

УДК 629.7.058.4

*Лучников Игорь Владимирович*  
*старший преподаватель кафедры «Систем автоматизированного*  
*управления»*

*ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный*  
*Университет гражданской авиации»*

*им. А.А. Новикова*

*Россия, г. Санкт-Петербург*

*Глухов Олег Андреевич,*

*студент 3 курса факультет «Летной эксплуатации» ЛЭГВС*

*«Летная эксплуатация гражданских воздушных судов»*

*ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный*  
*Университет гражданской авиации»*

*им. А.А. Новикова*

*Россия, г. Санкт-Петербург*

## **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ VOR/DME**

*Аннотация:* В данной статье рассмотрены основные характеристики системы VOR/DME, принципы действия данной системы, измеряемые параметры, а также классификация радиомаяков VOR и направления развития данной системы в будущем.

*Ключевые слова:* пеленг, радиомаяк, аэронавигация, модуляция.

## **PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF VOR/DME**

*Annotation:* This article discusses the main characteristics of the VOR/DME system, the principles of operation of this system, measured parameters, as well as

*the classification of VOR beacons and directions for the development of this system in the future.*

**Key words:** *bearing, beacon, aeronavigation, modulation.*

## **Введение**

Радиомаячная угломерная система VOR (Very High Frequency Omnidirectional Range) включает в себя наземное оборудование – радиомаяк VOR и бортовое оборудование, принимающее сигналы этого радиомаяка.

Система работает в УКВ диапазоне на частотах от 108,0 до 117,95 МГц, что соответствует длине волны около 3 м. В принципе, частоты радиомаяков всегда кратны 0,05 МГц (50 кГц), например 108,05 МГц, 110,80 МГц, 112,65 МГц и т. д. Во многих регионах мира для радиомаяков используют те частоты, которые кратны 1/10 мегагерца, и тогда вместо, например, 110,80 указывают 110,8 МГц.

Для правильного применения системы VOR необходимо иметь представление от том, как она работает.

## **Принцип работы.**

На одной и той же несущей частоте радиомаяк изучает два вида сигналов по двум диаграммам направленности: опорный сигнал и переменный сигнал. Опорный сигнал промодулирован по частоте огибающей синусоидой с частотой 30 Гц и имеет круговую диаграмму направленности, то есть излучается одинаково во все стороны. В любой точке пространства фаза огибающей опорного сигнала одинакова.

В направлении на север, где пеленг равен нулю, фазы огибающих опорного и переменного сигналов совпадают. По любому другому направлению эти два сигнала оказываются сдвинутыми по фазе как раз на

такую величину, которая равна углу между северным направлением и данным направлением.

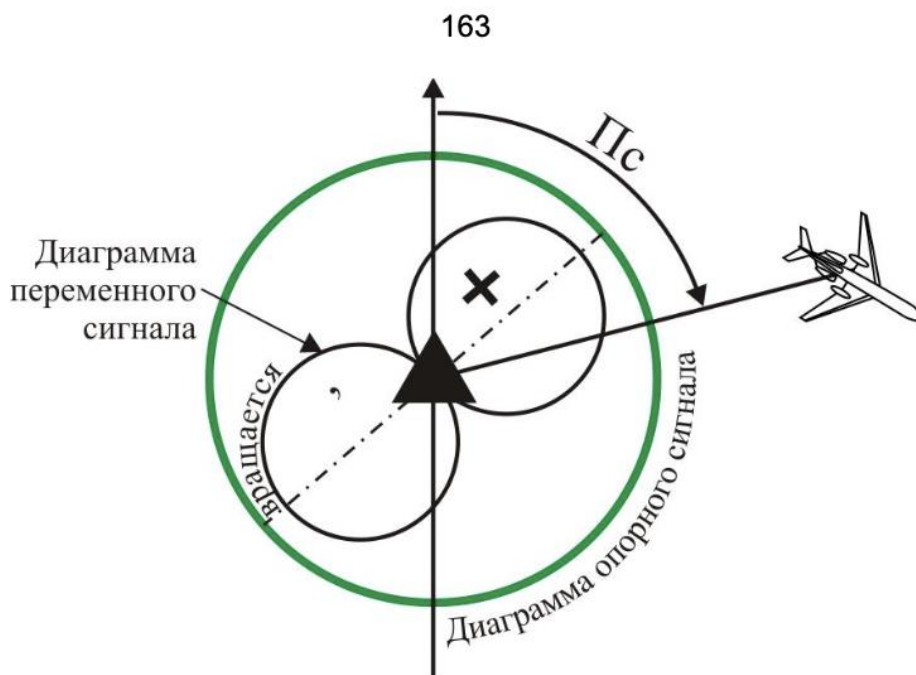


Рисунок 1. Диаграммы направленности VOR

### Обозначение VOR на картах

Символы, обозначающие радиомаяк VOR, различаются на картах, выпускаемых разными фирмами, а также на разных видах карт одной и той же фирмы. Наиболее часто используется небольшой символ азимутального круга – кружок с градусными делениями.

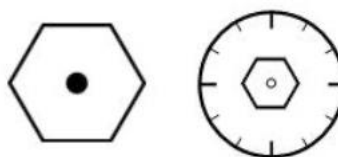


Рисунок 2. Символы радиомаяка VOR на современных маршрутных картах компании Джебесен

## Классификация радиомаяков VOR

VOR является одним из самых давно используемых навигационных средств. За годы эксплуатации конструкция маяков неоднократно совершенствовалась.

