

Ш.С. Самаржаян

**Расчеты и глазомер в
авиации**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 030
ББК 92
Ш11

Ш11 **Ш.С. Самаржаян**
Расчеты и глазомер в авиации / Ш.С. Самаржаян – М.: Книга по Требованию,
2013. – 128 с.

ISBN 978-5-458-29596-3

В книге в простой и доходчивой форме рассматриваются и практически обосновываются удобные глазомерные определения и штурманские расчеты в уме. Основное внимание уделяется навигации, наведению, элементам маневрирования и практике самолетовождения как факторам, от которых зависит успех выполнения задачи, поставленной авиационным командиром. Книга рассчитана на летный состав строевых частей ВВС, а также на курсантов летных училищ. Может быть полезна расчетам командных пунктов управления полетами, а также летчикам гражданской авиации.

ISBN 978-5-458-29596-3

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2013

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2013

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

ГЛАВА ПЕРВАЯ

ЭЛЕМЕНТЫ МАНЕВРИРОВАНИЯ

§ 1. Определение времени разворота на 180° для любых скоростей полета

Используя радиантные соотношения, можно определить время разворота с радиусом R на угол α по формуле (рис. 1.1):

$$t_{\alpha} = \frac{\alpha R}{V} \quad (1)$$

где α — угол разворота, выраженный в радианах.

Известно, что

$$R = \frac{V^2}{g \operatorname{tg} \beta} \quad (2)$$

Подставив значение R в формулу (1), получим

$$t_{\alpha} = \frac{\alpha V}{g \operatorname{tg} \beta},$$

где β — крен самолета.

Для того чтобы оперировать со скоростями полета, выраженными в км/ч (что удобно при практическом решении задач), необходимо числитель и знаменатель умножить на 3,6:

$$t_{\alpha} = \frac{3,6\alpha V}{3,6g \operatorname{tg} \beta}.$$

Но $3,6 V$, м/с, равно V , км/ч, следовательно, в числителе не будет никакого коэффициента.

Так как мы определяем время разворота на 180°, то $\alpha = \pi = 3,14$. Подставив все известные значения в приведенную выше формулу, будем иметь:

$$t_{180} = \frac{3,14V}{3,6 \cdot 9,8 \operatorname{tg} \beta} \approx 0,09 \frac{V}{\operatorname{tg} \beta}. \quad (3)$$

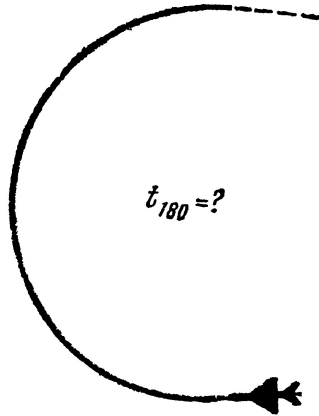


Рис. 1.1. Время разворота на 180°

Подставляя в формулу (3) значения тангенсов для интересующих кренов, получим следующие простые зависимости:

$$\beta = 5^\circ \quad t_{180} = V;$$

$$\beta = 10^\circ \quad t_{180} = \frac{V}{2};$$

$$\beta = 15^\circ \quad t_{180} = \frac{V}{3}.$$

Например, $V=420$ км/ч, $\beta=5^\circ$, следовательно: $t_{180}=420$ с.

Для кренов 30, 45 и 60° скорость полета удобно брать без последней цифры V' :

$$\beta = 30^\circ \quad t_{180} = 1,5V';$$

$$\beta = 45^\circ \quad t_{180} = 0,9V';$$

$$\beta = 60^\circ \quad t_{180} = \frac{V'}{2}.$$

Пример. Определить t_{180} для $\beta = 60^\circ$, если $V = 500$ км/ч.

Решение: $t_{180} = \frac{50}{2} = 25$ с.

Точность определения времени разворота для различных кренов находится в пределах 1—2% от фактического значения времени разворота.

