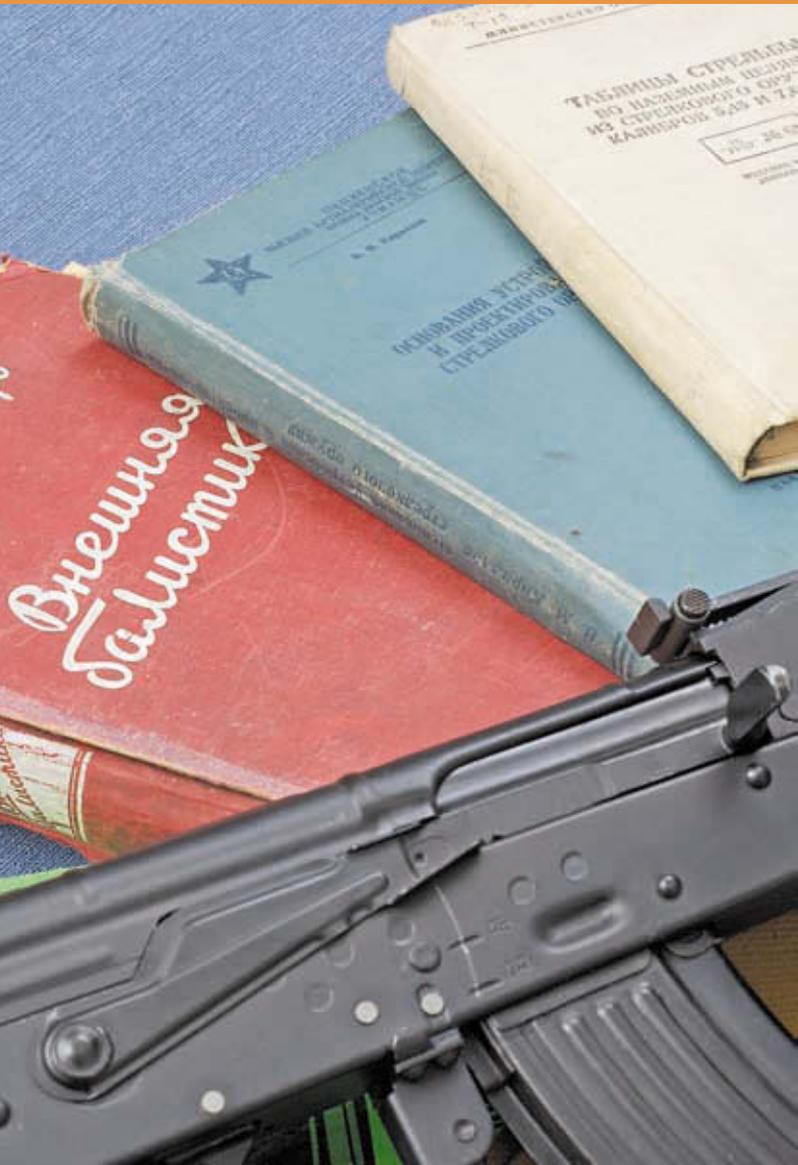


Стрелковый ликбез



От редакции.

В редакцию периодически поступают авторские материалы, посвящённые различным аспектам снайпинга, бенчреста и спортивно-охотничьей стрельбы на дальние дистанции. К сожалению, опубликовать их не всегда представляется возможным по одной единственной причине – при изложении сути проблем практически каждый автор склонен пользоваться только ему ведомой терминологией и своим собственным видением сути физических явлений, что, однако, нисколько не дискредитирует само исследование или практический опыт.

В этом и следующих номерах «КАЛАШНИКОВА» мы попробуем внести единообразие в понимание терминов и определений, традиционно сложившихся в нашей стране и определяющихся наукой – внешней баллистикой, поговорим о физических процессах, сопровождающих выстрел и полёт пули, а также о численных методах оценки внешнебаллистических параметров.

Поскольку при рассмотрении упомянутых тем мы не будем изобретать велосипед, а обратимся к существующим учебным пособиям и справочникам, «КАЛАШНИКОВ» не вправе претендовать на авторство многих статей из планируемого цикла.

