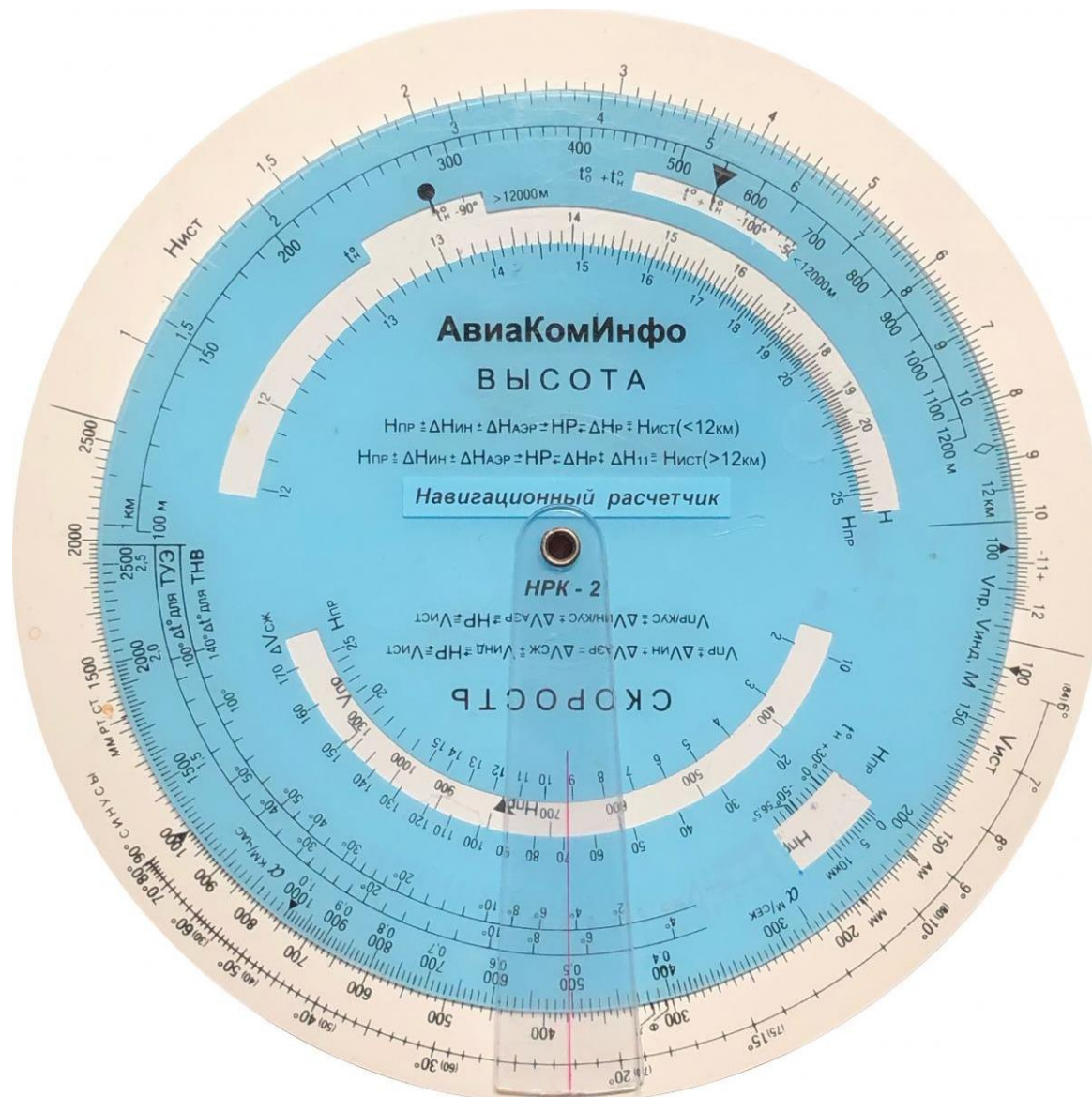


Навигационный расчетчик

НРК-2



ИНСТРУКЦИЯ



Навигационный расчетчик 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;
- определение радиуса и времени разворота на заданный угол по известным скоростям 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 аэродинамических указателей скорости;
- пересчет истинной высоты в приборную и приборной в истинную в диапазоне 100—25 000 м.
- определение значений тригонометрических функций, умножение и деление чисел на тригонометрические функции углов.

