

С.А. Тихменев

**Основания стрельбы по
самолетам из стрелкового
оружия**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 030
ББК 92
С11

С.А. Тихменев
С11 Основания стрельбы по самолетам из стрелкового оружия / С.А. Тихменев –
М.: Книга по Требованию, 2016. – 200 с.

ISBN 978-5-458-30505-1

Труд состоит из двух частей. В первой части излагается теоретическая часть, обосновывающая особенности стрельбы по самолетам и дающая ряд формул, которые позволяют без сложных математических вычислений получить по данным наземной стрельбы приближенные баллистические данные, вполне пригодные для практики зенитной стрельбы. Во второй части разбираются свойства самолета как летающей цели и правила стрельбы. Труд предназначен для начальствующего состава РККА в качестве пособия.

ISBN 978-5-458-30505-1

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2016

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2016

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

ОСНОВНЫЕ ФОРМУЛЫ, ПОМЕЩЕННЫЕ В ТРУДЕ ТИХМЕНЕВА

№ формулы	Наименование зависимости	Формула	Страница
1	Зависимость между углом встречи ν , углом места цели ϵ , углом наклона H траектории самолета и курсовым углом K	$\cos \nu = \cos \epsilon \cos H \cos K - \sin \epsilon \sin H$	14
2	Время полета пули в безвоздушном пространстве в зависимости от угла прицеливания α , угла места цели ϵ и начальной скорости v_0 ; g — ускорение силы тяжести	$t = \frac{\sin \alpha}{\cos \epsilon} \cdot \frac{2v_0}{g}$	20
3	Зависимость в безвоздушном пространстве между наклонной дальностью D_c , углами места цели ϵ и прицеливания α и начальной скоростью v_0	$D_c = \frac{2 \sin \alpha \cos (\alpha + \epsilon)}{\cos^2 \epsilon} \cdot \frac{v_0^2}{g} = \frac{\sin (2\alpha + \epsilon) - \sin \epsilon}{\cos^2 \epsilon} \cdot \frac{v_0^2}{g}$	21
4	Величина угла прицеливания α_{max} для наибольшей дистанции в зависимости от угла места цели ϵ в безвоздушном пространстве	$\alpha_{max} = \frac{90^\circ - \epsilon}{2} = 45^\circ - \frac{\epsilon}{2}$	21
5	Максимальная дальность в безвоздушном пространстве для данного угла места цели ϵ и начальной скорости v_0	$D_{max} = \frac{v_0^2}{g(1 + \sin \epsilon)}$	21
6	Зависимость угла прицеливания α_c для данной наклонной дистанции от угла места цели ϵ и угла прицеливания α_0 при угле $\epsilon = 0$ в безвоздушном пространстве	$\sin (2\alpha_c + \epsilon) = \sin 2\alpha_0 \cos^2 \epsilon + \sin \epsilon$	21
7	Приближенная зависимость между теми же углами в воздухе по предложению Бургдорфа и Гуина	$\sin \alpha_c = \sin \alpha_0 \cos \epsilon$	26

