



Навигация при полёте по кругу по правилам приборных полётов

Перечень сокращений

АРК - автоматический радиокompас

БПРМ - ближний приводной радиомаяк

ДПРМ - дальний приводной радиомаяк

ЛУР - линейное упреждение разворота

МПР – магнитный пеленг радиостанции

ППМ – поворотный пункт маршрута

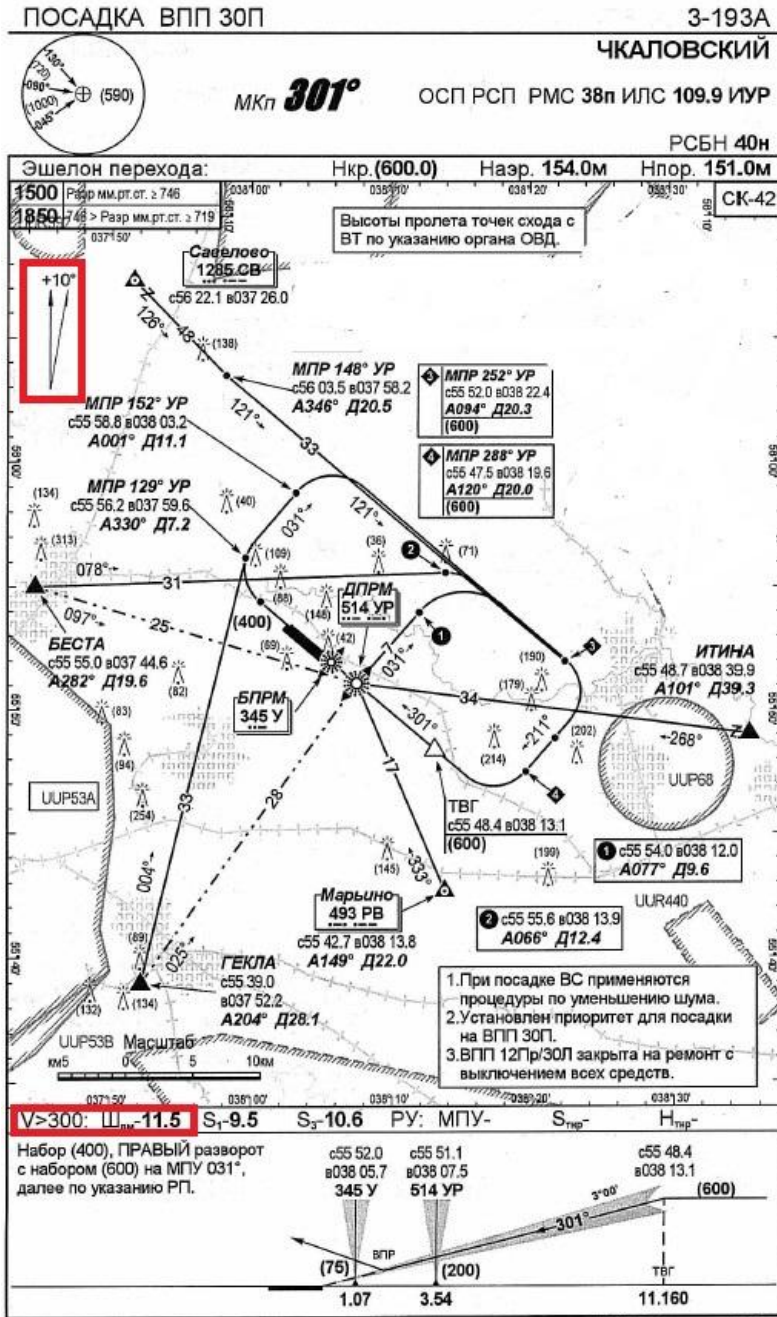
РСБН – радиотехническая система ближнего навигации



Схема круга ВПП 30 аэродрома Чкаловский (UUMU/XUMU)

