

## VOR Навигация

Последние 50 лет основным навигационным средством является VOR (VHF Omnidirectional Range navigation system), что в переводе на русский называется всенаправленный курсовой радиомаяк УКВ диапазона. Появившиеся в последнее время спутниковые навигационные системы не заменяют VOR, а дополняют их. Эта статья кратко описывает практические основы применения VOR навигации.



Радиомаяки VOR состоят из двух передатчиков. Первый передает постоянный сигнал во все стороны, в то время как второй передатчик представляет собой узконаправленный вращающийся луч, изменяющийся по фазе в зависимости от угла поворота. Принимающая аппаратура сравнивает оба сигнала и определяет «угол луча», на котором в данный момент находится самолет. Такой угол называется *радиалом*.

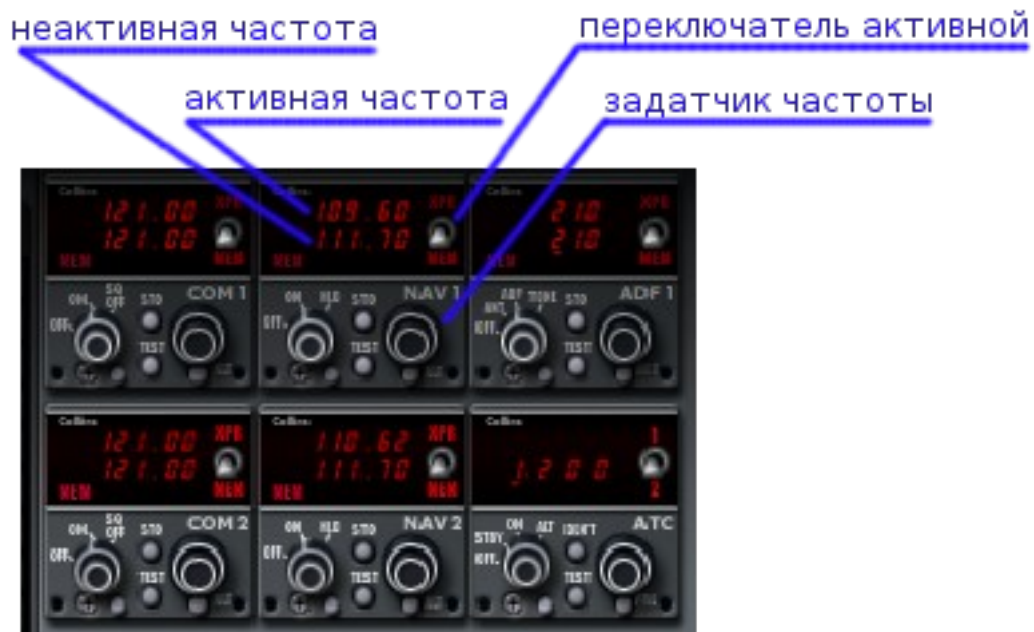


На схеме выше показан самолет, находящийся на радиале 30 от VOR. Каждый VOR имеет свое название (VOR на рисунке называется KEMPTEN VOR) и сокращенное трехбуквенное обозначение (VOR на рисунке обозначается KPT). Рядом с VOR написана его частота, которую надо вводить в приемник. Таким образом, чтобы поймать сигнал от KEMPTEN VOR, надо ввести в приемник частоту 109.60.

Очень часто самолеты оборудуются не одним, а сразу двумя приемниками VOR. В таком случае один приемник называется NAV 1, а второй соответственно NAV 2. Для ввода частоты в приемник используется двойная круглая ручка. Большая ее часть используется для ввода целых, меньшая — дробных долей частоты. На рисунке ниже показана типичная панель управления радионавигационными приборами:



Приемники подписаны красным цветом. Это простейший вид приемников, который позволяет ввести только одну частоту. Более сложные системы позволяют ввести сразу две частоты, и быстро переключаться между ними. Одна частота является неактивной (STAND BY), ее изменяет ручка задатчика частоты. Вторая частота называется активной (ACTIVE), это та частота, на которую настроен приемник в данный момент.



На рисунке выше показан пример приемника с двумя задатчиками частоты. Пользоваться им очень просто: при помощи круглого задатчика надо ввести требуемую частоту, а затем сделать ее активной при помощи переключателя. При наведении мыши на колесико задатчика курсор мыши меняет форму. Если он выглядит как маленькая стрелка, то при нажатии на мышшь сменятся десятые доли. Если стрелка большая, то изменяться будет целая часть числа.

