



Навигация при полёте по учебному маршруту по правилам приборных полётов

Перечень сокращений

БПРМ – ближний приводной радиомаяк

ВС – воздушное судно

ДПРМ – дальний приводной радиомаяк

ИК – истинный курс

МК – магнитный курс

МС – магнитное склонение

ОСП – оборудование системы посадки (заход по приводам/ДПРМ и БПРМ)

ППМ – поворотный пункт маршрута

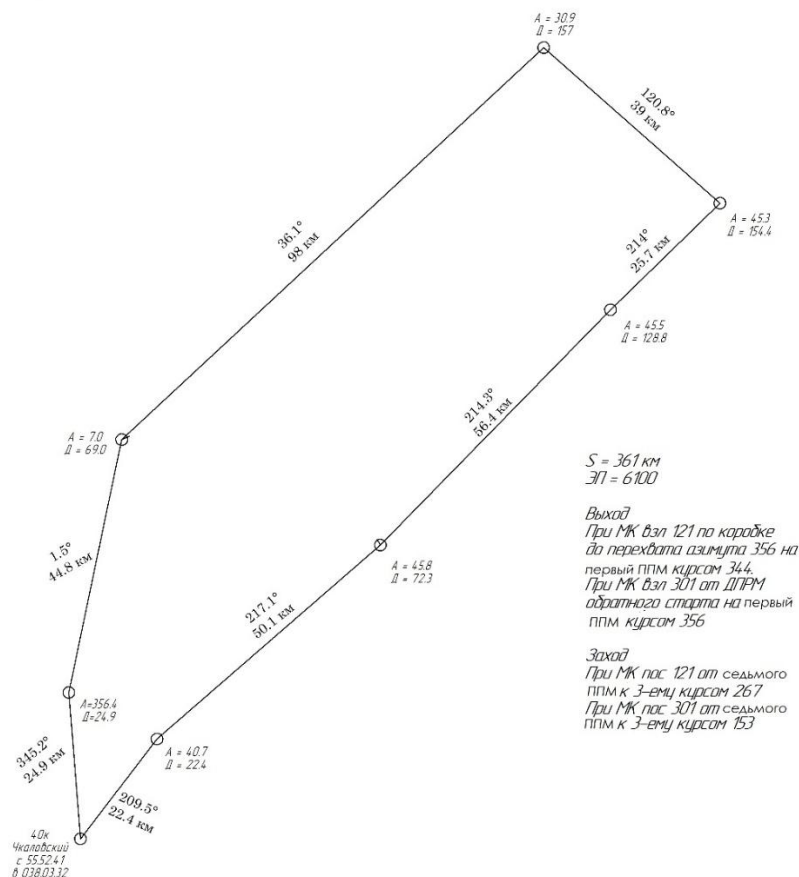
РСБН – радиотехническая система ближнего навигации



Расчёт маршрута

Перед выполнением полёта необходимо изучить маршрут. Рассмотрим изображение №1. На нём показан учебный маршрут аэродрома Чкаловский (UUMU/XUMU), а также необходимые данные для полёта: азимуты (направление от радиостанции на ВС) и удаления от РСБН аэродрома (канал 40к), расстояние и магнитные курсы между ППМ, эшелон полёта (6100 метров или 20000 футов), информация о схеме выхода на маршрут и схема захода на аэродромы. Координаты и названия ППМ убраны специально, полное изображение выдаётся лично пилотам. На военных аэродромах установлены РСБН маяки, но не все воздушные суда имеют РСБН аппаратуру, однако, он является советским аналогом VOR/DME маяков, следовательно, вы можете поставить VOR/DME вместо РСБН. Помните, что азимуты (направление от радиостанции на ВС) от РСБН в схемах являются истинными, так как РСБН работает с истинными курсами. Поэтому, если вы используете VOR/DME, то необходимо учитывать магнитное склонение, так как VOR/DME работает с магнитными курсами. Для перевода истинного курса в магнитный нужно к истинному курсу прибавить с обратным знаком магнитное склонение. Для перехода от магнитного курса к истинному нужно к магнитному курсу прибавить склонение с его знаком: $МК = ИК + (-МС)$, $ИК = МК + МС$). Пример: $МК=312+(-12)=300$.