№ формулы	Наименование зависимости	Формула	Страница
9	Приближенная зависимость между теми же углами в воздухе по предложению Роне	$\operatorname{tg} \alpha_c = \frac{\cos \epsilon}{1 - \operatorname{tg} \alpha_0 \sin \epsilon} \operatorname{tg} \alpha.$	27
10	Величина превышения h траектории в зависимости от расстояния d по линии прицеливания	$h_n = d_n \operatorname{tg} (\alpha_\epsilon - \alpha_n)$	41
11	Величина координат точек настильной траектории для данного угла места цели ϵ	$x = (d - h \operatorname{tg} \epsilon) \cos \epsilon$	44
12		$y = (d \operatorname{tg} \epsilon + h) \cos \epsilon$	44
13	То же, для нисходящей ветви траектории	$\begin{aligned} x &= D_c \cos \epsilon \\ y &= D_c \sin \epsilon \end{aligned}$	44
14	Приближенная величина времени полета пули в воздухе в зависимости от координат точки	$t = \sqrt{\frac{2}{g} \cdot (x \operatorname{tg} \alpha - y)}$	47
15	То же, другой вид, в зависимости от наклонной дальности D_c	$t = \sqrt{\frac{2D_c \sin \alpha_c}{g \cos (\epsilon + \alpha_c)}}$	47
16	То же, в зависимости от t_0 времени полета пули при $\epsilon=0$	$t = t_0 \sqrt{\frac{D_c \sin \alpha_c}{D_0 \operatorname{tg} \alpha_0 \cos (\epsilon + \alpha_c)}}$	47
17	То же, для $D_c = D_0$	$t = t_0 \sqrt{\frac{\sin \alpha_c}{\operatorname{tg} \alpha_0 \cos (\epsilon + \alpha_c)}}$	47
19	То же, с поправочным членом для малых дистанций	$t = t_0 \sqrt{\frac{\sin \alpha_c}{\operatorname{tg} \alpha_0 \cos (\epsilon + \alpha_c)}} + \frac{D_c}{10\,000}$	48
20	Количество ожидаемых попаданий при заградительном огне из станкового пулемета в зависимости от площади цели $ж$, количества выпущенных пуль m , радиуса рассеивания R_3 и скорости самолета v	$B_3 = \frac{2жm}{\pi R_3^2 v}$	120
21	То же, для стрельбы сопроводительным огнем $\Sigma a =$ длине обстреливаемого пути, K_c коэффициент	$B_c = \sum \frac{жam}{\pi K_c^2 R_3^2 v}$	121
22	То же, для стрельбы очередями K_0 — коэффициент	$B_0 = \sum \frac{2жm}{\pi K_0 R_3^2 v}$	121
23	То же, для стрельбы из винтовок, где K_n — коэффициент, n — число винтовок	$B_n = \sum \frac{2жа0,75n}{\pi K_n^2 R_3^2 v}$	121

ПЕРЕЧЕНЬ ТАБЛИЦ

	Стр.
Таблица 1. Числовая таблица зависимости углов прицеливания, места цели и наклонной дистанции стрельбы для легкой пули обр. 1908 г. Составлена на основании баллистических формул	168
Таблица 2. То же для стрельбы тяжелой пулей	170
Таблица 3. То же для легкой пули обр. 1908 г. — вычислена по приближенным формулам Леидера	172
Таблица 3а. Таблица-график зависимости углов прицеливания от углов места цели для равных наклонных дистанций при стрельбе легкой пулей обр. 1908 г. (изодистанционные кривые). Составлена на основе числовой табл. 3.	—
Таблица 4. Числовая таблица зависимости углов прицеливания, места цели и наклонной дистанции для тяжелой пули обр. 1930 г. Составлена по приближенным формулам Леидера	174
Таблица 4а. Таблица-график зависимости углов прицеливания от углов места цели для равных наклонных дистанций при стрельбе тяжелой пулей обр. 1930 г. Составлена на основе табл. 4 (изодистанционные кривые)	—
Таблица 5. Числовая зависимость наклонных дистанций от углов места цели при стрельбе легкой пулей обр. 1908 г. Составлена на основе табл. 3	176
Таблица 5а. То же, графическая таблица (изоприцельные кривые) для легкой пули обр. 1908 г.	177
Таблица 5б. То же, числовая таблица для тяжелой пули. Составлена на основе табл. 4	178
Таблица 5в. То же, графическая таблица для тяжелой пули обр. 1930 г. (изоприцельные кривые)	179
Таблица 6. Числовая таблица превышений траектории над линией прицеливания в зависимости от углов места цели при стрельбе легкой пулей обр. 1908 г. Составлена на основе табл. 3. Заштрихованная часть таблицы дает величину поражаемого пространства для цели высотой 2 м	180
Таблица 6а. Графическая таблица превышений траектории над линией прицеливания и величина поражаемого пространства в зависимости от углов места цели для цели высотой 2 м и для дистанции 800 м при стрельбе легкой пулей обр. 1908 г.	182
Таблица 6б. То же, для дистанции 1000 м	—
Таблица 6в. Числовая таблица превышений траектории в зависимости от углов места цели для углов прицеливания α —19' и 58' при стрельбе легкой пулей	—
Таблица 6г. То же, графическая таблица для угла прицеливания 19' при стрельбе легкой пулей	183
Таблица 6д. То же для угла прицеливания 58'	—
Таблица 6е. Числовая таблица наибольших превышений. Составлена по баллистическим формулам	184