§ 2. Определение радиуса разворота

Летному составу известно, как трудно определить радиус разворота в уме по формуле

$$R = \frac{V^2}{g \operatorname{tg} \beta}.$$

Однако решение ряда примеров показывает, что для $\beta=60^\circ$ и $V=600 \div 1800$ км/ч справедливо соотношение

$$\frac{V^2}{g \operatorname{tg} \beta} \approx \frac{V}{100} - 5.$$

Например, $V=1500$ км/ч, следовательно: $R = 15 - 5 = 10$ км.

Тогда для определения радиуса разворота для $\beta=45^\circ$ достаточно умножить полученный результат на 2; для $\beta=30^\circ$ — на 3.

Пример. Определить R , если $V = 1300$ км/ч, а $\beta = 30^\circ$.

Решение: 1. $R_{60} = 13 - 5 = 8$ км.

2. $R_{30} = 8 \cdot 3 = 24$ км.

§ 3. Погашение избытка времени отворотом на 60°

Этот способ может быть применен для одиночных или небольших групп летательных аппаратов при избытке времени Δt в небольших пределах (порядка 3—6 мин).

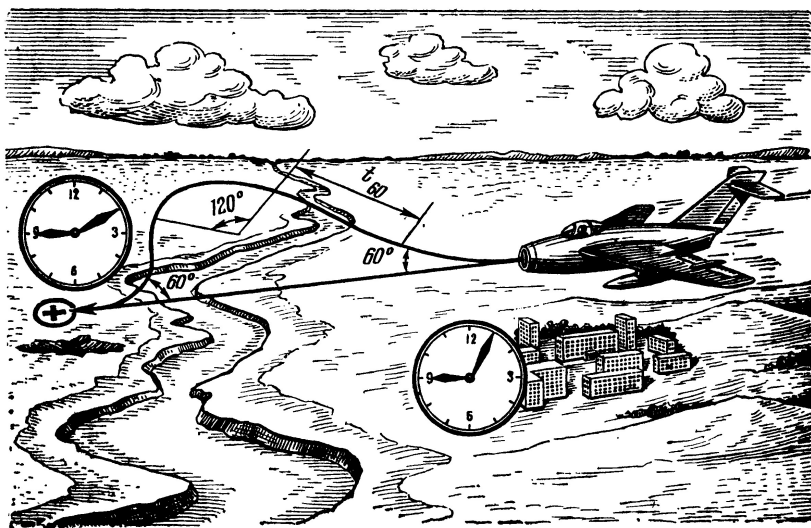


Рис. 1.2. Погашение избытка времени отворотом на 60°

Сущность данного способа состоит в удлинении пути путем отворота самолета на 60° от маршрута с последующим выходом на линию заданного пути (рис. 1.2).

В авиационной литературе предлагается определять время по формуле

$$t_{60} = \Delta t - 0,11t_{360}.$$

Преобразуем эту формулу на основании положений § 1, например, для $\beta=30^\circ$:

$$t_{60} = \Delta t - 0,11 \cdot 2t_{180};$$

$$t_{60} = \Delta t - 0,11 \cdot 2 \cdot 1,5V' = \Delta t - 0,33V'.$$

Если возьмем величину скорости полета в км/ч, имеем:

$$t_{60} = \Delta t - 0,03V;$$

$$t_{60} = \Delta t - 3\% V.$$

Например, $V=1500$ км/ч, а $\Delta t=5$ мин, следовательно:

$$t_{60} = 5 \text{ мин} - 3 \cdot 15 \text{ с} = 4 \text{ мин } 15 \text{ с}.$$

При крене 45° $t_{60} = \Delta t - 2\% V$;

при крене 60° $t_{60} = \Delta t - 1\% V$.

Интересный вывод: при крене 60° величину t_{60} можно не рассчитывать, так как в данном случае $t_{60} \approx \Delta t$.

Среднеквадратическая ошибка в определении временного интервала не превысит 1—2% искомого значения определяемой величины.

§ 4. Пристраивание к ведущему группы на встречно-параллельных курсах полета по упрежденному углу разворота (УУР)

Этот способ применим при построении боевого порядка на петле, когда ведомые самолеты перемещаются на встречно-параллельных курсах по отношению к ведущему группы и на интервалах, равных $2R$ (рис. 1.3). Скорости полета и крены на развороте в этом случае у ведомого и у ведущего должны быть одинаковы. Кроме того, этот способ может быть применен при перехвате воздушных целей методом «маневр».