Кроме того, навигационный расчетчик позволяет выполнять некоторые другие математические вычисления, а также переводить морские и английские мили в километры, футы — в метры, миллиметры ртутного столба — в миллибары, градусы в радианы, и наоборот.

Габаритные размеры навигационного расчетчика 130 X 11 мм.

Вес навигационного расчетчика 0,25 кг.

Конструкция и принцип работы

Навигационный расчетчик НРК-2 состоит из четырех, поворачивающихся вокруг общей оси, дисков, на которых нанесены логарифмические и другие шкалы, номограмма, а также имеются индексы и прозрачные окна для отсчета на соответствующих шкалах заданных или искомых величин. Один диск является основанием навигационного расчетчика, с обеих сторон нанесены шкалы, другие диски (два — с лицевой стороны, один — с обратной) имеют меньший диаметр и являются подвижными. Для отсчета имеются визирные линейки.

С лицевой стороны навигационного расчетчика на основании и на двух поворотных дисках размещены шкалы, номограммы и индексы, образующие собой ветрочет и обеспечивающие графическое решение навигационного треугольника скоростей.

Принцип решения навигационного треугольника скоростей на ветрочете расчетчика основан на том, что векторы воздушной и путевой скоростей и ветра представлены в

относительных величинах. Так, вектор воздушной скорости V принят за 100%, а векторы путевой скорости.

1. Перевод скоростей, выраженных в км/ч, в скорости, выраженные в м/сек, и обратно, а также расчет пройденного пути, скорости и времени полета осуществляется по тем же правилам, что и на НЛ-10м при помощи шкал 4 и 5.

2. Расчет курса следования и путевой скорости по известному вектору ветра.

Установить на ветрочете треугольный индекс шкалы времени 5 на деление шкалы скоростей 4, соответствующее значению заданной воздушной скорости V км/ч. На шкале процентов¹ по величине скорости ветра U км/ч определить значение относительной скорости ветра

Развернуть курсовой лимб так, чтобы против стрелки курсовой черты номограммы установилось деление курсовой шкалы, соответствующее магнитному направлению ветра d , и против деления курсовой черты, соответствующего $U\%$, на лимбе карандашом нанести отметку, являющуюся концом относительной скорости ветра.

Установить против стрелки курсовой черты значение заданного магнитного путевого угла (ЗМПУ). На номограмме против нанесенной отметки отсчитать значение угла сноса (УС). Определить заданный курс самолета по формуле $ЗМК = ЗМПУ - УС$ и установить его

против стрелки (или развернуть лимб на часовой стрелке — при правом сносе, против часовой стрелки — при левом на величину УС). Против отметки ветра, пользуясь линиями a и дугами b номограммы, отсчитать уточненные значения УС и относительной путевой скорости² $W\%$. (Если новое значение угла сноса отличается от первого больше чем на 1° , против стрелки курсовой черты устанавливать магнитный курс с учетом этого УС).

Проверив, что треугольный индекс шкалы времени установлен на значение воздушной скорости, по полу³ченному значению $W\%$ при помощи шкалы процентов определить величину путевой скорости в км/ч.

3. Расчет фактического путевого угла и путевой скорости по известному вектору ветра.

Установить треугольный индекс шкалы времени на деление шкалы скоростей, соответствующее фактической воздушной скорости. При помощи шкалы процентов по U км/ч определить $U\%$. Против стрелки курсовой черты установить деление, соответствующее магнитному направлению ветра, и, отметив конец вектора относительной скорости ветра, установить значение среднего фактического (или расчетного) магнитного курса. Отсчитать против отметки на номограмме величину угла сноса в градусах и значение относительной путевой скорости, после чего при помощи шкалы процентов определить величину путевой скорости в км/ч. Фактический (расчетный) магнитный путевой угол определяется по формуле $ФМПУ = ФМК + УС$.