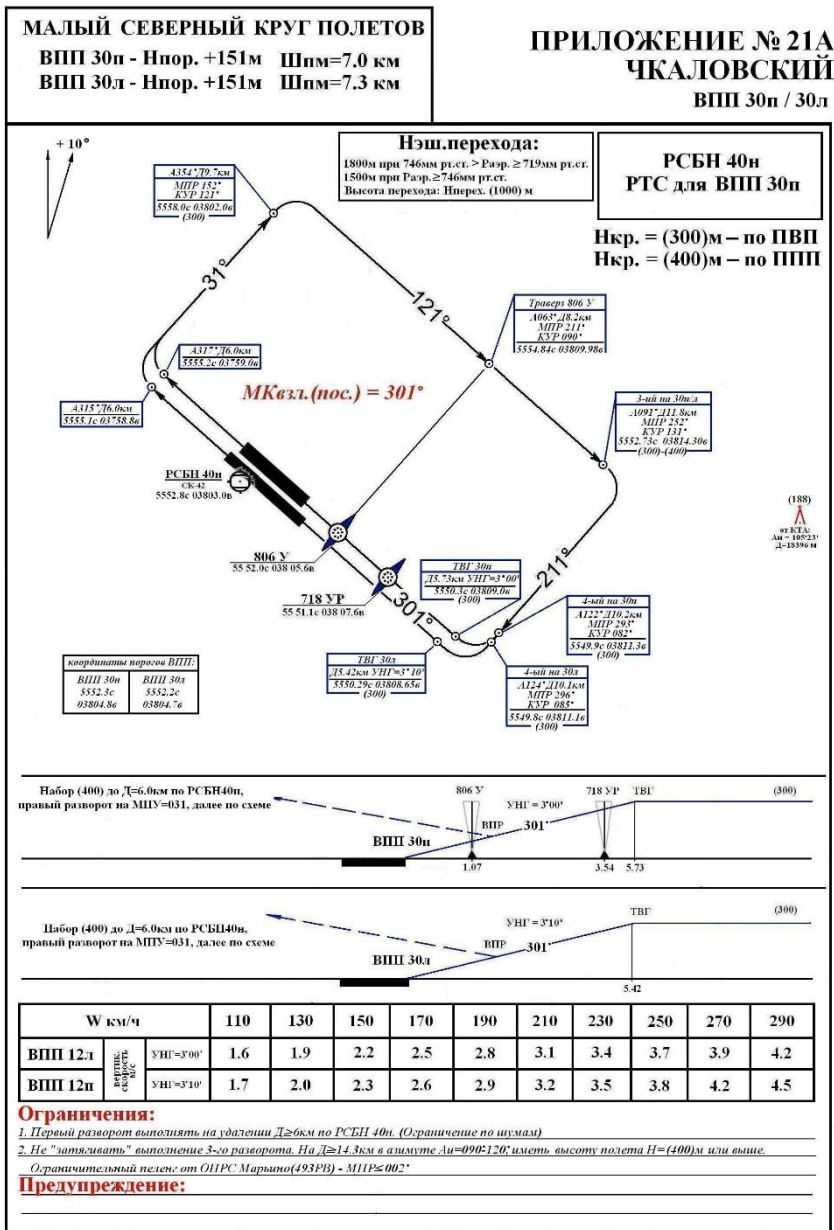
На рисунке изображена схема прибытия по приборам для ВПП 30 аэродрома Чкаловский, с помощью которой также выполняется полёт по кругу по правилам приборных полётов. Данная схема предназначена для воздушных судов с приборной скоростью больше 300 км/ч. Ширина круга 11,5 км. Сам круг представляет собой прямоугольник, который имеет четыре разворота: первый, второй, третий, четвёртый. Развороты выполняются строго согласно схеме.

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 воздушное судно) 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: $МК = 312 + (-12) = 300$.





Для воздушных судов с приборной скоростью меньше 300 км/ч на аэродроме Чкаловском существуют отдельные схемы малого круга.