Из треугольника ABD следует, что

$$\text{tg УУР} = \frac{BD}{AD},$$

но $BD=2R$. Для того чтобы встреча произошла в точке C одновременно, необходимо, чтобы путь ведомого по дуге AC был равен пути ведущего.

Следовательно, $BC = \overset{\frown}{AC} = \pi R$. Так как $BC = AD$, то

$$\operatorname{tg} \text{УУР} = \frac{2R}{\pi R} = \frac{2}{3,14} = 0,64.$$

$$(\text{УУР} = 32^\circ).$$

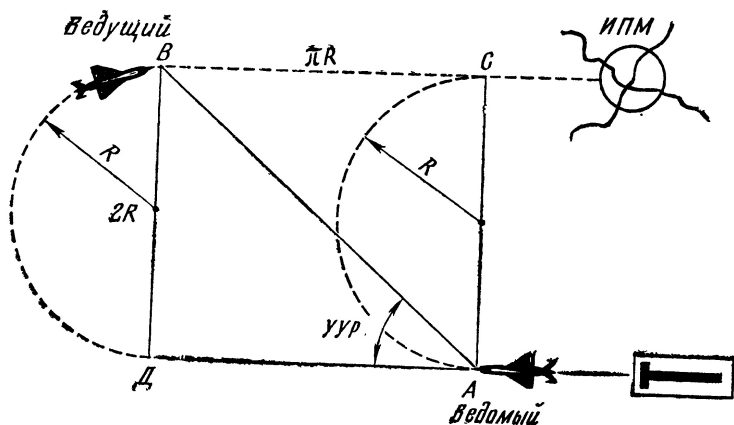


Рис. 1.3. Определение величины УУР

Практически УУР можно брать равным 30° . Поэтому, как только ведомый глазомерно определит по деталям или по меткам на самолете, что ведущий проецируется под углом 30° , необходимо производить разворот в сторону ведущего на пристраивание.

Данный способ можно применять не только при сборах на петле, но и в различной навигационной обстановке при встречных курсах полета.

При современных скоростях полета этот способ может быть успешно реализован с использованием технических бортовых средств радиолокационного обнаружения.

Необходимо отметить, что в процессе разворота ведомый может изменением крена корректировать свое местоположение по отношению к ведущему, что благоприятствует обеспечению безопасности полета при сборе групп летательных аппаратов и занятию своего места в боевом порядке.

§ 5. Погашение избытка времени на петле

Время можно гасить и на петле. Это очень удобно, особенно при избытке времени, так как экипаж удаляется от оси маршрута полета всего на величину диа-

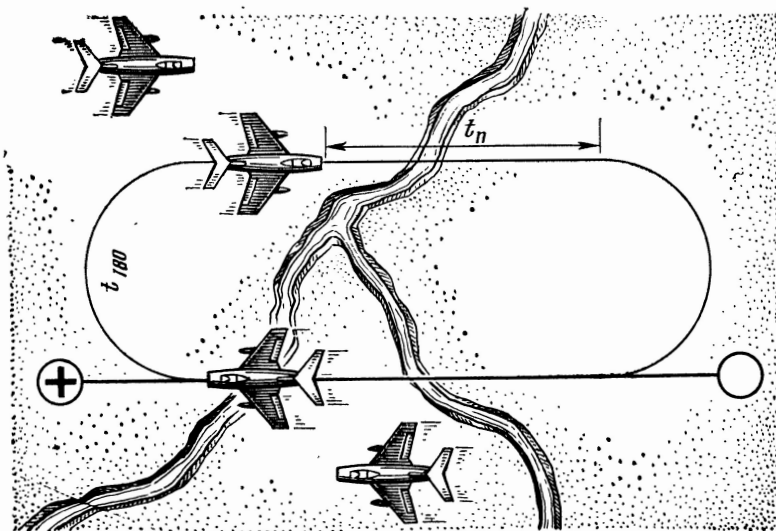


Рис. 1.4. Погашение избытка времени на петле

метра разворота и не требуется выполнения сложного маневра.

