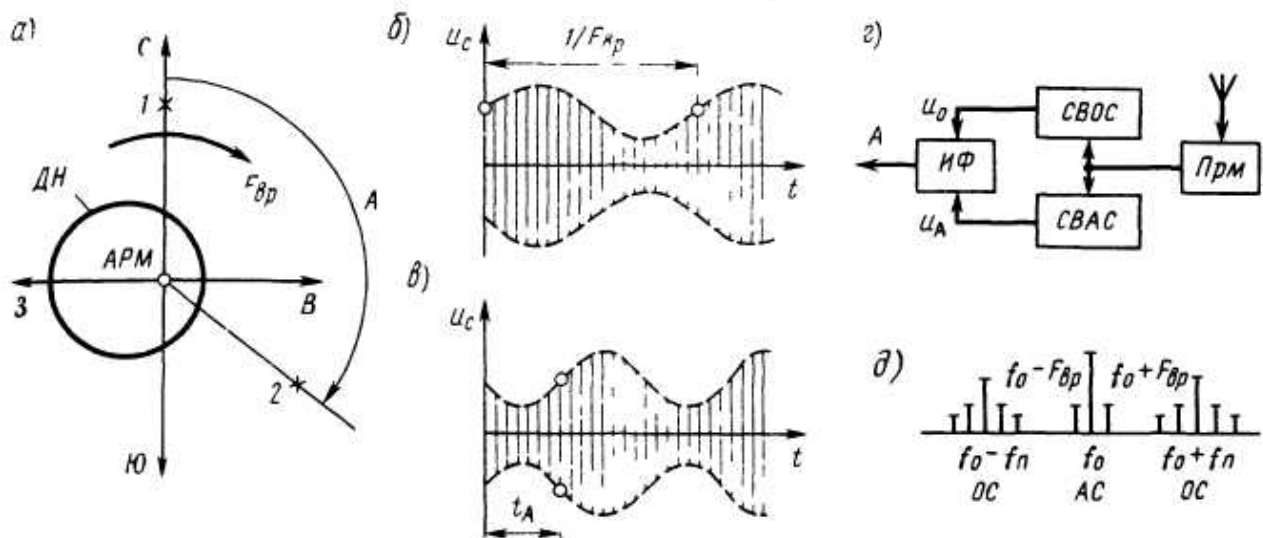


Рис. 1. Канал азимута системы VOR/DME:

а – ДН антенн АРМ; б и в – огибающие сигналов, принимаемых в точках 1 и 2 (модуляция поднесущей частотой не показана); г – упрощенная структурная схема бортовой аппаратуры; д – спектр принимаемого сигнала

Для определения азимута с помощью схемы выделения опорного сигнала СВОС (рис. 1, г) получают из принятого сигнала опорное напряжение с частотой 30 Гц, а – схемы выделения азимутального сигнала переменной фазы СВАС формируют сигнал переменной фазы. Измеритель разности фаз ИФ формирует электрическое напряжение, пропорциональное азимуту ВС.

Азимутальный радиомаяк VOR состоит из антенной системы, передающего устройства и контрольно-юстировочной аппаратуры. Электронная часть – съемные функциональные модули размещена в аппаратной кабине под антенной системой АРМ. Предусмотрены дистанционное управление и контроль АРМ. Основные параметры радиомаяков VOR удовлетворяют нормам ICAO.

Антенная система АРМ состоит из ненаправленной антенны ННА и антенны вращающегося поля АВП (рис. 2). Антенны выполнены методом печатного монтажа и представляют собой единую конструкцию из двух скрещенных диполей (АВП) и четырех сегментов (ННА), расположенных между диполями. Сегментная ННА имеет ДН, отклоняющуюся от идеальной окружности не более чем на 0,25 дБ и запитывается амплитудно-модулированным сигналом АМС. Диполи АВП питаются от электронного гониометра ЭГ балансно-модулированными сигналами БМС [3] со сдвигом по фазе на 90° модулирующих колебаний частоты 30 Гц. Благодаря этому создается вращающееся с частотой 30 Гц электромагнитное поле ЭМП с ДН, имеющей форму восьмерки.

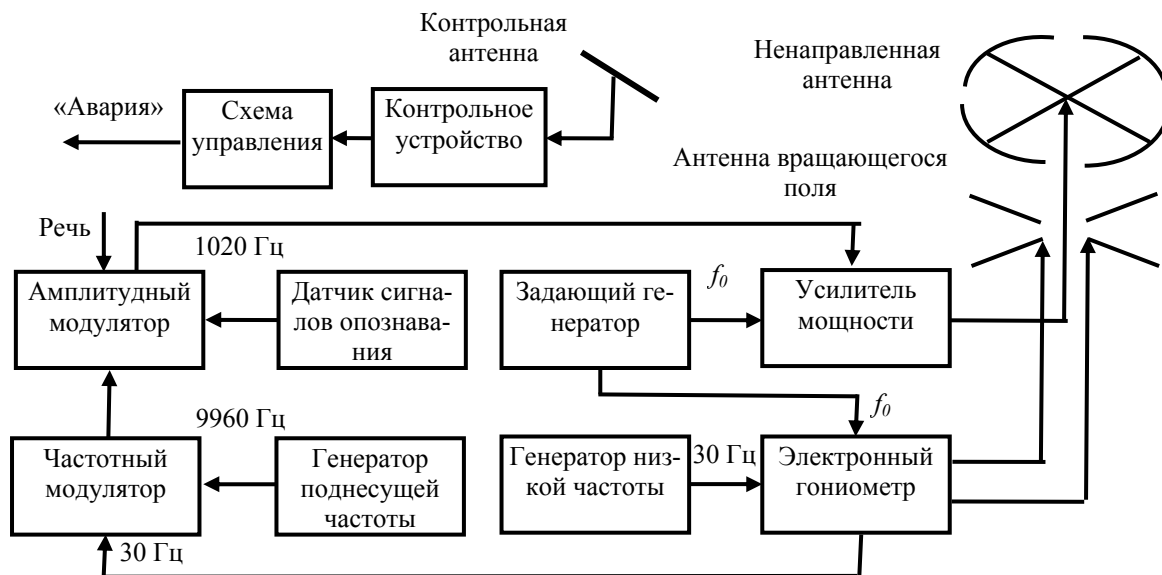


Рис. 2. Структурная схема радиомаяка VOR

При сложении излучаемых полей АМС и БМС получается амплитудно-модулированное ЭМП, в котором добавляется модулирующая составляющая с частотой ЧМ поднесущей, содержащей опорное напряжение 30 Гц.



Рис. 3. Внешний вид радиомаяка VOR

Аппаратура контроля содержит контрольную антенну КА – диполь, устанавливаемый у края противовеса, контрольное устройство и схему управления, которая в случае отказа АРМ выдает сигнал «Авария».

В настоящее время находят применение усовершенствованные АРМ доплеровского типа DVOR, имеющие более высокую точность определения координат.

Внешний вид АРМ VOR приведен на рис. 3.

Аппаратная часть размещена в домике контейнерного типа, на крыше которого размещены АВП и ННА. Электропитание АРМ подается по подземному силовому кабелю.

Библиографические ссылки

1. Беляевский Л. С., Новиков В. С., Олянюк П. В. Основы радионавигации : учеб. для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. / под ред. Л. С. Беляевского. М. : Транспорт, 1992.
2. Сосновский А. А. Авиационная радионавигация : справ. 1990.
3. Мусонов В. М., Чижиков В. А. Радиоэлектроника и схемотехника / СибГАУ. Красноярск, 2013.