Внешняя баллистика – это наука, изучающая движение пули после прекращения действия на неё пороховых газов. Вылетев из канала ствола под действием пороховых газов, пуля движется по инерции по траектории.

Траекторией называется кривая линия, описываемая центром тяжести пули в полёте (рис.1).

При полёте в воздухе пуля подвергается действию двух сил: силы тяжести и силы сопротивления воздуха. Сила тяжести заставляет пулю постепенно понижаться, а сила сопротивления воздуха непрерывно замедляет её движение и стремится опрокинуть пулю. В результате действия этих сил скорость полёта пули постепенно

уменьшается, а её траектория представляет собой по форме неравномерно изогнутую кривую линию.

Сопротивление воздуха полету пули вызывается тем, что воздух представляет собой упругую среду, поэтому на движение в этой среде затрачивается часть энергии пули.

Сила сопротивления воздуха вызывается тремя основными причинами: трением воздуха, образованием завихрений и образованием баллистической волны.

Частицы воздуха, соприкасающиеся с движущейся пулей, вследствие внутреннего сцепления (вязкости) и сцепления с её поверхностью создают **трение** и уменьшают скорость полёта пули.

Примыкающий к поверхности пули слой воздуха, в котором движение частиц изменяется от скорости пули до нуля, называется **пограничным слоем**. Этот слой воздуха, обтекая пулю, отрывается от её поверхности и не успевает сразу же сомкнуться за донной частью.

За донной частью пули образуется разреженное пространство, вследствие чего появляется разность давлений на головную и донную части. Эта разность создаёт силу, направленную в сторону, обратную движению пули, и уменьшающую скорость её полёта. Частицы воздуха, стремясь заполнить разрежение, образовавшееся за пулей, создают **завихрение**.

Пуля при полёте сталкивается с частицами воздуха и заставляет их колебаться. Вследствие этого перед пулей повышается плотность воздуха и образуются звуковые волны. Поэтому полёт пули сопровождается характерным звуком. При скорости полёта пули, меньшей скорости звука, образование этих волн оказывает незначительное влияние на её полёт, так как волны распространяются быстрее скорости полёта пули. При скорости полёта пули, большей скорости звука, от набегания звуковых волн друг на друга создаётся волна сильно уплотнённого воздуха – **баллистическая волна**, замедляющая скорость полёта пули, так как пуля тратит часть своей энергии на создание этой волны.

Равнодействующая (суммарная) всех сил, образующихся вследствие влияния воздуха на полет пули, составляет силу сопротивления воздуха. Точка приложения силы сопротивления называется **центром сопротивления**.

Действие силы сопротивления воздуха на полёт пули очень велико; оно вызывает уменьшение скорости и дальности полёта пули. Например, пуля обр. 1930 г. при угле бросания 15° и начальной скорости 800 м/с в безвоздушном пространстве полетела бы на дальность 32 620 м; дальность полёта этой пули при тех же условиях, но при наличии сопротивления воздуха равна лишь 3900 м.

Величина силы сопротивления воздуха зависит от скорости полёта, формы и калибра пули, а также от её поверхности и плотности воздуха.

Сила сопротивления воздуха возрастает с увеличением скорости полёта пули, её калибра и плотности воздуха.