Таблица 7. Числовая таблица превышений траектории над линией прицеливания в зависимости от углов места цели при стрельбе тяжелой пулей обр. 1930 г. Составлена на основе табл. 4 для наклонных дистанций 800 и 1000 м. Заштрихованная часть таблицы дает величину поражаемого пространства для цели высотой 2 м	186
Таблица 7а. То же, графическая таблица для дистанции 800 м	188
Таблица 7б. То же, для дистанции 1000 м	—
Таблица 7в. Числовая таблица превышений траектории в зависимости от угла места цели для углов прицеливания $\alpha=20'$, $40'$ и $58'$ при стрельбе тяжелой пулей обр. 1930 г.	—
Таблица 7г. То же, графическая таблица для угла прицеливания $20'$	189
Таблица 7д. То же, для угла прицеливания $40'$	—
Таблица 7е. То же, для угла прицеливания $58'$	190
Таблица 8. Числовая таблица зависимости времени полета пули от дистанции и угла места цели для легкой пули обр. 1908 г.	191
Таблица 9. То же, для тяжелой пули обр. 1930 г.	—
Таблица 10. Числовая таблица изменения окончательных скоростей (скоростей в точке пересечения наклонных линий прицеливания с траекторией) в зависимости от наклонных дистанций и углов места цели для легкой пули обр. 1908 г.	192
Таблица 11. То же для тяжелой пули обр. 1930 г.	—
Таблица 12. Сравнительная числовая таблица зависимости углов прицеливания и превышений траекторий над линией прицеливания при различных высотах позиций над уровнем моря	193
Таблица 13. Числовая таблица сердцевинных полос и вероятных отклонений рассеивания пуль при зенитной пулеметной стрельбе из пулемета Максима на твердой установке	—
Таблица 14. Таблица изменений скоростей полета легкой пули в зависимости от угла бросания и горизонтальной дальности	194
Таблица 15. График поражаемых пространств по горизонту при стрельбе по самолету из пулемета Максима сопроводительным огнем	—
Таблица 16. Числовая таблица высот винтовочного прицела в зависимости от угла места цели и наклонной дистанции	195



ЧАСТЬ I

ОСОБЕННОСТИ СРЕЛЬБЫ ПО САМОЛЕТАМ ИЗ СРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ

БАЛИСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПУЛИ ПРИ СРЕЛЬБЕ ПОД БОЛЬШИМИ УГЛАМИ ВОЗВЫШЕНИЯ

... Известно, что теория, если она является действительно теорией, дает практикам силу ориентировки, ясность перспективы, уверенность в работе, веру в победу нашего дела".

(СТАЛИН)

ВСТУПЛЕНИЕ

Внешней баллистикой называется наука, изучающая законы и свойства полета снаряда (пули) в пространстве.

При разборе баллистических свойств пули при стрельбе под большими углами возвышения имелось в виду не только дать понятие о таковых и об основных началах, но и дать возможно более широкий материал, выраженный преимущественно в таблицах (числовых и графических), который мог бы послужить источником для дальнейших изысканий в этой области и необходимыми данными для конструкторов и изобретателей зенитных прицелов и других приборов.

Большинство прилагаемых таблиц составлено по приближенным формулам, в которых за исходные данные принимаются элементы траекторий при угле места цели, равном 0° , заимствованные из таблиц для наземной стрельбы, при составлении которых для пулемета Максима при стрельбе легкими пулями принят угол вылета, равный -6° и при стрельбе тяжелыми пулями -7° .

Материал, послуживший для разработки настоящего вопроса, имеет почти исключительно теоретический характер ввиду трудности постановки специальных опытов, настолько всесторонних, чтобы они могли охватить и связать все области этого многогранного вопроса.

Необходимо отметить, однако, что не только теория, но и практика вполне определенно указывает, что и такой подход к делу, имеющему в виду именно объединение всех отделов,

создающих мощь ПВО стрелкового оружия, является достаточным для практических целей.