4. Расчет ветра по путевой скорости и углу сноса.

Установить треугольный индекс шкалы времени на значение воздушной скорости. При помощи шкалы процентов по W км/ч определить значение. Против стрелки курсовой черты установить среднее значение магнитного курса полета и по значениям $W\%$ и УС нанести на курсовом лимбе отметку, которая явится концом вектора относительной скорости ветра.

Развернуть курсовой лимб до совпадения нанесенной отметки с курсовой чертой, отсчитать значения магнитного направления и относительной скорости ветра $U\%$, после чего при помощи шкалы процентов определить V км/ч.

5. Расчет ветра по двум углам сноса, измеренным на двух курсах.

Установить треугольный индекс шкалы времени на значение воздушной скорости, а против стрелки курсовой черты — среднее значение первого магнитного курса. Вдоль линии номограммы, соответствующей значению первого измеренного УС, на курсовом лимбе карандашом провести линию. Установив среднее значение второго магнитного курса; провести линию, соответствующую значению второго УС. Точка пересечения линий является концом вектора относительной скорости ветра. Направление и скорость ветра в км/ч определяются так же.

6. Расчет ветра по двум путевым скоростям, определенным на двух курсах.

Установить треугольный индекс шкалы времени на значение воздушной скорости и при помощи шкалы процентов по известным значениям и $W2$ в км/ч определить. Против стрелки курсовой черты установить среднее значение первого магнитного курса и провести на курсовом лимбе дугу, соответствующую значению. Установить среднее значение второго магнитного курса, провести дугу, соответствующую значению $W2\%$. Точка пересечения дуг является концом вектора относительной скорости ветра. Направление и скорость ветра в км/ч определяются так же.

7. Определение продольной и поперечной составляющих вектора ветра.

Задача решается при помощи прямоугольной сетки, нанесенной на секторе визирной линейки. Для этого вначале нужно установить треугольный индекс на значение воздушной скорости и нанести, на курсовом лимбе вектор относительной скорости ветра. Установив магнитный курс, для которого необходимо определить составляющие ветра, совместить подвижной сектор с сектором на номограмме, в котором расположен вектор ветра. При помощи прямоугольной сетки определить составляющие ветра в процентах и их знаки. Составляющие скорости ветра в км/ч определить при помощи шкалы процентов.

8. Определение вектора по его продольной и поперечной составляющим.

Установить треугольный индекс шкалы времен на значение воздушной скорости, а против стрелки курсовой черты — значение магнитного курса, которому соответствуют значения составляющих ветра. При помощи шкалы процентов определить относительные продольную $5'$ и поперечную составляющие скорости ветра. Совместить подвижной сектор с сектором на номограмме в соответствии со знаками составляющих, используя прямоугольную сетку по значениям относительных составляющих, нанести на секторе отметку, являющуюся концом вектора относительной скорости ветра.

Величина относительной скорости ветра может быть определена при помощи концентрических окружностей, а скорость в км/ч — шкалы процентов. Направление ветра отсчитать на курсовой шкале, продолжив карандашом вектор ветра до края сектора.

9. Определение поправки в показания указателей температуры наружного воздуха типа ТУЭ и ТНВ.

Поправки отсчитываются на шкале против значений истинной воздушной скорости на шкале скоростей 8.

10. Расчет истинной высоты полета по показаниям барометрического высотомера и, наоборот, ниже 12 000 м.

Учет методической ошибки высотомера, возникающей из-за несоответствия фактической температуры воздуха на высоте полета стандартному значению, проводится так же, как и на НЛ-10м. Для этого используются шкалы 17 и 20, 18 и 19 и треугольный индекс.