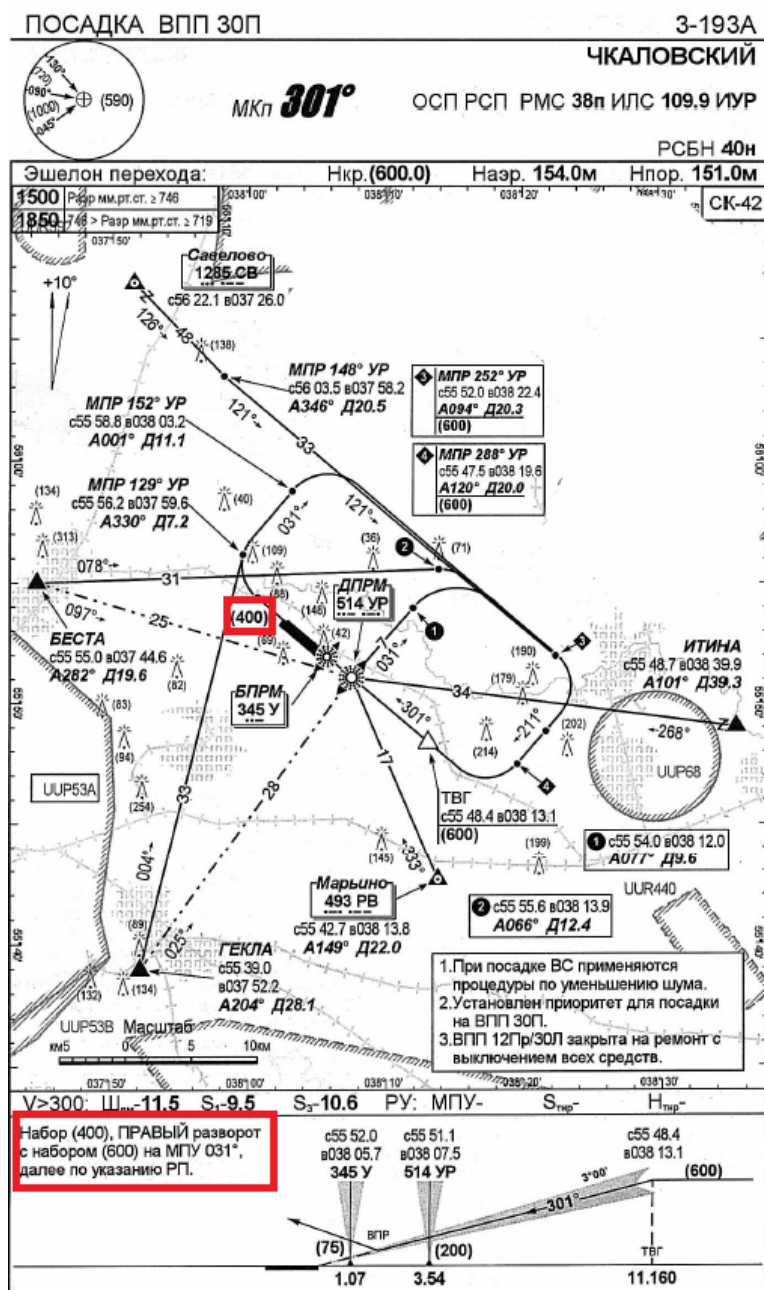




Первый разворот

В работе взлётный курс 301° (полоса 30), следовательно первый разворот, если нет иной команды от руководителя полётов, выполняется на высоте 400 метров вправо на курс 031° .

Место выполнения первого разворота определяет длину круга.



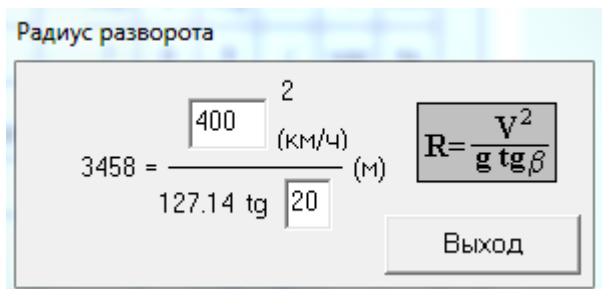
Второй разворот

Необходимо рассчитать на каком удалении от РСБН (VOR/DME) надо начать второй разворот, чтобы оказаться ровно на следующем участке круга. В схеме указано место выполнения второго разворота, но лучше это вычислить самостоятельно, исходя из нашей скорости и угла разворота. Для этого нам понадобится ЛУР и теорема Пифагора. ЛУР – это расстояние до ППМ, на котором необходимо начинать разворот для того, чтобы точно



оказаться на следующем участке маршрута. Для полётов по маршруту одного ЛУР было бы достаточно: нам всегда известна длина участков маршрута, и мы просто вычитаем ЛУР из длины определённого участка. Но при полёте по кругу нужна и теорема Пифагора, так как неизвестно удаление от РСБН (VOR/DME), на котором мы начнём разворот.

