

САМОЛЕТОВОЖДЕНИЕ

ВЛИЯНИЕ ВЕТРА НА ПОЛЕТ САМОЛЕТА

Навигационный треугольник скоростей и его элементы

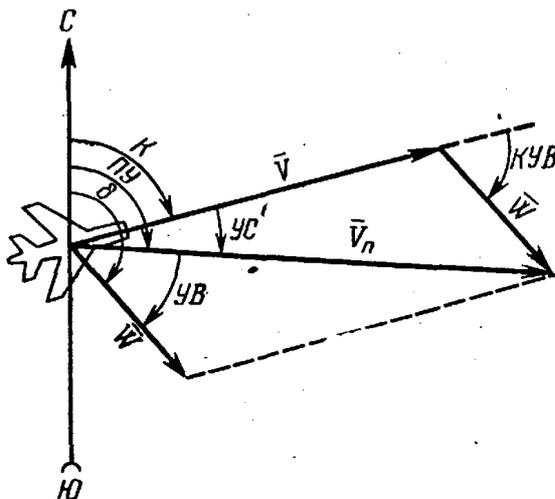


Рис. 1. Навигационный треугольник скоростей

Треугольник, образованный вектором воздушной скорости, вектором ветра и вектором путевой скорости, называется **навигационным треугольником скоростей** (Рис. 1).

Элементами навигационного треугольника скоростей являются: V - воздушная скорость; W - скорость ветра; V_n - путевая скорость; δ - направление ветра; K - курс самолета; UC - угол сноса; $ПУ$ - путевой угол; YB - угол ветра; KYB - курсовой угол ветра.

Движение воздуха относительно земной поверхности называется **ветром**. Скорость и направление ветра характеризуется вектором ветра. В самолетовождении направление ветра измеряется между меридианом и вектором ветра. Этот ветер называется навигационным (куда дует ветер). Направление метеорологического ветра отличается от навигационного на 180° (откуда дует ветер).

Скорость перемещения самолета относительно поверхности Земли называется **путевой скоростью**.

Угол между вектором воздушной скорости и вектором путевой скорости называется **углом сноса**. Угол сноса отсчитывается от вектора воздушной скорости вправо (плюсовой) и влево (минусовой).

Путевым углом называется угол между северным направлением меридиана и вектором путевой скорости (линией пути). Он отсчитывается от северного направления меридиана до вектора путевой скорости по ходу часовой стрелки от 0 до 360° . Различают заданный путевой угол $ЗПУ$ и фактический путевой угол $ФПУ$

Путевой угол определяется по формуле: $ПУ = K + UC$

Угол между вектором путевой скорости и вектором ветра называется **углом ветра**. Угол ветра отсчитывается от вектора путевой скорости до вектора ветра по ходу часовой стрелки от 0 до 360° .

Угол между вектором воздушной скорости и вектором ветра называется **курсowym (бортовым) углом ветра**. Курсовой угол ветра отсчитывается от вектора воздушной скорости до вектора ветра по ходу часовой стрелки от 0 до 360°

Для расчета навигационных элементов полета используются следующие зависимости между элементами навигационного треугольника скоростей:

$$V_n = V \cos UC + W \cos YB$$

$$\sin UC = \frac{W}{V} \sin YB$$

$$\operatorname{tg} Yg = \frac{W \sin KYB}{V + W \cos KYB}$$

или приближенно

$$V_n \approx V + W \cos YB,$$

$$UC \approx 60 \frac{W}{V} \sin YB$$

САМОЛЕТОВОЖДЕНИЕ

$$V_{II} = V \cos \gamma C + W \cos \gamma B$$

Навигационный треугольник скоростей решается с помощью автоматических счетно-решающих устройств, с помощью ветрочета, расчетчика, на навигационной линейке и приближенно в уме.

Определение путевой скорости

Ввиду того, что $\cos \gamma C \approx 1$, формулу $W = V \cos \gamma C \pm U \cos \gamma B$ можно использовать для приближенных определений:

$$W = V \cos \gamma C \pm U \cos \gamma B,$$

где γB - угол ветра (определяется по формуле $\gamma B = \delta - MK$).

Пример. Определить W , если направление ветра $\delta = 170^\circ$, $MK = 110^\circ$. $V = 780$ км/ч. $U = 70$ км/ч.