В кабине так же должен быть прибор, показывающий, на каком радиале VOR в данный момент находится самолет. Этот прибор обычно называется NAV 1, или VOR 1. Как мы уже выяснили, в самолете может иметься второй такой прибор. В самолете Cessna 172 их два:



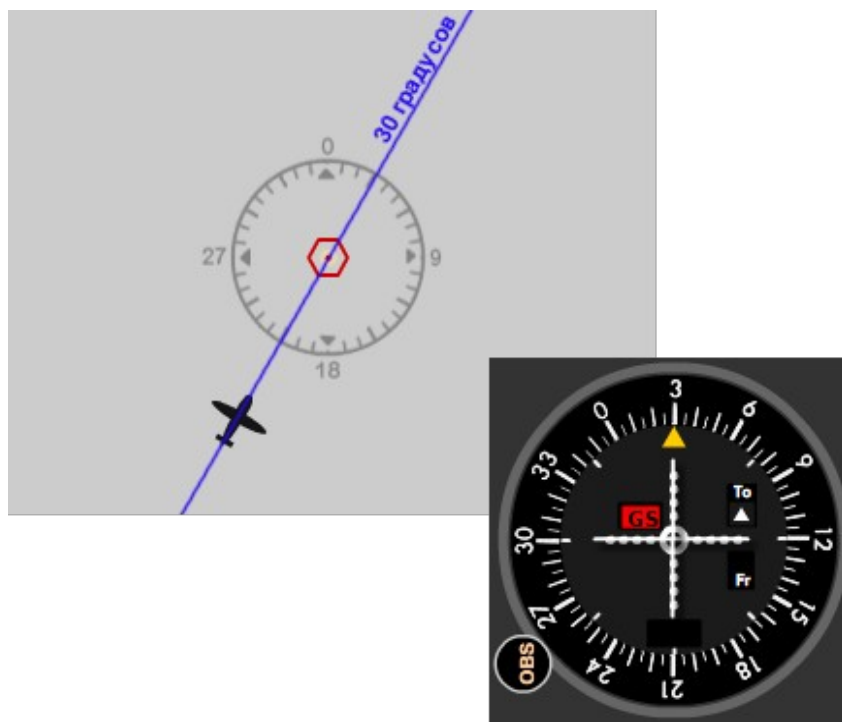
Прибор состоит из подвижной шкалы, напоминающей шкалу компаса, круглой ручки задатчика OBS, стрелки индикатора направления TO-FROM, транспаранта GS и двух планок, вертикальной и горизонтальной. Горизонтальная планка и транспарант GS используются при посадке по системе ILS и будут рассмотрены в отдельной статье.

Ручка OBS вращает подвижную шкалу и настраивает тем самым приемник на требуемый радиал. Например, так может выглядеть прибор, настроенный на радиал 30:

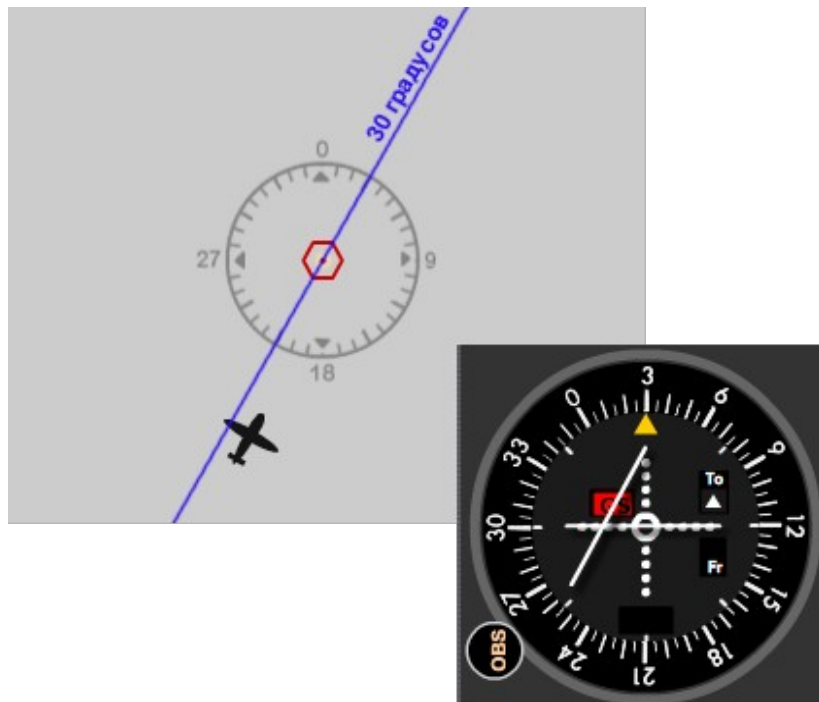


На рисунке видно, что при вращении ручки OBS шкала поворачивается, и верхний уголок показывает на номер текущего радиала. Как и на компасе, все номера на приборе пишутся деленные на 10, таким образом цифра 3 обозначает радиал 30.