Формулы, нанесенные на поворотном диске, показывают порядок решения задач по пересчету высот и скоростей. Верхний ряд знаков в формулах используется при пересчете приборных величин в истинные (ход решения слева направо), нижний ряд — при пересчете истинных величин в приборные (ход решения — справа налево). Обозначение «НР» показывает, что далее пересчет производится при помощи НРК-2.

11. Расчет истинной высоты полета по показаниям барометрического высотомера¹ и, наоборот, для высот более 12 000 м.

Методическая ошибка учитывается при помощи шкал 3 и 21, 23 и треугольного индекса так же, как и на НЛ-10м.

Поправка АНи, учитывающая отклонение расположения тропопаузы от стандартного значения, равного 11 000 м, определяется при помощи шкал 17, 20, треугольного и ромбического индексов на шкале

18. Для этого против треугольного индекса установить значение суммы температур у земли и на высоте полета. Ромбический индекс укажет величину и знак поправки АНп, отсчитываемой на шкале вправо и влево от деления, соответствующего 11 000 м.

12. Расчет истинной скорости полета по показаниям аэродинамического указателя воздушной скорости и наоборот.

Учет методической погрешности широкой стрелки указателя скорости, возникающей из-за несоответствия фактической температуры воздуха на высоте полета ее стандартному значению, выполняется при помощи шкал расчетчика 7 и 11, 8, 13 или 12.

Если полет выполняется на скорости более 400 км/ч и высоте выше 5000 м, при пересчете скоростей необходимо учитывать поправку на сжимаемость воздуха. В этом случае (как и на НЛ-10м) на шкале 8 устанавливается или отсчитывается значение индикаторной, а не приборной скорости, т. е. скорости без учета поправки на сжимаемость воздуха.

Поправка на сжимаемость воздуха определяется на навигационном расчетчике при помощи шкалы 15, фигурного индекса и шкал

14, 16. Для этого необходимо против фигурного индекса установить деление, соответствующее высоте полета по прибору, а против значения приборной скорости отсчитать значение поправки.

Порядок учета поправки показан формулой, нанесенной на поворотном диске.

13. Расчет истинной скорости полета по показаниям узкой стрелки КУС и наоборот.

Методическая погрешность учитывается при помощи шкал 7, 10, 8 и 13 так же, как и на НЛ-10м.

14. Определение числа М по значению истинной скорости полета.

Задача решается при помощи шкалы 10 и индекса 13 и шкал 8, 13 или 12. Для этого установить против индекса «М» 13 значение фактической температуры воздуха на шкале 13 или приборной высоты на шкале

12. Против деления, соответствующего истинной воздушной скорости в км/ч. (на шкале 7), отсчитать на шкале 8 величину числа М.

В таком же порядке определяется по числу М истинная воздушная скорость.

15. Определение радиуса разворота с заданным углом крена и скоростью на развороте.

Радиус разворота определяется с помощью шкал /, 4 и шкалы тангенсов 2. Для этого установить значение угла крена по шкале тангенсов против значения истинной скорости в км/ч на шкале 2. Против индекса «?» на шкале расстояний

4 отсчитать величину радиуса разворота в километрах.

Определение угла крена по известным радиусу и скорости полета на развороте является обратной задачей.

16. Определение времени разворота на заданный угол с заданными креном и скоростью.

Время разворота на заданный угол определяется при помощи шкалы 4, шкалы тангенсов 2 и индексов, нанесенных на ней. Для этого деление шкалы тангенсов, соответствующее величине заданного крена, установить против значения воздушной скорости в сотнях километров в час на шкале 1. Против индекса, соответствующего величине угла разворота, отсчитать время разворота в секундах или десятках секунд.

17. Умножение и деление чисел удобнее производить при помощи логарифмических шкал истинных и индикаторных скоростей 7 и 8.

18. Возведение чисел в квадрат и извлечение квадратных корней из чисел возможно при помощи шкал 1 и 4.