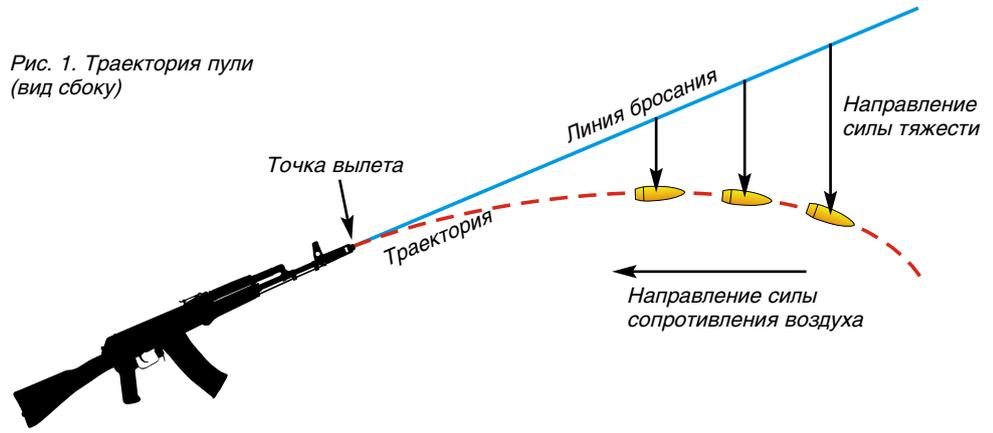
При сверхзвуковых скоростях, когда основной причиной сопротивления воздуха является образование уплотнения воздуха над головной частью (баллистической волны), выгодны пули с удлинённой остроконечной головной частью. При дозвуковых скоростях полёта, когда основной причиной сопротивления воздуха является образование разреженного пространства и завихрений, выгодны пули с удлинённой и суженной хвостовой частью.

Чем глаже поверхность пули, тем меньше сила трения и сила сопротивления воздуха.

Разнообразие форм современных пуль во многом определяется необходимостью уменьшить силу сопротивления воздуха.

Под действием начальных возмущений (толчков) в момент вылета пули из канала ствола между осью пули

Рис. 1. Траектория пули (вид сбоку)



и касательной к траектории образуется угол (σ) и сила сопротивления воздуха действует не вдоль оси пули, а под углом к ней, стремясь не только замедлить движение пули, но и опрокинуть её (рис. 3).

Для того чтобы пуля не опрокидывалась под действием силы сопротивления воздуха, ей с помощью нарезов в канале ствола придают быстрое вращательное движение. Например, при выстреле из автомата Калашникова скорость вращения пули в момент вылета из канала ствола равна около 3000 оборотов в секунду.

При полёте быстро вращающейся пули в воздухе происходят следующие явления. Сила сопротивления воздуха стремится повернуть пулю головной частью вверх и назад. Но головная часть пули в результате быстрого вращения согласно свойству гироскопа стремится сохранить приданное положение и отклониться не вверх, а весьма незначительно в сторону своего вращения под прямым углом к направлению действия силы сопротивления воздуха, т. е. вправо. Как только головная часть пули отклонится вправо, изменится направление действия силы сопротивления воздуха – она стремится повернуть головную часть пули влево и назад, но поворот головной части пули произойдёт не влево, а вниз и т. д. Так как действие силы сопротивления непрерывно, а направление её относительно пули меняется с каждым отклонением оси пули, то головная часть пули описывает окружность, а её ось – конус с вершиной в центре тяжести. Происходит так называемое **медленное коническое, или прецессионное, движение**,