Вертикальная планка показывает отклонение от радиала. Если самолет находится на радиале, то планка будет стоять вертикально:

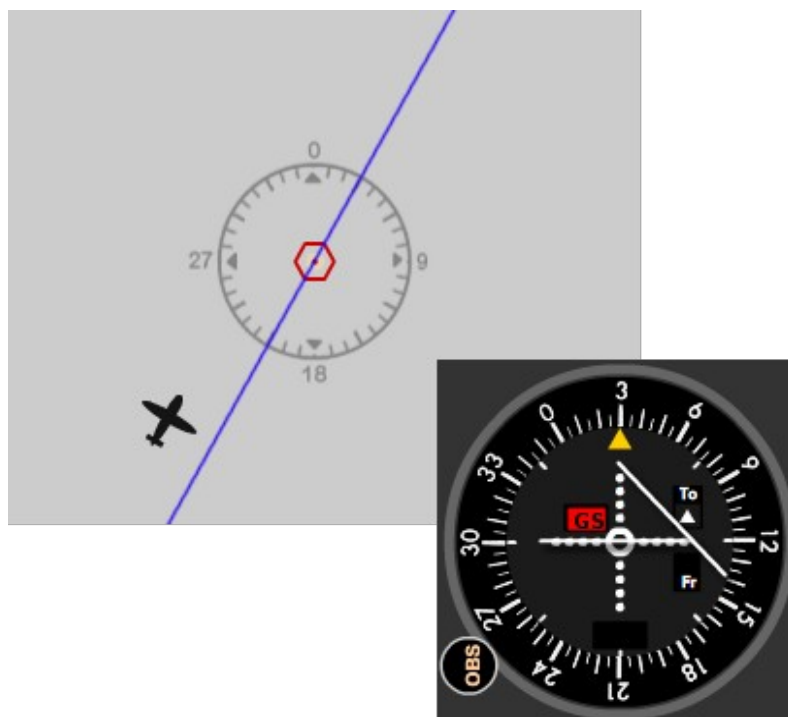


Если самолет сместится правее радиала, то вертикальная планка отклонится влево, чтобы показать что к радиалу надо лететь в левую сторону:



Когда пилот видит такую картину, он знает что для выхода на радиал надо повернуть влево. Правило очень простое: планка показывает в ту сторону, в которую надо лететь.

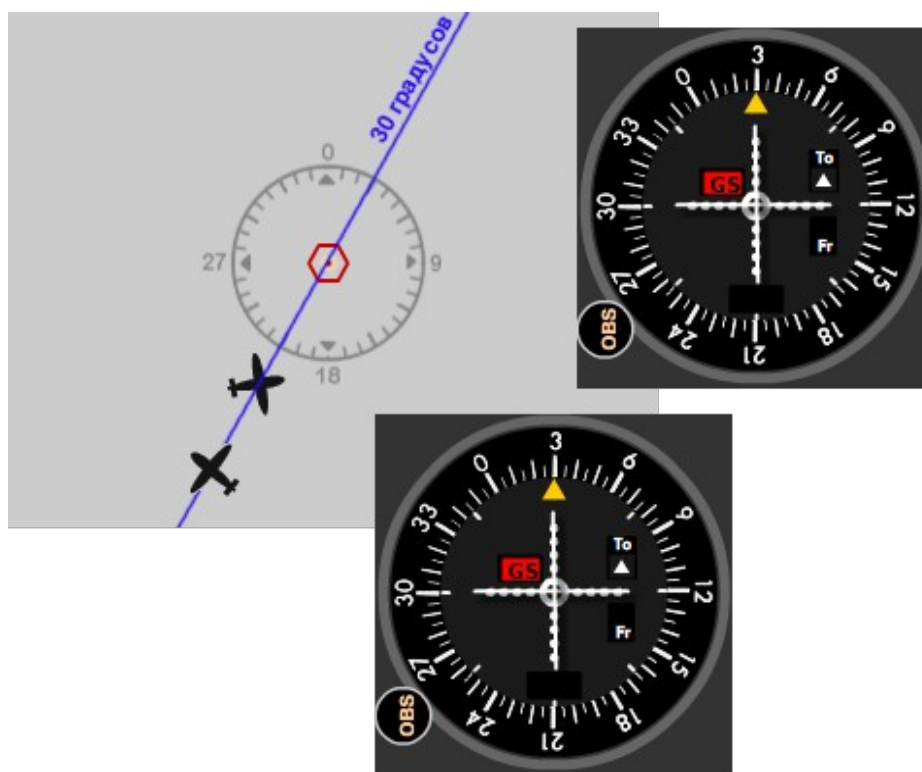
Аналогичная картина будет в случае если самолет окажется левее нужного радиала:



Обратите внимание, что в данном случае самолет отклонился от радиала сильнее, и планка прибора соответственно так же отклонилась сильнее.