19. Определение значений тригонометрических функций, умножение и деление числа на тригонометрические функции угла и решение прямоугольного треугольника производится при помощи шкал синусов, тангенсов и смежных с ними шкал.

20. Перевод морских и английских миль в километры, футов в метры, миллиметров ртутного столба в миллибары и обратно выполняются при помощи шкалы 7 и индексов, нанесенных на ней, и шкалы 17. Для этого необходимо против одного из индексов (мм, ам, ф, мм рт. ст.) установить деление 100 и 1000 шкалы индикаторных скоростей 8. В этом случае на нижней шкале производится отсчет величин, выраженных в милях, футах или миллиметрах ртутного столба, на верхней — соответственно в километрах, метрах или миллибарах.

Для перевода градусов в радианы против индекса установить деление 180.

При решении задачи с помощью навигационного расчетчика используются шкалы: 4 — пути и скорости,

5 — времени, 3 — процентов, курсовых углов ветрового диска, номограммы основания расчетчика, прозрачный ветровой диск и треугольный индекс шкалы 5.

Порядок решения:

1. Вращением подвижного диска треугольный индекс шкалы 5 устанавливается на значение, соответствующее рассчитанной истинной скорости V км/ч по шкале 4. Нить визирной линейки устанавливается по шкале 4 на отсчет, равный скорости ветра U км/ч, и против этого отсчета по шкале 3 (процентов) определяется относительная скорость ветра.

2. Прозрачный ветровой диск разворачивается так, чтобы против курсовой черты номограммы установилось деление курсовой шкалы диагностики, соответствующее магнитному направлению ветра β° и на курсовой черте номограммы, считая по концентрическим окружностям a , наносится карандашом точка, определяющая конец вектора относительной скорости ветра $U\%$.

3. Вращением ветрового диска против курсовой черты устанавливается деление, соответствующее заданному магнитному путевому углу. В результате точка конца относительного вектора сместится и против нее на номограмме по прямым линиям «б» отсчитывается угол сноса (УС).

4. Ветровой диск разворачивается вправо при правом сносе, влево — при левом сносе на величину полученного УС. Против курсовой черты номограммы читается значение рассчитанного магнитного курса следования (МКрасч) — Против конца относительного вектора ветра отсчитывается величина уточненного угла сноса. От точки конца относительного вектора ветра мысленно проводится линия, параллельная дугам «б», на курсовой черте отсчитывается значение относительной путевой скорости в процентах ($N\%$), а на шкале курсовых углов номограммы — курсовой угол ветра (КУВ). Против полученного значения $V\%$, которое находится на шкале 3 (процентов), внизу на шкале 4 читается искомая W км/ч

Номограммами удобно пользоваться в том случае, когда приходится многократно выполнять вычислительную операцию одного и того же рода, но каждый раз с различными числовыми данными.

Для сложения и вычитания любых физических величин можно составить номограммы двух видов.

1. Если какие-либо физические величины (например, скорость самолета и попутная или встречная составляющая скорости ветра) x и y , измеренные при помощи некоторого масштаба, отложить на соответствующих осях координат, то при условии $AC \perp y$, а $AO = x$, наклонные, проведенные из точки под углами 45° к оси X , отсекут на ней отрезки $x + y$ и $x - y$.

Если на миллиметровке провести семейство наклонных, то мы получим номограмму для сложения и вычитания. Для пользования номограммой нет необходимости проводить новые линии, а достаточно кончиком карандаша следовать по заранее проведенным.

2. Если на две параллельные прямые, начиная от нулевой прямой MN , нанести в виде отрезков, измеренных при помощи одинакового масштаба, величины x и y , подлежащие сложению, то прямая AB отсечет на третьей параллельной прямой, проходящей посередине.

Пример, хну отложены в масштабе $1 \text{ см} = 20 \text{ км/ч}$. Если для прямой LZ взять масштаб 40 км/ч , то на ней мы будем сразу иметь искомый ответ.

Первый способ называется способом сетки, второй — способом выравненных точек.