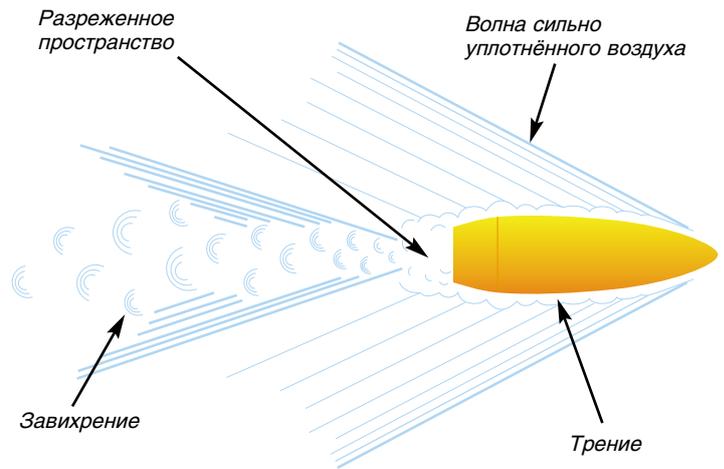


Рис. 2. Образование силы сопротивления воздуха

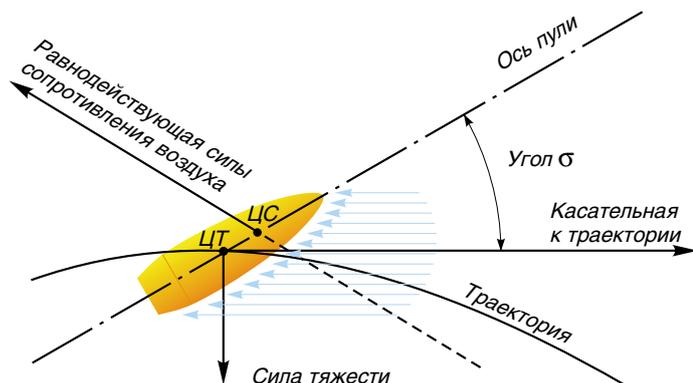


Рис. 3. Действие силы сопротивления воздуха на полёт пули (ЦТ – центр тяжести, ЦС – центр сопротивления воздуха)

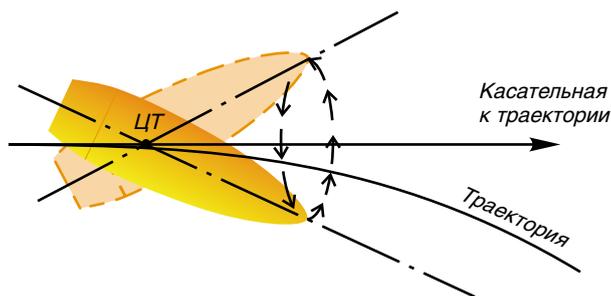


Рис. 4. Медленное коническое движение пули

и пуля летит головной частью вперед, т. е. как бы следит за изменением кривизны траектории (рис. 4).

Ось медленного конического движения несколько отстает от касательной к траектории (располагается выше последней). Следовательно, пуля с потоком воздуха сталкивается больше нижней частью, и ось медленного конического движения отклоняется в сторону вращения (вправо при правой нарезке ствола). Отклонение пули от плоскости стрельбы в сторону её вращения называется **деривацией** (рис. 5).

Таким образом, причинами деривации являются: вращательное движение пули, сопротивление воздуха и понижение под действием силы тяжести касательной к траектории. При отсутствии хотя бы одной из этих причин деривации не будет.

В таблицах стрельбы деривация дается как поправка направления в тысячных. Однако при стрельбе из стрелкового оружия величина деривации незначительна (например, на дальности 500 м она не превышает 0,1 тысячной).

Для изучения траектории пули приняты следующие определения (рис. 6).

Центр дульного среза ствола называется **точкой вылета**. Точка вылета является началом траектории.

Горизонтальная плоскость, проходящая через точку вылета, называется **горизонтом оружия**. На чертежах, изображающих оружие и траекторию сбоку, горизонт оружия имеет вид горизонтальной линии. Траектория дважды пересекает горизонт оружия: в точке вылета и в точке падения.

Прямая линия, являющаяся продолжением оси канала ствола наведённого оружия, называется **линией возвышения**.

Вертикальная плоскость, проходящая через линию возвышения, называется **плоскостью стрельбы**.

Угол, заключенный между линией возвышения и горизонтом оружия, называется **углом возвышения** (ϕ).

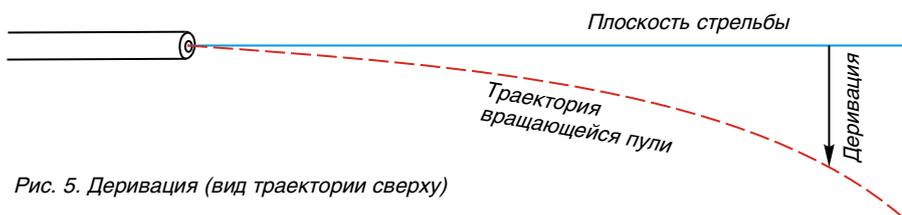


Рис. 5. Деривация (вид траектории сверху)

Если этот угол отрицательный, то он называется **углом склонения (снижения)**.