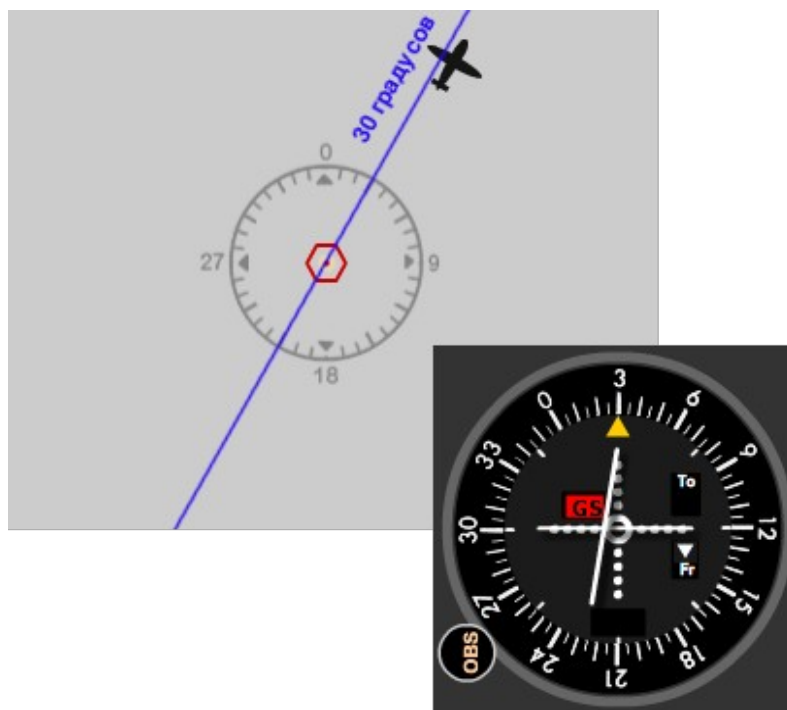
Важной особенностью VOR является то, что прибор всегда показывает радиал, на котором находится самолет, независимо от курса, которым идет самолет. Например, на рисунке ниже показаны самолеты, летящие разными курсами. Поскольку они находятся на одном и том же радиале и у них одинаково настроен OBS, прибор у всех самолетов покажет одно и то же:



При полетах по VOR нужно помнить, что чувствительность прибора возрастает при подлете к радиомаяку, пока не пропадает в непосредственной близости от маяка. Около маяка не надо гоняться за планкой, вместо этого, когда чувствительность становится чрезмерной, надо продолжать двигаться прежним курсом пока самолет не пройдет над маяком.

Итак, чтобы лететь по радиалу VOR надо настроить на приемнике его частоту, задать при помощи OBS номер требуемого радиала и удерживать вертикальную планку по центру прибора. Если планка отклоняется влево, надо повернуть налево. Если вправо, надо повернуть направо. В случае бокового ветра, нужно повернуть на ветер, чтобы компенсировать снос самолета. Более подробно про полет в ветер можно прочитать в статье про NDB навигацию.

До сих пор мы рассматривали только полет по направлению к VOR, но в точности так же можно летать и в обратном направлении. Посмотрим на следующий рисунок:



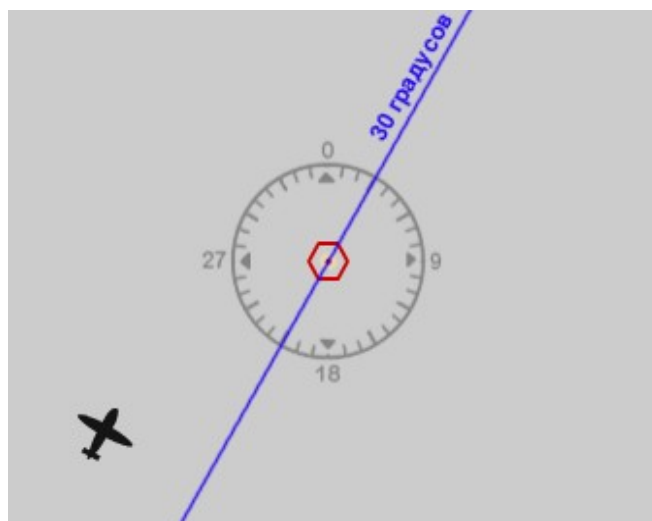
Обратите внимание, что уголок направления показывает теперь на надпись FR, что означает что самолет движется по направлению от VOR. Самолет на рисунке немножко отклонился вправо, поэтому планка на приборе показывает что радиал находится левее.