Умножение и деление выполняют следующим образом: перемножаемые величины x и y наносят, как обычно, на осях X и Y . Из конечной точки отрезка X восстанавливается перпендикуляр к оси X и продолжается до пересечения его с горизонтальной прямой, проведенной параллельно оси X на расстоянии y — 1. Пересечение продолжения луча OC с горизонтальной прямой, проведенной из точки, соответствующей значению y , дает нам искомую величину.

При складывании и вычитании можно оперировать только величинами, данными в одних и тех же измерениях. Умножать и делить можно величины, измеренные неоднородными мерами.

При помощи логарифмирования умножение может быть сведено к сложению, а деление — к вычитанию. Для этого на шкалах наносятся не сами числа, а так называемые точки деления, соответствующие значениям логарифмов чисел. Однако у полученных специальным образом точек деления пишутся не логарифмы чисел, а сами логарифмируемые числа. Такие шкалы называются функциональными шкалами. Если шкала LZ проходит строго по середине между функциональными шкалами 1 и 2, то в силу того, что на ней находятся результаты перемножения чисел x и y , квадраты чисел, соответствующих делениям чисел шкал 1 и 2, лежат в точках пересечения шкалы LZ с горизонтальными прямыми, соединяющими одинаковые деления шкал 1 и 2. Чтобы найти сумму или разность, произведение или частное/ при употреблении готовой номограммы нет необходимости проводить соединяющую прямую AB , а проще прикладывать линейку или туго натянутую нить.

Поскольку при помощи номограммы решаются не только простейшие задачи сложения и вычитания, умножения и деления, возведение в степень и извлечение корня, но и более сложные задачи графического решения численных уравнений с любыми коэффициентами, в авиации номограммы получили широкое распространение.

Ряд величин, определяемых при испытаниях самолетов опытным путем, может быть нанесен на номограммы в виде семейств кривых. Это значительно увеличивает область применения номограммы. Еще более расширяет возможности их применения введение номограммы с вспомогательными шкалами.

Ни один экипаж самолетов с ГТД в своей повседневной работе не обходится без использования номограмм для определения длин разбега и пробега самолета с учетом метеорологических условий, при различном взлетном весе, по бетону и по грунту, при разном состоянии и уклоне ВПП и т. п. Применяются также номограммы для определения потребной дистанции продолженного взлета в зависимости от условий старта и ряд других.

Указанные номограммы получают при испытаниях самолетов и рассылаются в эксплуатационные предприятия гражданской авиации. По мере изменений в характеристиках самолета в связи с доработками и модификацией его по сериям претерпевают изменения и номограммы. Поэтому нецелесообразно помещать в справочнике все применяемые номограммы, тем более что каждый экипаж имеет возможность постоянно ими пользоваться в аэропортах при подготовке к полету и на борту.

Кроме номограмм, в гражданской авиации широко применяются также всевозможные графики. На диспетчерских пунктах службы движения применяют график движения, основанный на следующем принципе: по оси X на соответствующих расстояниях, взятых в

определенном масштабе, наносятся промежуточные пункты, через которые пролетает самолет в своем следовании по трассе. На оси и на параллельной ей прямой, проведенной из точки, наноси X, соответствующей КПМ также в нужном масштабе откладывается время суток (чаще всего московское). Зная расчетную скорость или скорость по расписанию, можно провести прямую между точкой, соответствующей вылету самолета из ИПМ, и точкой, соответствующей времени его прибытия в КПМ. Опуская на эту прямую перпендикуляры из точек на оси X, соответствующих контрольным пунктам на трассе, а затем снося на ось Y полученные точки пересечения перпендикуляров с прямой расчетного движения, получим расчетное время пролета КО. Получая с борта самолета донесения времени фактического пролета КО, диспетчер всегда может вести линию фактического движения самолета, определять время его фактического пролета последующих КО и вносить по мере необходимости коррективы в движение. По такому графику легко определять время встречи самолетов, нагона или обгона одного другим, а также время встречи самолета с темнотой или рассветом.