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. Пусть у нас будет путевая скорость 400 км/ч (на высоте круга примерно равна приборной скорости), а угол крена 20°. Подставляем данные в калькулятор и получаем 3458 метров (3,46 км), примерно 3,5 км.

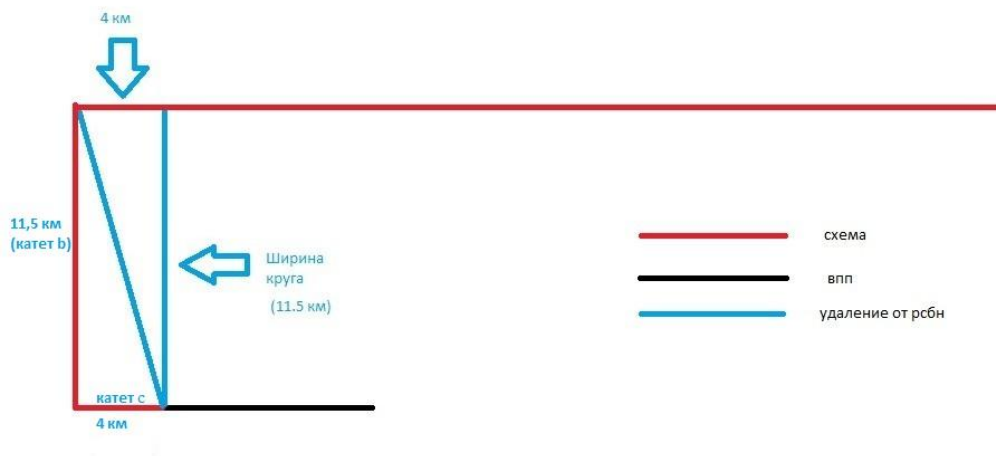


В нашем случае половина угла разворота равна 45°, а тангенс половины угла разворота равен одному (1). Следовательно, ЛУР равен: 3,5*1=3,5 км. **Тем самым мы можем понять, что при повороте на 90° ЛУР будет равен радиусу разворота.**



Далее рассчитаем с помощью теоремы Пифагора удаление от РСБН (VOR/DME), на котором начнём второй разворот. Формула теоремы Пифагора: $a = \sqrt{b^2 + c^2}$, где a – удаление от РСБН (VOR/DME) на котором мы начнём первый разворот (гипотенуза), где b – ширина круга минус радиус разворота (катет b), где c – расстояние, на котором начнём первый разворот плюс радиус разворота (катет c). Мы получили 11 км, то есть на этом удалении от РСБН (VOR/DME) мы должны начать второй разворот с углом крена 20° и скоростью 400 км/ч.

Радиус разворота остаётся неизменным только тогда, когда вы держите постоянный крен и скорость.



Т.к. ширина круга 11.5 км, а 400 метров, например, мы пересекаем на удаление 4 км от РСБН, то можем рассчитать с помощью той же теоремы Пифагора, на каком удалении необходимо закончить второй разворот. Формула теоремы Пифагора: $a = \sqrt{b^2 + c^2}$, где a – удаление от РСБН (VOR/DME) маяка в месте окончания второго разворота (гипотенуза), b – ширина круга (катет b), c – расстояние, на котором мы начнём первый разворот(катет c). Мы получили 12,2 км, то есть примерно на этом удалении от РСБН (VOR/DME) мы должны закончить второй разворот.