Распространенная ошибка, которую совершают многие, заключается в установке неправильного номера радиала. Если бы на рисунке выше пилот вместо радиала 30 установил бы радиал 120, то стрелка показывала бы направление TO, а планка отклонялась бы в противоположную сторону. Поэтому очень важно всегда правильно задавать направление радиала и контролировать расположение VOR по уголку TO-FROM.

Запомнить, как правильно задавать радиал, очень просто: *номер радиала — это курс, которым должен лететь самолет, двигаясь по радиалу в безветренную погоду.* При этом не важно, летит самолет от VOR или по направлению к нему, всегда вводите в OBS тот курс, которым хотите двигаться. Номера радиалов VOR соответствуют истинному курсу, а не магнитному.

Иногда бывает нужно определить, на каком радиале в данный момент находится самолет. для этого надо вращать задатчик OBS до тех пор, пока на приборе стрелка направления не укажет на TO, а планка отклонения не станет строго вертикально. Отложив на карте полученный номер радиала, можно прикинуть свое местоположения. Этот метод не покажет расстояние до VOR, но к расстоянию мы вернемся чуть позже.

Другая частая навигационная задача — перехват определенного радиала. Например, нам нужно выйти на воздушную трассу, которая проходит по 30-му радиалу VOR. Мы знаем что находимся где-то левее радиала (а если не знаем, то можем это определить так, как было описано выше):



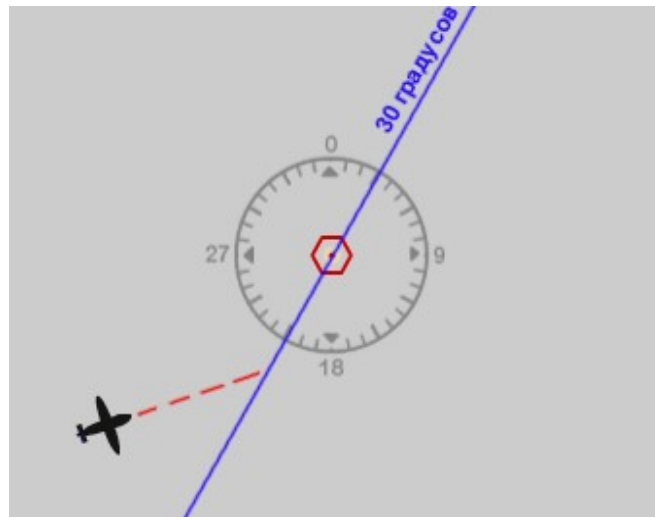
Первое, что нам надо сделать — это настроиться на частоту VOR и ввести при помощи задатчика OBS требуемый радиал. Прибор покажет примерно следующее:



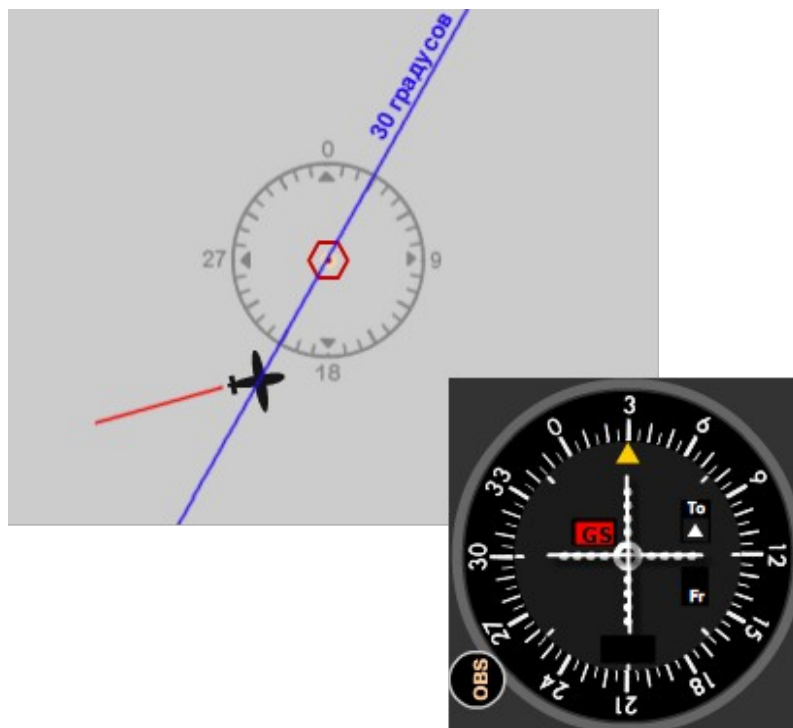
Из этого видно, что радиал где-то далеко справа. Теперь надо решить, под каким углом мы будем перехватывать радиал. Самый быстрый способ перехватить радиал — лететь перпендикулярно ему, но это не приблизит нас к конечной точке маршрута. Выбираем разумный компромисс, и двинемся под углом 40 градусов к радиалу. Так как радиал находится справа, чтобы получить курс перехвата, добавим к курсу радиала (30 градусов) угол перехвата (40 градусов), и получим курс перехвата (70 градусов). Если бы радиал находился слева, угол перехвата надо было бы отнимать.