Решение: 1. $\gamma B = 170 - 110 = 60^\circ$. 2. $W = 780 + 0.5 \cdot 70 = 815$ км/ч.

Зависимость навигационных элементов от изменения режима полета или ветра

Изменение воздушной скорости приводит к изменению путевой скорости на величину ΔV

$$V_{n1} = V_n + (\pm \Delta V)$$

и к изменению угла сноса на величину $\Delta \gamma C$:

$$\Delta \gamma C = \frac{\Delta V}{V} \gamma C.$$

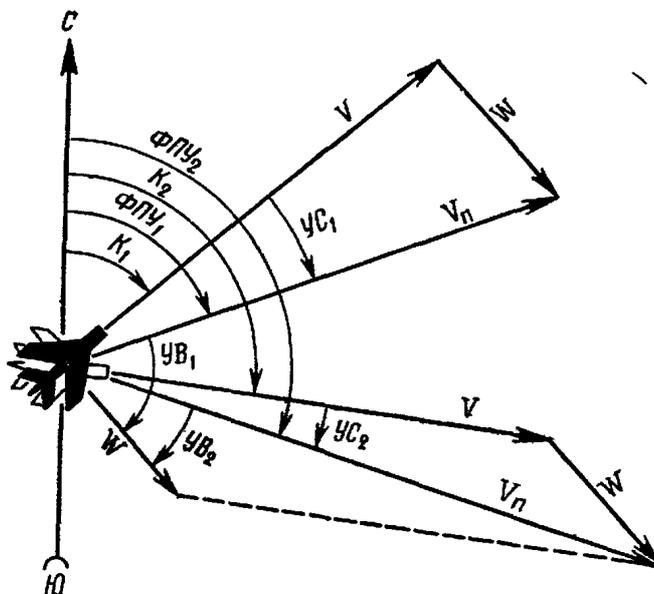


Рис. 2. Изменение элементов навигационного треугольника скоростей при изменении курса самолета

Изменение угла сноса при изменении воздушной скорости до 10% ее начального значения можно не учитывать, так как оно соизмеримо с точностью его определения. При более значительном изменении (15-20%) воздушной скорости следует внести поправку в курс следования, рассчитав новое значение угла сноса.

Изменение курса при постоянных значениях воздушной скорости, направления и скорости ветра приводит к изменению V_n , γC , γB , $\Phi ПУ$ (Рис. 2).

Практически установлено, что при изменении курса в пределах 15-20° на средних высотах и до 10-15° на больших высотах изменение путевой скорости и угла сноса незначительно, поэтому на новом курсе можно продолжать полет некоторое время с прежними расчетными данными.

Если курс изменен более чем на 20°, то необходимо определить угол сноса и путевую скорость на новом курсе и учитывать их для следования по линии заданного пути.

От **угла ветра** путевая скорость и угол сноса зависят следующим образом:

при $\gamma B = 0^\circ$ (ветер попутный) $\gamma C = 0$, $V_n = V + W$;

при увеличении угла ветра от 0 до 90° угол сноса увеличивается, а путевая скорость уменьшается;

при $\gamma B = 90^\circ$ (ветер боковой) угол сноса максимальный, а путевая скорость примерно равна воздушной;

при увеличении угла ветра от 90° до 180° угол сноса и путевая скорость уменьшаются;

САМОЛЕТОВОЖДЕНИЕ

при $УВ=180^\circ$ (ветер встречный) $УС=0$, а $V_n = V-W$;

при увеличении угла ветра от 180° до 270° угол сноса и путевая скорость увеличиваются;

при $УВ=270^\circ$ (ветер боковой) угол сноса максимальный, а путевая скорость примерно равна воздушной;

при увеличении угла ветра от 270° до 360° угол сноса уменьшается, а путевая скорость увеличивается.

Таким образом, при углах ветра $0-180^\circ$ углы сноса положительные, а при углах ветра $180^\circ-360^\circ$ отрицательные; путевая скорость при углах ветра $270^\circ-0-90^\circ$ больше воздушной скорости, а при углах ветра $90^\circ-180^\circ-270^\circ$ меньше воздушной скорости.