Главнейшим источником настоящей главы послужили:

а) для теоретических обоснований — „Теоретический курс стрельбы по воздушному флоту“ инж. Лендера;

б) для составления таблиц — основные таблицы издания Артиллерийского управления РККА 1938 г.: „Таблицы стрельбы из стрелкового оружия по наземным целям“ и „Таблицы углов прицеливания по зенитным целям для легкой и тяжелой пуль“, издания 1939 г.

Принцип стрельбы по самолетам поκειται:

а) на особенностях самолетов и условий стрельбы по ним;

б) на мероприятиях по борьбе с этими особенностями.

Под „особенностями“ будем подразумевать условия стрельбы по самолетам, отличные от таковых по наземным целям. Они выражаются:

а) в особенности баллистических данных полета пули при стрельбе под большими углами бросания;

б) отличительными свойствами самолета как авиациели;

в) метеорологическими данными, влияющими на полет пули в верхних слоях атмосферы, и

г) рядом проблем, отсутствующих в наземной стрельбе.

Отсюда целеустановка данного труда — возможно выпуклее подчеркнуть основания, которые должны урегулировать контакт между работами техников, составителей правил стрельбы и преподавателей по подготовке кадров бойцов-зенитчиков.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОБОСНОВАНИЯ

Определения (терминология) и условные обозначения

Для стрельбы по зенитным целям терминологию и условные обозначения было бы желательно полностью сохранить общими со стрельбой наземной, которые весьма четко разъясняются в соответствующих официальных изданиях: уставах, наставлениях, руководствах и т. д. Однако выполнить это полностью не удастся, так как, например: плоскость прицеливания и плоскость стрельбы по авиациелям не совпадают, что имеет место при наземной ружейной стрельбе, а потому, если бы придерживаться буквально определенной теории наземной стрельбы из винтовок, то углы прицеливания оказались бы лежащими не в вертикальной плоскости, а в какой-то наклонной плоскости и были бы различны при стрельбе по самолетам, идущим на одной и той же дистанции и под одним и тем же углом места цели, но с разными скоростями. Во избежание этого при стрельбе по зенитным целям, подобно тому как это принято при стрельбе из пулеметов с наводкой по вспомогательной точке, углом прицеливания надлежит называть угол, заключенный между прямоугольными (ортогональными) проекциями линии прицеливания и продолжения оси канала ствола до выстрела на одну общую вер-

тикальную плоскость, проходящую через оружие. Естественно, что за плоскость проекций выгоднее всего брать плоскость или прицеливания или стрельбы.

Условные обозначения, употребляемые в теории зенитной стрельбы

1. Линия выстрела L_c
2. Плоскость стрельбы P_c
3. Горизонт оружия G_o
4. Траектория пули T_n
5. " самолета T_c
6. Снижение пули C_n
7. Горизонтальная дальность до произвольной точки траектории D_r
8. Горизонтальные дальности до определенной точки горизонта оружия . D_o, D_{100}, D_{200}
9. Линия цели L_z
10. Линия прицеливания L_n
11. Прицельная дальность D_z
12. Угол места цели ϵ (эпсилон)
13. Угол возвышения β (бэ́та)
14. Угол бросания γ (гамма)
15. Угол прицеливания α (альфа)
16. Превышение траектории над горизонтом B_{100}, B_{200} и т. д.
17. Плоскость прицеливания P_n
18. Наклонная дальность по линии цели до определенной точки траектории . d_{100}, d_{200} и т. д.

Превышение h какой-либо точки траектории над линией прицеливания отсчитывается по перпендикуляру, опущенному из этой точки на проекцию линии прицеливания на плоскость стрельбы. При стрельбе по наземной цели, лежащей на одном уровне с позицией, этот перпендикуляр вертикален, при стрельбе по воздушной цели (рис. 1) — наклонен к горизонту.

19. Скорость пули в данный момент (конечная скорость для данной наклонной дальности) v_n
20. Время полета пули на данную наклонную дистанцию t_n
21. Живая сила пули (кинетическая энергия) E
22. Угол встречи ϑ
23. Курсовой угол K

Пояснение вышеприведенных терминов. Плоскостью стрельбы P_c называется вертикальная плоскость, проходящая через направление канала ствола при выстреле.