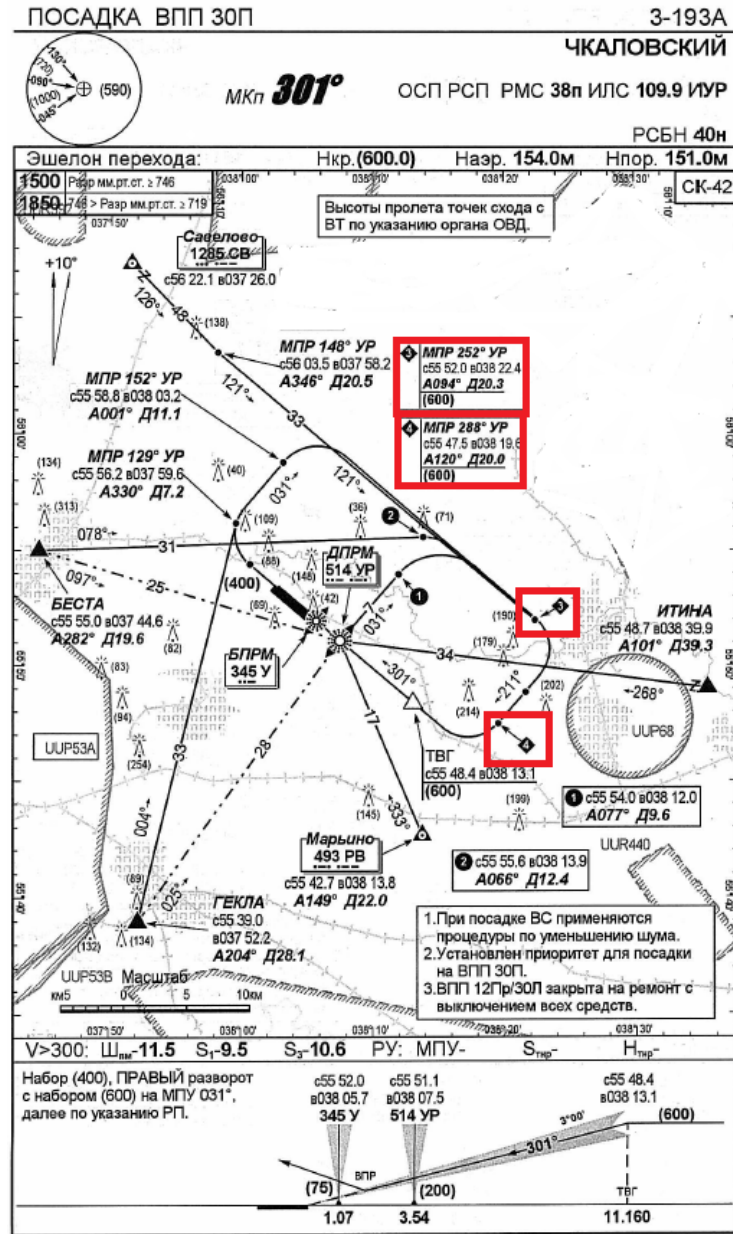


Третий и четвёртый разворот

Третий разворот выполняется на удалении 20.6 км и азимуте 94° (направление от радиостанции на воздушное судно) от маяка РСБН. Если вы используете VOR/DME, от азимут будет 84°. Так же видно, что на третьем развороте, высота должна быть 600 метров. Дополнительно разворот можно проконтролировать по МПР (направление от воздушного судна на радиостанцию) 252° на ДПРМ (частота 514 кГц) с помощью АРК.

Четвёртый разворот выполняется на удалении 20.0 км и азимуте 120° (направление от радиостанции на воздушное судно) от маяка РСБН. Если вы используете VOR/DME, от азимут будет 110°. Место выполнения четвёртого разворота также можно определить по АРК, если настроить его на частоту ДПРМ (частота 514 кГц) и БПРМ (частота 345 кГц). Дополнительно разворот можно проконтролировать по МПР (направление от воздушного судна на радиостанцию) 288° на ДПРМ с помощью АРК.

Между третьим и четвёртым разворотом экипаж должен подготовить самолёт к выполнению элемента (посадка/уход/проход) в зависимости от упражнения.



Соавтор документа: Александр Копитар.

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