Прямая линия, являющаяся продолжением оси канала ствола в момент вылета пули, называется **линией бросания**.

Угол, заключенный между линией бросания и горизонтом оружия, называется **углом бросания** (Θ_0).

Угол, заключенный между линией возвышения и линией бросания, называется **углом вылета** (γ).

Точка пересечения траектории с горизонтом оружия называется **точкой падения**.

Угол, заключенный между касательной к траектории в точке падения и горизонтом оружия, называется **углом падения** (Θ_c).

Расстояние от точки вылета до точки падения называется **полной горизонтальной дальностью** (X).

Скорость пули в точке падения называется **окончательной скоростью** (v_c).

Время движения пули от точки вылета до точки падения называется **полным временем полёта** (T).

Наивысшая точка траектории называется **вершиной траектории**.

Кратчайшее расстояние от вершины траектории до горизонта оружия называется **высотой траектории** (Y).

Часть траектории от точки вылета до вершины называется **восходящей ветвью**; часть траектории от вершины до точки падения называется **нисходящей ветвью траектории**.

Точка на цели или вне её, в которую наводится оружие, называется **точкой прицеливания (наводки)**.

Прямая линия, проходящая от глаза стрелка через середину прорези прицела (на уровне с её краями) и вершину мушки в точку прицеливания, называется **линией прицеливания**.

Угол, заключенный между линией возвышения и линией прицеливания, называется **углом прицеливания** (α).

Угол, заключенный между линией прицеливания горизонтом оружия, называется **углом места цели** (ϵ). Угол места цели считается положительным (+), когда цель выше горизонта оружия, и отрицательным (-), когда цель ниже горизонта оружия. Угол места цели может быть определен с помощью приборов или по

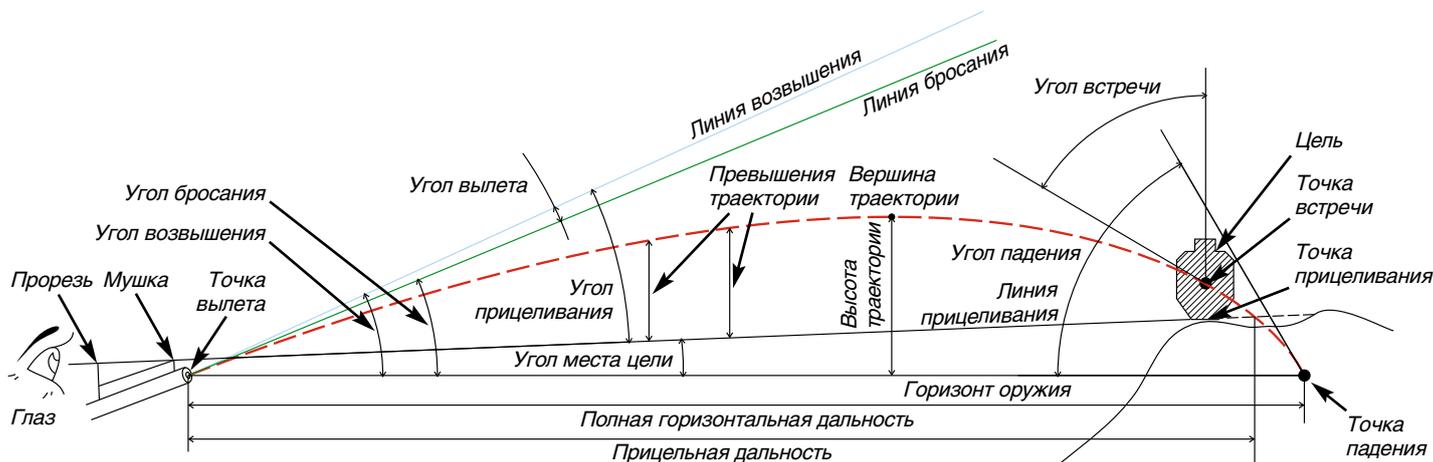


Рис. 6. Элементы траектории

формуле тысячной:

$$\epsilon = V \times 1000 / D$$

где ϵ – угол места цели в тысячных;

V – превышение цели над горизонтом оружия в метрах;

D – дальность стрельбы в метрах.