Штурманские счетные инструменты

Назначение и устройство навигационной линейки НЛ-10М

Навигационная линейка НЛ-10М является счетным инструментом летчика и штурмана и предназначена для выполнения необходимых расчетов при подготовке к полету и в полете.

Она устроена по принципу обычной счетной логарифмической линейки и позволяет заменить умножение и деление чисел более простыми действиями - сложением и вычитанием отрезков шкал, выражающих в определенном масштабе логарифмы этих чисел.

Навигационная линейка состоит из корпуса, движка и визирки. На корпусе и движке нанесены шкалы, индексы, формулы и надписи (Рис. 3).

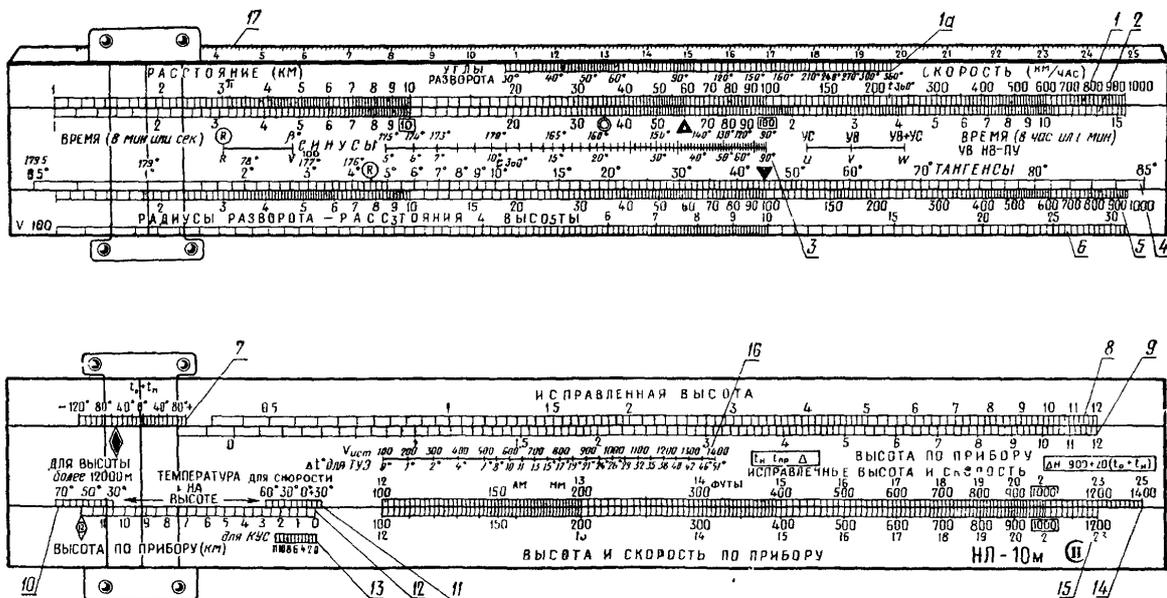


Рис. 3. Навигационная линейка НЛ-10М

Назначение и устройство ветроточета

Ветроточет предназначен для графического решения различных задач по определению элементов навигационного треугольника скоростей. Он состоит из сектора, азимутального круга и линейки скоростей (Рис. 4).

САМОЛЕТОВОЖДЕНИЕ

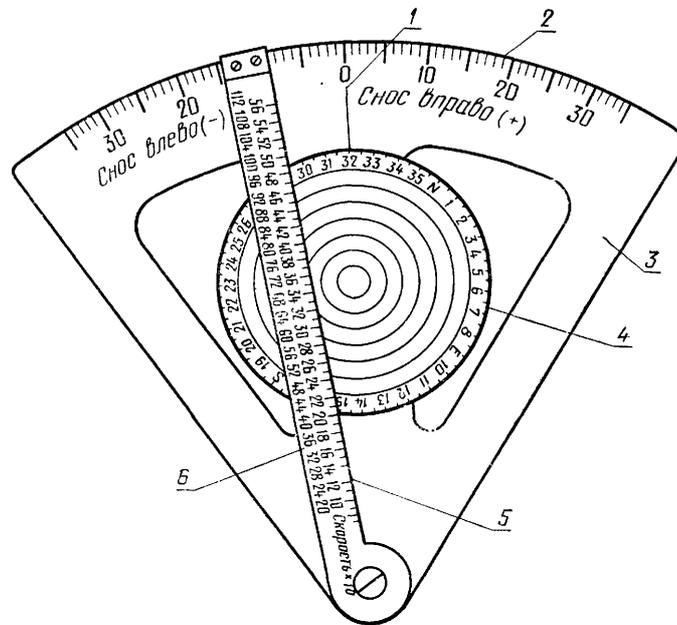


Рис. 4. Устройство ветрочета:

1 - курсовая черта, 2 - шкала углов сноса; 3 - сектор; 4 - азимутальный круг; 5 - рабочая часть линейки, 6 - линейка со шкалой скоростей

Назначение и устройство навигационного расчетчика нрк-2

Навигационный расчетчик НРК-2, разработанный М. В. Калашниковым, является счетным инструментом, предназначенным для выполнения навигационных расчетов при подготовке к полету и в полете.

При помощи навигационного расчетчика решаются следующие задачи:

расчет угла сноса, путевой скорости, курсового угла ветра, курса полета или фактического путевого угла по известному вектору ветра;

определение ветра по известному углу сноса и путевой скорости, по двум углам сноса и по двум путевым скоростям;

определение пройденного пути, скорости и времени полета;

нахождение радиуса и времени разворота на заданный угол по известным скорости и углу крена;

пересчет истинной скорости в приборную и приборной в истинную в диапазоне 100-2500 км/ч;

определение числа М, соответствующего заданной скорости полета, и наоборот;

определение поправки на сжимаемость воздуха в показания широкой стрелки комбинированных указателей скорости;

пересчет истинной высоты в приборную и приборной в истинную в диапазоне 100-25000 м;

нахождение значений тригонометрических функций, умножение и деление чисел на тригонометрические функции углов.

Кроме того, навигационный расчетчик позволяет выполнять некоторые другие специальные и математические вычисления.

Таким образом, навигационный расчетчик обеспечивает решение всех задач, выполняемых с помощью двух вычислительных инструментов: навигационной линейки НЛ-10М и ветрочета.

САМОЛЕТОВОЖДЕНИЕ

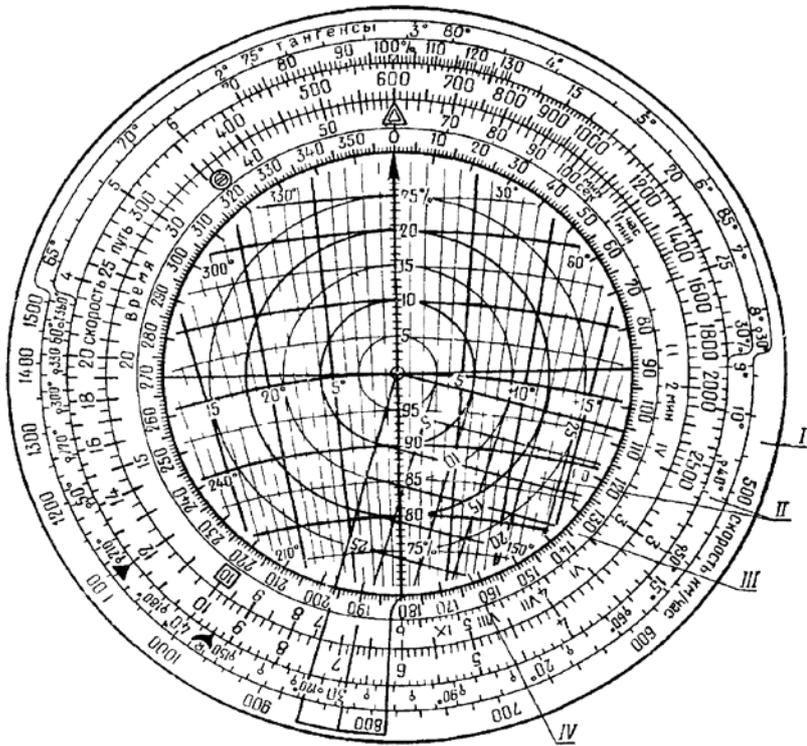


Рис. 5. Общий вид лицевой стороны навигационного расчетчика (ветрочет):

/ - основание, // - поворотный диск с номограммой, /// - курсовой лимб ветрочета, IV - визирная линейка с сектором