Сущность способа погашения избытка времени на петле состоит в том, что удлиняется величина пути пропорционально избытку времени выхода на цель в заданное время (рис. 1.4). Это достигается тем, что самолеты в боевом порядке (одиночный летательный аппарат) разворачиваются на обратный курс следования и летят этим курсом определенное время t_n ; затем снова разворачиваются на первоначальный курс следования и продолжают полет по маршруту (к цели).

Из рисунка видно, что

$$t_n = \frac{\Delta t - t_{360}}{2}$$

или

$$t_{\text{п}} = \frac{\Delta t}{2} - t_{180}.$$

Подставив в данную формулу значение t_{180} , описанное в § 1 для любого крена, получим искомый результат.

Пример. Определить $t_{\text{п}}$, если избыток времени 12 мин, $V = 500$ км/ч, $\beta = 60^\circ$.

Решение: $t_{\text{п}} = \frac{12}{2}$ мин $- \frac{50}{2}$ с = 5 мин 35 с.

§ 6. Определение потребной скорости полета для прибытия на цель в заданное время

Для определения потребной скорости $W_{\text{п}}$ полета необходимо знать оставшееся расстояние $S_{\text{ост}}$ и оставшееся время $t_{\text{ост}}$ (рис. 1.5).

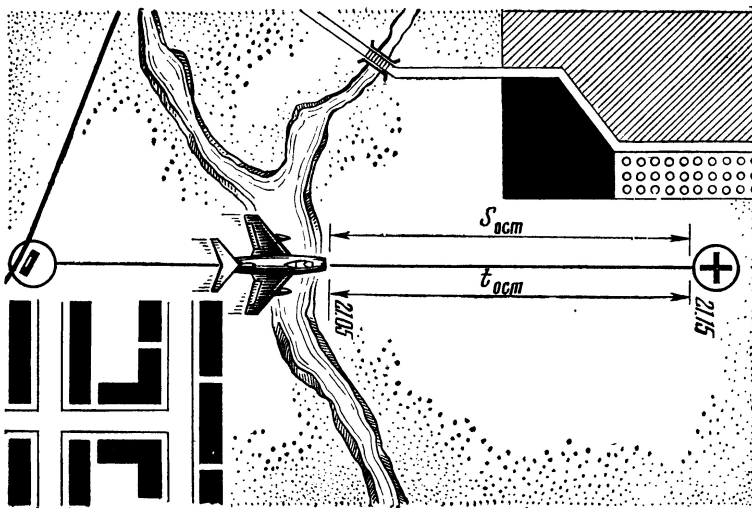


Рис. 1.5. Определение потребной скорости полета

Тогда

$$W_{\text{п}} = \frac{S_{\text{ост}}}{t_{\text{ост}}}.$$

Необходимо помнить, что при определении потребной скорости полета следует ориентироваться не по фактическому значению воздушной скорости полета, а по путевой. Изменять воздушную скорость полета нужно после сравнения потребной скорости полета с путевой. Например, $V=800$ км/ч, $W=700$ км/ч, а $W_{п}=850$ км/ч, следовательно, необходимо установить для прибытия на цель в заданное время новое значение воздушной скорости полета $V_{п}=950$ км/ч.

Методика определения частного от деления $S_{ост}$ на $t_{ост}$ дана в § 14 главы второй.

§ 7. Приближение к линии заданного пути методом «змейка»

Если в полете экипаж обнаружил отклонение от линии заданного пути, то необходимо принять все меры для возвращения на линию заданного пути по опти-

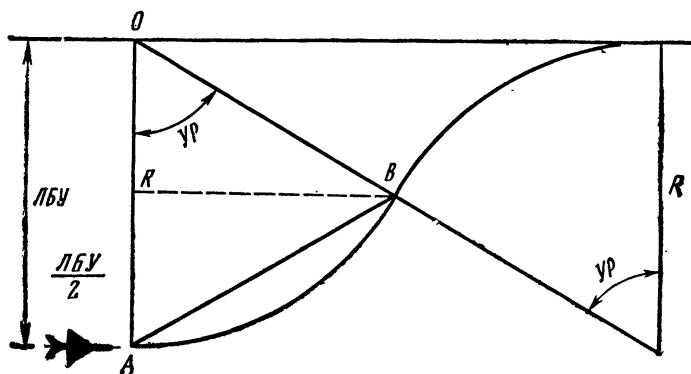


Рис. 1.6. Приближение к линии заданного пути методом «змейка»

мальной траектории, которая представляет сопряжение двух одинаковых разворотов (рис. 1.6).