Расстояние от точки вылета до пересечения траектории с линией прицеливания называется **прицельной дальностью** (D_n).

Кратчайшее расстояние от любой точки траектории до линии прицеливания называется **превышением траектории над линией прицеливания**.

Прямая, соединяющая точку вылета с целью, называется линией цели. Расстояние от точки вылета до цели по линии цели называется наклонной дальностью. При стрельбе прямой наводкой линия цели практически совпадает с линией прицеливания, а наклонная дальность – с прицельной дальностью.

Точка пересечения траектории с поверхностью цели (земли, преграды) называется **точкой встречи**.

Угол, заключенный между касательной к траектории и касательной к поверхности цели (земли, преграды) в точке встречи, называется **углом встречи** (μ). За угол встречи, принимается меньший из смежных углов, измеряемый от 0° до 90° .

Траектория пули в воздухе имеет следующие свойства:

- нисходящая ветвь короче и круче восходящей;
- угол падения больше угла бросания;
- окончательная скорость пули меньше начальной;
- наименьшая скорость полёта пули при стрельбе под большими углами бросания – на нисходящей ветви траектории, а при стрельбе под небольшими углами бросания – в точке падения;
- время движения пули по восходящей ветви траектории меньше, чем по нисходящей;
- траектория вращающейся пули вследствие понижения пули под действием силы тяжести и дераивации представляет собой линию двойкой кривизны.

Форма траектории зависит от величины угла возвышения. С увеличением угла возвышения высота траектории и полная горизонтальная дальность полёта пули увеличиваются, но это происходит до известного предела. За этим пределом высота траектории продолжает увеличиваться, а полная горизонтальная дальность начинает уменьшаться (рис. 7).

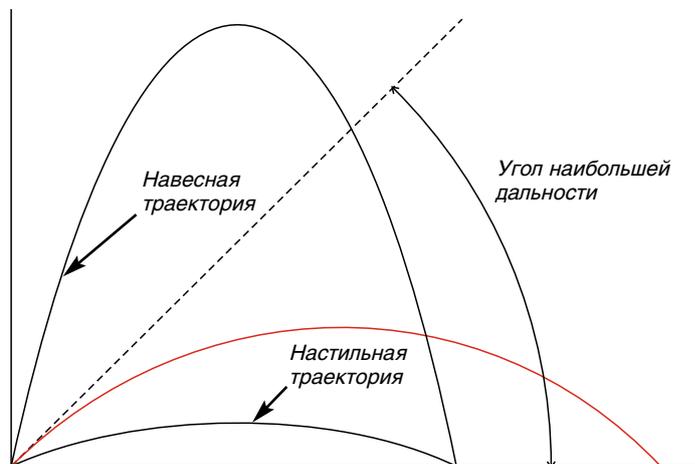


Рис. 7. Угол наибольшей дальности, настильная и навесная траектории

Угол возвышения, при котором полная горизонтальная дальность полета пули становится наибольшей, называется **углом наибольшей дальности**. Величина угла наибольшей дальности для пуль различных видов оружия составляет около 35° .

Траектории, получаемые при углах возвышения, меньших угла наибольшей дальности, называются **настильными**. Траектории, получаемые при углах возвышения, больших угла наибольшей дальности, называются **навесными**.

При стрельбе из одного и того же оружия (при одинаковых начальных скоростях) можно получить две траектории с одинаковой горизонтальной дальностью: настильную и навесную.

При стрельбе из стрелкового оружия используются только настильные траектории. Чем настильнее траектория, тем на большем протяжении местности цель может быть поражена с одной установкой прицела (тем меньше влияние на результаты стрельбы оказывают ошибки в определении установки прицела); в этом заключается практическое значение настильной траектории.

Настильность траектории характеризуется её наибольшим превышением над линией прицеливания. При данной дальности траектория тем более настильна, чем меньше она поднимается над линией прицеливания. Кроме того, о настильности траектории можно судить по величине угла падения: траектория тем более настильна, чем меньше угол падения.