№1





Расчёт ЛУР и приборной скорости

ЛУР – это расстояние до ППМ, на котором необходимо начинать разворот для того, чтобы точно оказаться на следующем участке маршрута. Вычислим ЛУР для разворота на первый участок маршрута (между первым и вторым ППМ):



Waypoint	Route	wDir	wSpd
U UserFix N 56°03.27' E 038°01.62'	Altitude	Temp (dev)	
	20000	50°	38
U UserFix N 56°06.23' E 038°01.40'		-28°C (-4°)	

- Для примера самолёт летит к первому ППМ курсом 356° (см. изображение №1 при курсе взлёта 301°) с истинной скоростью (без учёта ветра) 435 км/ч, но для расчёта ЛУР необходима путевая скорость (с учётом ветра), поэтому с помощью skyvector.com найдём скорость и направление ветра на эшелоне.

На сайте в полётном плане укажем FL200, координаты первого ППМ и любую иную точку перед ППМ, чтобы рассчитался ветер на эшелоне. Отрываем вкладку «Nav Log» и находим данные о ветре. Ветер на эшелоне примерно дует в нос самолёта, следовательно, путевая скорость равна: 435 км/ч – 70 км/ч (38 узлов) = 365 км/ч.

- Далее ЛУР вычисляется умножением радиуса разворота (R) на тангенс половины угла разворота (УР). Для нахождения радиуса разворота существует [калькулятор](#). Необходимо открыть вкладку «R разв», где V – путевая скорость, tg B – угол крена. Наша путевая скорость равна 365 км/ч, а угол крена 20°. Подставляем данные в калькулятор и получаем 2879 метров (2,879 км), то есть 2,9 км.
- В нашем случае половина угла разворота равна 3° (т.к. угол разворота, примерно, равен 6°), а тангенс половины угла разворота равен 0,05. Найдём ЛУР: 2,9 км*0,05=1,45 км.

- Мы не сможем выполнить разворот, если не будем знать приборную скорость. Для этого используем [калькулятор Ил-76](#). На странице «разное» выберем «скорости». Выбираем вид полёта «Ви->М, V пр», эшелон 8600, температуру С° -28 (Почему -28? - см. изображение №3), а также вводим истинную скорость. Нажимаем рассчитать. Выводятся данные о числе Мах (нам не нужно) и приборной скорости.

Расчет скоростей

Вид полёта	Высота эш.	
Vi -> M, Vпр.	8100	
Темп. С°		
-28		
Вист.(км/ч)	Число М	Vпр.
435	0,384	277км/ч
Рассчитать		

Следовательно, за 1,45 км до первого ППМ необходимо начать разворот с углом крена 20° и приборной скоростью 277 км/ч.



Расчёт времени прохождения ППМ

Существует формула расчёта времени, когда известно расстояние и скорость (путевая скорость): $t=S:V$, где t – время, S – расстояние, V – скорость. Для полёта необходимо знать время прохождения каждого ППМ (кроме первого). Рассчитаем время прохождения второго ППМ:

- С помощью сайта skyvector.com найдём путевую скорость (см. расчёт ЛУР), но вместо координат первого ППМ необходимо написать второй, т.к. ветер на эшелоне может отличаться.
- Пусть путевая скорость будет 365 км/ч, расстояние между первым и вторым ППМ равно 44,8 км/ч. (см. изображение №1), поэтому время на полёт между первым и вторым ППМ составляет: $44,8 \text{ км} / 365 \text{ км/ч} = 0,12 \text{ ч} * 60 \text{ с} = 7,2 \text{ м}$. Тем самым можно понять, в какую минуту мы пройдем второй ППМ. Например, если первый ППМ прошли в 14:30, то второй ППМ пройдем в 14:37.

Если у вас возникли вопросы – пишите на почты xr-soc@ivao.aero, xr-soac@ivao.aero