Довернем на полученный курс перехвата (70 градусов), и начнем путь к радиалу:



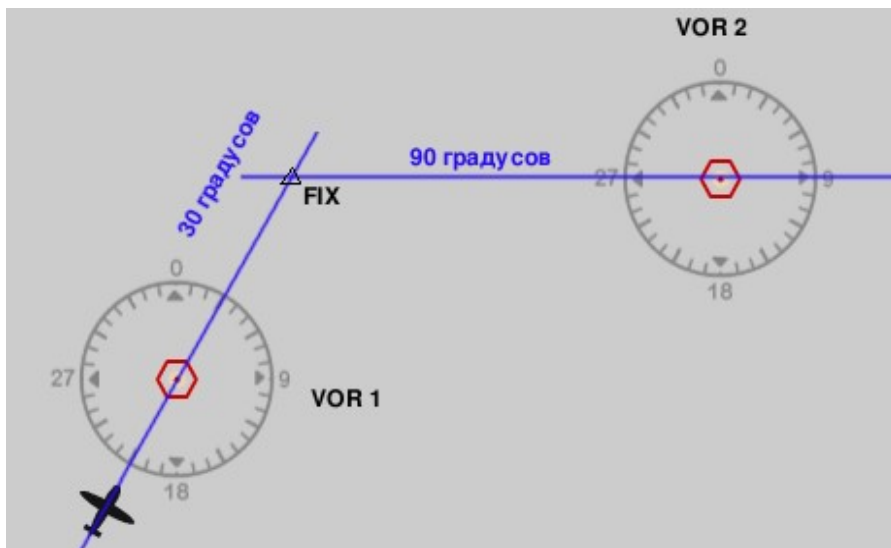


Красной пунктирной линией показан курс перехвата. Лететь этим курсом надо до тех пор, пока прибор не покажет что самолет находится на радиале:

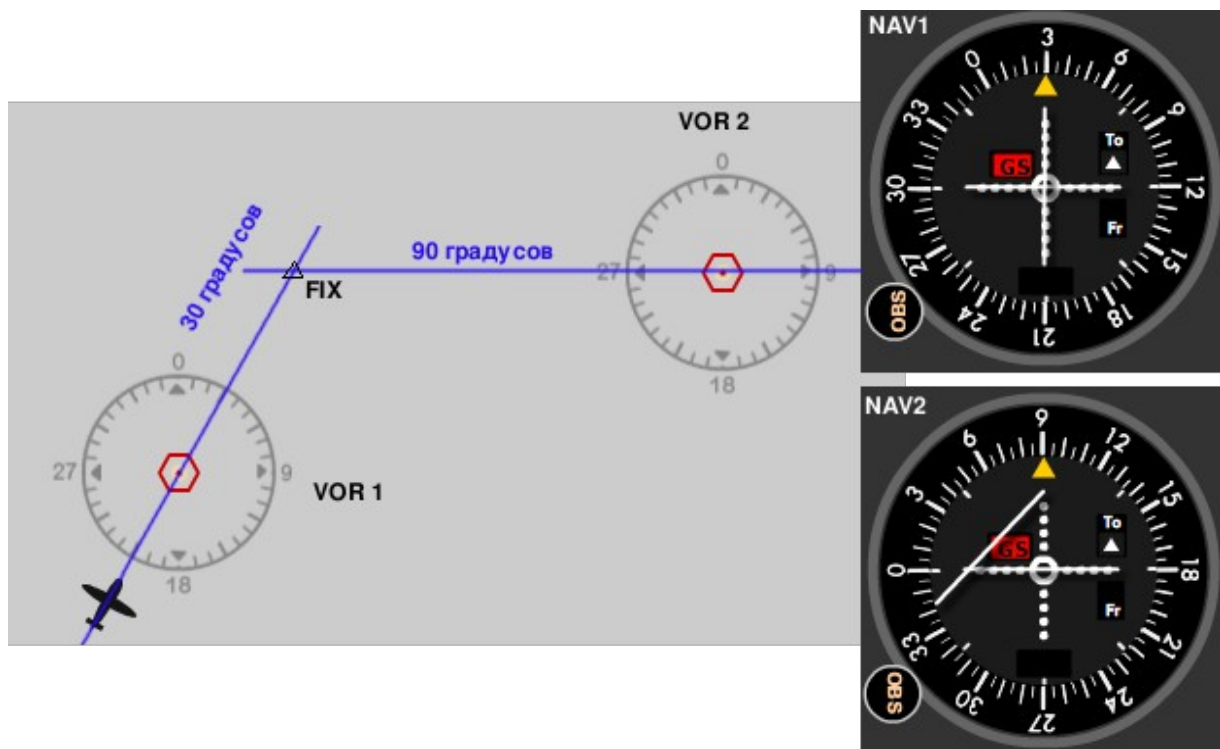


Все что осталось, это развернуться и полететь по радиалу курсом 30 градусов. Чтобы не перелететь мимо радиала, на самом деле не надо начинать разворот заранее, не дожидаясь пока планка встанет строго вертикально.

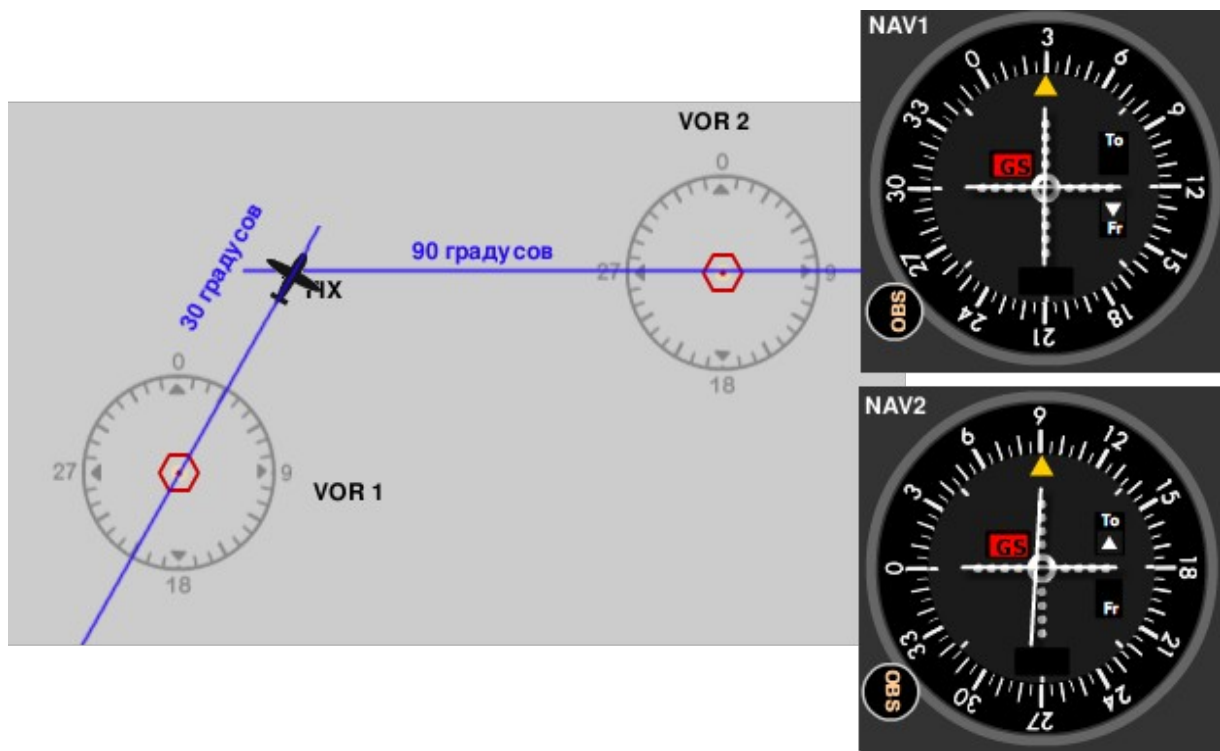
Иногда возникают ситуации, когда нужно перейти с одного радиала на другой. Такое может потребоваться при переходе с одной воздушной трассы на другую. Рассмотрим следующий пример, изображенный на схеме:



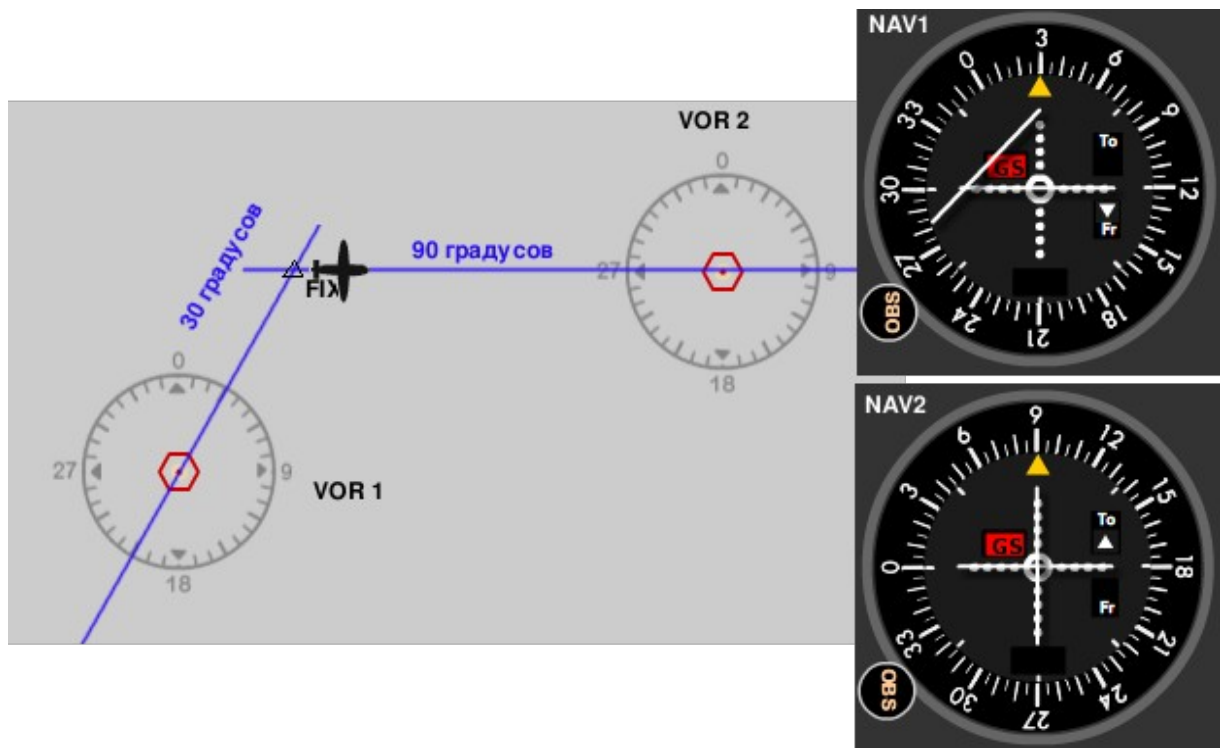
Предположим что самолету надо пролететь по радиалу 30 от VOR 1 до точки FIX, после чего необходимо повернуть курсом 90 градусом и двигаться к VOR 2. Эта задача легко решается при помощи использования двух приемников VOR одновременно. В приемник NAV1 введем частоту VOR 1 и настроим его на радиал 30, в приемник NAV2 — частоту VOR 2 и радиал 90 градусов:



Верхний приемник, настроенный на VOR 1 показывает что самолет находится точно на радиале 30 градусов и летит курсом к нему. Нижний, настроенный на VOR 2, говорит что до радиала 90 градусов еще далеко. Продолжаем движение по радиалу пока второй приемник не покажет, что мы подходим к радиалу 90 градусов:



Не дожидаясь пока стрелка VOR 2 встанет строго вертикально, заранее начнем разворот на 90 градусов. После разворота останется только продолжить движение по радиалу 90 градусов по направлению к VOR 2:



Приемник NAV1 больше не нужен, и его лучше настроить на какую-нибудь несуществующую частоту чтобы случайно не перепутать с NAV2, который используется в данный момент.

На этом я закончу рассказ про основы навигации при помощи VOR радиомаяков. Все что

остается — это попробовать применить все сказанное здесь на практике. Если даже сначала что-то показалось непонятным, практика расставит все на свои места.

Рекомендуется начать практиковаться на симуляторе VOR, расположенному по адресу: [http://www.luizmonteiro.com/Learning\\_VOR\\_Sim.htm](http://www.luizmonteiro.com/Learning_VOR_Sim.htm). Попробуйте настроиться на какой-нибудь радиал и «пролететь» по нему на самолете, обращая внимания куда будет отклоняться стрелка при отдалении от радиала в ту или иную сторону.

При подготовке этой статьи использовались следующие статьи:

[http://www.pilotfriend.com/training/flight\\_training/nav/vor.htm](http://www.pilotfriend.com/training/flight_training/nav/vor.htm)

<http://www.sicom.ru/news/vor/index.htm>

<http://slovari.yandex.ru/dict/krugosvet/article/krugosvet/2/1001225.htm?text=omnidirectional>

<http://aviadocs.narod.ru/ground/nav.htm>

<http://stoenworks.com/Tutorials/Understanding%20Vors.html>

<http://www.campbells.org/Airplanes/VOR/vor.html>

<http://www.navfltsm.addr.com/vor-nav.htm>

Спасибо их авторам за отличные материалы!