За рубежом маяки классифицируются в зависимости от объема воздушного пространства, в котором предполагается их применение. Поскольку маяки работают в УКВ-диапазоне, то в принципе максимальная дальность их действия определяется дальностью прямой видимости и зависит от высоты полета.

- Радиомаяки класса T – предназначены для навигации в районе аэродрома и должны обеспечивать получение навигационной информации на высотах от 300 до примерно 4000 м на удалении не менее 25 морских миль.
- Радиомаяки класса L – должны обеспечивать прием сигнала от них на высотах от 300 м до 18000 футов на удалении до 40 морских миль.
- Радиомаяки класса H – должны обеспечивать прием сигнала на высотах:
  - От 300 м до 14500 футов до удаления 40 морских миль
  - От 14 500 футов до 60 000 футов на удалении до 100 морских миль
  - От 18 000 футов до 45 000 футов до удаления 130 морских миль

## Классификация VOR/DME

Классификация системы VOR/DME может быть основана на различных аспектах, таких как частотная полоса, применение и точность. Рассмотрим каждый из этих аспектов подробнее:

### 1. Частотная полоса:

Система VOR/DME может работать на разных частотах, которые могут быть классифицированы следующим образом:

— VOR/DME (108-117,95 МГц) — это частотный диапазон, который используется для воздушной навигации в большинстве стран.

— VORTAC (108-117,95 МГц) — эта система является комбинированной системой VOR и TACAN (Tactical Air Navigation), которая используется в гражданской и военной авиации.

— DVOR/DME (328,6-335,4 МГц) — это частотный диапазон, который используется в некоторых странах и обеспечивает более высокую точность и надежность.

## 2. Применение:

Система VOR/DME может быть использована в различных случаях и условиях, включая следующие:

— Воздушная навигация: система VOR/DME является основным средством навигации для воздушных судов во время взлета, посадки и полета по воздушным маршрутам.

— Воздушные путевые точки: система VOR/DME используется для определения точного положения воздушных путевых точек, что позволяет пилотам планировать маршрут и держаться по нему.

— Авиационные карты: информация от системы VOR/DME также может быть использована для построения авиационных карт, которые предоставляют пилотам важные данные о навигационных точках и расстояниях.

## 3. Точность:

Системы VOR/DME также могут быть классифицированы по точности, которую они предоставляют. Обычно, системы VOR/DME могут обеспечивать следующие уровни точности:

— Standard VOR/DME: точность в пределах  $\pm 1^\circ$  по азимуту и  $\pm 3,5^\circ$  по углу места.

— Doppler VOR/DME: улучшенная точность, которая обеспечивает точность до  $\pm 0,3^\circ$  по азимуту и  $\pm 1^\circ$  по углу места.

— Advanced VOR/DME: наиболее точная система, которая может обеспечивать точность до  $\pm 0,1^\circ$  по азимуту и  $\pm 0,4^\circ$  по углу места.

Таким образом, классификация системы VOR/DME может быть основана на частотной полосе, применении и точности, что позволяет пилотам выбрать наиболее подходящую систему для выполнения конкретных задач навигации в зависимости от условий полета и требуемой точности.

### **Перспективы развития VOR/DME**

Система VOR/DME была разработана еще в 1940-х годах и с тех пор она стала одной из самых надежных и широко используемых систем навигации в авиации. Однако, в последние годы произошел значительный прогресс в области навигационных технологий, и VOR/DME стал сталкиваться с некоторыми ограничениями.

Радиомаяки непрерывно совершенствуются. PVOR является дальнейшим развитием системы. Он имеет диаграмму направленности в виде нескольких лепестков. Для устранения вызванной этим неоднозначности используются два канала измерения пеленга: грубый и точный. PVOR обеспечивает более точное и менее подверженное помехам измерение пеленга.

DVOR (доплеровские VOR) являются более точными, но и более сложными. В таких радиомаяках опорный сигнал имеет амплитудную модуляцию, а переменный сигнал – частотную, то есть как раз наоборот по сравнению с обычными радиомаяками. Это способствует уменьшению помех, например, от местных предметов вблизи радиомаяка.

Одним из основных ограничений VOR/DME является его ограниченная дальность. В настоящее время максимальная дальность передачи VOR/DME составляет около 200 морских миль (370 километров). Это означает, что в некоторых отдаленных регионах и на больших высотах VOR/DME может быть недоступен для надежной навигации.

В связи с этим, в последние годы в авиации все большую популярность получают новые системы навигации, такие как GNSS (Global Navigation Satellite System), которые основываются на спутниковых сигналах и имеют большую покрытие и более точное определение местоположения.

Однако, несмотря на ограничения VOR/DME, она по-прежнему является важной системой навигации, особенно в регионах с развитой инфраструктурой радионавигации. В некоторых случаях VOR/DME используется в качестве резервной системы навигации или для дополнительных проверок данных от других систем.

### **Заключение**

Несмотря на некоторые ограничения, система VOR/DME остается важной и надежной системой навигации в авиации. Однако с развитием новых технологий и других систем навигации, VOR/DME может быть заменена или использована как резервная система в будущем. Классификация VOR по дальности и направлению распространения сигнала позволяет авиационным службам оптимально использовать эту систему в соответствии с их конкретными потребностями и условиями.

### **Список литературы:**

- 1) Аэронавигация. Ч. II. Радионавигация в полете по маршруту: Учебное пособие [Книга] / авт. Сарайский Ю.Н. Липин А.В., Либерман Ю.И.. - Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова, 2021. — 161-165 с.
- 2) Самолетовождение [Книга] / авт. Иткинов Х.Г. - Москва: Воениздат, 1981. — 54-57 с.