Поскольку величины линейного бокового уклонения ЛБУ и радиуса разворота R известны, то остается определить только величину угла разворота $УР$.

Из треугольника AOB (рис. 1.6) видно:

$$\frac{\text{ЛБУ}}{2} = R - R \cos \text{УР} = R(1 - \cos \text{УР})$$

или

$$\cos \text{УР} = 1 - \frac{\text{ЛБУ}}{2R}.$$

Выразим ЛБУ через R , тогда

$$\text{ЛБУ} = KR; K = \frac{\text{ЛБУ}}{R} \left(\cos \text{УР} = 1 - \frac{K}{2} \right);$$

$$\cos \text{УР} = 1 - \frac{KR}{2R},$$

где K — величина ЛБУ, выраженная в радиусах разворота.

Если задаться заранее величиной K , то можно составить таблицу для определения УР:

ЛБУ	K	УР°
$2R$	2	90
$1,5R$	1,5	75
R	1	60
$0,5R$	0,5	45
$0,3R$	0,3	30

Данную таблицу запомнить на память несложно, так как в ней имеется постоянный «шаг», равный 15° , и, кроме того, при $\text{ЛБУ} = R$ угол разворота равен 60° , что практически соответствует одному радиану.

Эту таблицу можно успешно применять как на вертолете, так и на современном реактивном истребителе, так как линейное боковое уклонение в этом случае измеряется не в абсолютном значении, а по отношению к радиусу разворота, что позволяет упростить различные аналитические действия в воздухе по выходу на линию заданного пути. Абсолютная погрешность в определении местоположения летательного аппарата по отношению к ЛЗП при использовании метода «змейка» составит не более $0,1R$, что вполне допустимо для авиационной практики.

Метод «змейка» может эффективно применяться для вывода летательного аппарата на линию заданного пути с использованием индикатора РЛС или же стола-планшета.

§ 8. Сбор группы самолетов на догоне

Сбор группы самолетов на догоне при построении сомкнутых боевых порядков является одним из наиболее выгоднейших и экономичных способов сбора, так как

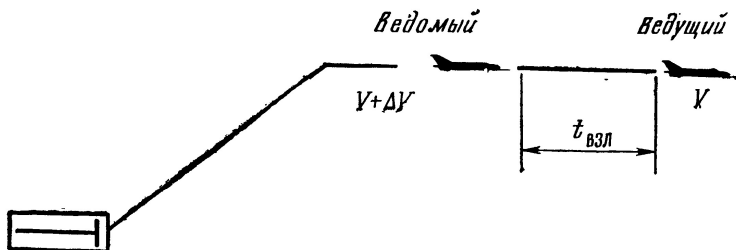


Рис. 1.7. Сбор группы самолетов на догоне

группа самолетов практически сразу после набора высоты около 200—300 м может перейти на любой курс полета, что очень важно при наведении истребителей на воздушные и наземные цели (рис. 1.7).

Так как ведомые самолеты переходят на скорость сбора после набора заданной высоты, как правило, в горизонтальном полете, то легко определить в уме время догона для каждого ведомого после набора высоты:

$$t_{\text{дог}} = \frac{V_{\text{вдц}}}{\Delta V} t_{\text{взл}},$$

где $V_{\text{вдц}}$ — скорость ведущего самолета;

ΔV — разность скоростей между ведущим и данным ведомым самолетом;

$t_{\text{взл}}$ — временной интервал между ведущим и данным ведомым самолетом.

Пример. Определить время догона ведущего самолета, если $V_{\text{вед}}=900$ км/ч, $V_{\text{вдц}}=600$ км/ч и $t_{\text{взл}}=4$ мин.