Горизонтальная дальность D_r и превышение траектории над горизонтом B_r будут иногда называться координатами точки с отсчетом последних от дула оружия.

Координаты вершины траектории — x_3, y_3 .

Линией прицеливания L_n называется луч зрения, проходящий через диоптр или вершину мушки, через точку на кольцевом прицеле и самолет.

Линией цели L_c называется линия от любой точки оружия по направлению на цель.

Плоскость прицеливания Π_n — вертикальная плоскость, проходящая через линию прицеливания L_n .

Углом встречи¹ α называется угол между направлением движения цели и линией прицеливания L_n .

Угол K — курсовой угол, проекция угла встречи на горизонтальную плоскость.

Курсом цели называется направление движения цели.

Прицельной (наклонной) дальностью D_n называется расстояние до цели по линии прицеливания L_n или по линии цели L_c .

Углом места цели ϵ называется угол, заключенный между линией цели и ее проекцией на горизонт.

Курсовой угол K есть угол, заключенный между проекциями:

направления движения цели и линии прицеливания на горизонт, или, короче, есть проекция угла встречи α на горизонт.

Курсовым параметром называется кратчайшее расстояние (перпендикуляр) от позиции до проекции траектории самолета на горизонт (рис. 2). Осевой дальностью называется наклонная дальность, откладываемая по направлению оси оружия в момент выстрела.

Определение угла встречи (угла α) (рис. 3). Углом встречи называется угол, заключенный между направлением движения цели и линией прицеливания, которую без большой погрешности можно принять за линию цели.

Пусть самолет движется по направлению ON и за очень малый промежуток времени проходит путь $ON = y$, тогда ZO будет линией прицеливания, и пусть отрезок $ZO = D$ и плос-

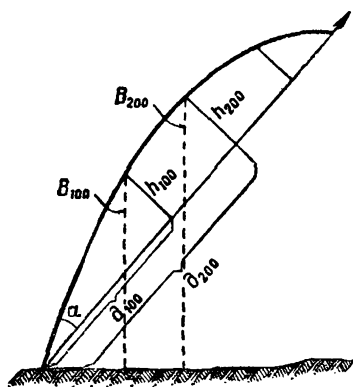


Рис. 1. Превышение траектории над линией цели

¹ Не следует смешивать с углом встречи, составленным касательной к траектории с плоскостью, перпендикулярной к линии прицеливания в рассматриваемой точке.

кость ZKN_1 будет горизонт оружия, тогда угол H будет углом наклона траектории самолета, угол ε — углом места цели, угол ν — углом встречи, угол K — курсовым углом, отрезки a и a_1 — высотами полета самолета в точках O и N .

Из треугольника ZON тригонометрия нам дает:

$$D_1^2 = y^2 + D^2 - 2yD \cos \nu,$$

откуда:

$$\cos \nu = \frac{y^2 + D^2 - D_1^2}{2yD} \dots \dots \dots (Б)$$

Из прямоугольного треугольника N_1ZN имеем:

$$D_1 = \sqrt{a_1^2 + b^2} \dots \dots \dots (А)$$

Из чертежа видно, что

$$a_1 = N_1C + CN,$$

но
и

$$N_1C = a$$

$$CN = y \sin H.$$

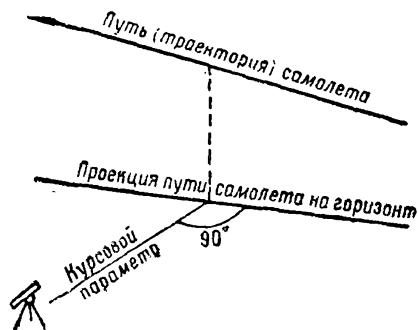


Рис. 2. Курсовой параметр

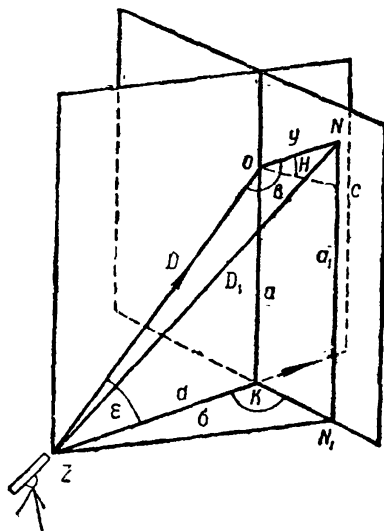


Рис. 3. Определение угла встречи ν

Подставляя эти значения в формулу для a_1 , получаем

$$a_1 = a + y \sin H.$$

Из треугольника KZO имеем:

$$a = D \sin \varepsilon,$$

а значит,

$$a_1 = D \sin \varepsilon + y \sin H.$$

Из треугольника N_1ZK имеем:

$$b = \pm \sqrt{d^2 + y^2 \cos^2 H - 2dy \cos H \cos K}.$$

Из треугольника KZO имеем:

$$d = D \cos \varepsilon,$$

подставляя в формулу для δ , получаем

$$\delta = \pm \sqrt{D^2 \cos^2 \epsilon + y^2 \cos^2 H - 2Dy \cos \epsilon \cos H \cos K}.$$

Подставляя в формулу (А) выведенные значения для a_1 и b , получаем:

$$D_1 = \pm \sqrt{D^2 \sin^2 \epsilon + y^2 \sin^2 H + 2Dy \sin \epsilon \sin H + D^2 \cos^2 \epsilon + y^2 \cos^2 H - 2Dy \cos \epsilon \cos H \cos K}.$$

Подставляя в формулу (Б) значение для D_1 , получаем:

$$\cos \vartheta = \frac{y^2 (1 - \sin^2 H) + D^2 (1 - \sin^2 \epsilon) - 2Dy (\sin \epsilon \cdot \sin H - \cos \epsilon \cos H \cos K)}{2yD} + \frac{-D^2 \cos^2 \epsilon - y^2 \cos^2 H}{2yD}.$$

Принимая во внимание, что $1 - \sin^2 H = \cos^2 H$ и $1 - \sin^2 \epsilon = \cos^2 \epsilon$, после сокращения получаем:

$$\cos \vartheta = \cos \epsilon \cdot \cos H \cdot \cos K - \sin \epsilon \cdot \sin H. \quad \dots \quad (1)$$

По этой формуле можно определить угол встречи для любого положения самолета, зная курсовой угол, угол наклона траектории самолета и угол места цели и приняв во внимание следующие условия: углы наклона траектории K самолета считать положительными при снижающемся самолете и отрицательными при подъеме самолета; положительным направлением линии цели считать направление от оружия к самолету, как указано стрелками (рис. 3); отсчет положительных углов встречи ϑ делать от положительного направления линии цели вокруг точки O в сторону, обратную движению часовой стрелки, беря начало отсчетов углов впереди точки O ; отсчет положительных курсовых углов K делать в том же порядке, как и углов встречи, но вокруг точки K .

Пример 1. Самолет идет в горизонтальной плоскости, приближаясь в плоскости прицеливания; угол места цели $\epsilon = 0$, для этого случая $\angle K = 180^\circ$; $\angle H = 0$.

Из рис. 4 видно, что угол встречи

$$\angle \vartheta = 180^\circ - \epsilon.$$

Формула дает:

$$\cos \vartheta = \cos \epsilon \cdot \cos 0 \cdot \cos 180^\circ - \sin \epsilon \cdot \sin 0 = -\cos \epsilon,$$

т. е.

$$\angle \vartheta = 180^\circ - \epsilon.$$

Пример 2. Самолет идет, приближаясь и пикируя, по линии цели (рис. 5); для этого случая имеем:

$$\angle H = \angle \epsilon; \quad \angle K = 180^\circ.$$

Из чертежа видно, что $\angle \vartheta = 180^\circ$.

Формула дает

$$\cos \vartheta = \cos \epsilon \cdot \cos \epsilon \cdot \cos 180^\circ - \sin \epsilon \cdot \sin \epsilon = -(\cos^2 \epsilon + \sin^2 \epsilon) = -1,$$

т. е.

$$\angle \vartheta = 180^\circ.$$