

# ОСНОВЫ БАЛЛИСТИКИ

**Баллистика** — наука о движении тел, брошенных в пространстве, основанная на математике и физике. Она занимается, главным образом, исследованием движения снарядов, выпущенных из огнестрельного оружия, ракетных снарядов и баллистических ракет. Баллистику разделяют на две части: внутреннюю и внешнюю.

**Внутренняя баллистика** — изучает движение пули (снаряда, ракеты) под действием пороховых газов, а также процессы, сопровождающие это движение в канале ствола. Внутренняя баллистика призвана решать задачу — как пуле придать наибольшую скорость, не превышая допустимого давления пороховых газов в канале ствола оружия.

**Внешняя баллистика** — изучает движение пули (снаряда, ракеты) вне оружия после прекращения действия на него пороховых газов. Внешняя баллистика решает задачу — под каким углом к горизонту и с какой начальной скоростью нужно выбросить пулю определенного веса и формы так, чтобы она достигла цели.

## 2.1. Внутренняя баллистика

### 2.1.1. Взрывчатые вещества и классификация их по применению

**Взрывчатыми веществами** (далее — ВВ) называются неустойчивые смеси и химические соединения, способные под влиянием незначительных внешних воздействий (удар, трение, укол, нагревание и т. д.) совершать быстрое превращение в газообразное состояние.

**Взрывом** называется явление быстрого физического изменения вещества, сопровождающегося таким же быстрым превращением его потенциальной энергии в механическую работу. Эта работа производится газами, стремящимися к расширению и создающими таким образом резкое повышение давления в среде, которая окружает место взрыва. Очень резкое повышение давления и является характерной чертой взрыва. Сопутствующий признак взрыва — сильный звук.

Химическая реакция, сопровождающаяся взрывом, называется **взрывчатым превращением**.

Характерные признаки взрыва следующие:

— **кратковременность процесса** — быстрота перехода ВВ из твердого или жидкого состояния в газообразное. В зависимости от химического состава ВВ и условий, при которых происходит взрыв, взрывчатые превращения протекают с различными скоростями — от сотых до миллионных долей секунды. Так, заряд бездымного пороха сгорает в винтовке за 0,0012 сек., 1 кг динамита взрывается в течение 0,00002 сек.

— **образование газов** — наличие большого количества газообразных продуктов взрыва, способных к расширению. Количество выделяющихся при взрыве газообразных продуктов выражается приблизительно следующими цифрами: 1 л пироксилина дает 994 л газообразных продуктов взрыва; 1 л нитроглицерина дает 1121 л газообразных продуктов взрыва;

— **выделение тепла** при реакции взрывчатого превращения, что увеличивает упругость газовых продуктов. Так, при сгорании заряда в винтовочном патроне выделяется около 3 больших калорий тепла.

В зависимости от применения взрывчатые вещества разделяются на четыре большие группы: инициирующие, дробящие, метательные и пиротехнические составы.

**Инициирующие ВВ** отличаются тем, что обычной формой их взрывчатого превращения является полная детонация. Инициирующие ВВ наиболее чувствительны к внешним воздействиям. Они идут преимущественно на изготовление всевозможных воспламенителей и снаряжение капсюлей, применяемых для инициирования взрывчатых превращений других ВВ (рис. 44) Для снаряжения патронных капсюлей-воспламенителей большей частью используется ударный состав (смесь гремучей ртути, бертолетовой соли и антимония).



Рис. 44. Ударный состав (инициирующие ВВ) в патронах

**Дробящими (бризантными)** называются такие ВВ, которые при относительной безопасности в обращении безотказно детонируют, и вызывают дробление окружающих предметов. Взрывают их капсюлями инициирующих ВВ. Скорость взрывчатого превращения бризантных ВВ достигает нескольких сот метров в секунду. Применяются они в качестве разрывных зарядов снарядов, авиационных бомб, мин и гранат. К бризантным ВВ относятся пироксилин, нитроглицерин, динамит, тротил, гексоген и др.

**Метательными или порохами**, называются такие ВВ, взрывчатые превращения которых носят характер быстрого горения, протекающего большей частью со скоростью нескольких метров в секунду. Пороха используются во всех видах огнестрельного оружия в качестве источника энергии, необходимой для сообще-

ния пуле (снаряду) движения. Пороха по составу, физическим и химическим свойствам подразделяются на дымные (*механические смеси*) и бездымные (*коллоидные*).

Дымный или черный порох по сравнению с другими видами метательных ВВ в баллистическом отношении невыгоден и в отношении работы малопродуктивен, поэтому дымные пороха как метательные средства при стрельбе из автоматического ручного стрелкового оружия в настоящее время не применяются, они полностью вытеснены бездымными порохами.

## 2.1.2. Явление выстрела и его периоды

**Выстрелом** называется выбрасывание пули (снаряда, мины и т. п.) из канала ствола оружия энергией газов, образующихся при сгорании порохового заряда.

Выстрел происходит в очень короткий промежуток времени (0,001–0,060 сек.). При этом образуется большое количество газов и выделяется много тепла.

При выстреле различают четыре последовательных периода: предварительный; первый или основной; второй; третий или период последствия газов (рис. 45).

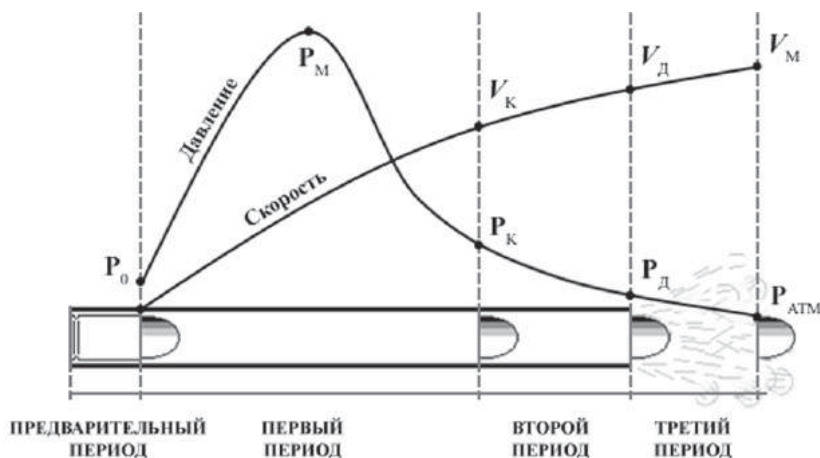


Рис. 45. Периоды выстрела:

$P_0$  — давление форсирования;  $P_m$  — наибольшее (максимальное) давление;

$P_k$  и  $V_k$  — давление газов и скорость пули в момент конца горения пороха;

$P_d$  и  $V_d$  — давление газов и скорость пули в момент вылета ее из канала ствола;

$V_m$  — наибольшая (максимальная) скорость пули;  $P_{атм}$  — давление, равное атмосферному

**Предварительный период** длится от начала горения порохового заряда до полного врезания оболочки пули в нарезы канала ствола. В течение этого периода в канале ствола создается давление газов, необходимое для того, чтобы сдвинуть пулю с места и преодолеть сопротивление ее оболочки врезанию в нарезы. Это давление называется **давлением форсирования**; оно достигает 250-500 кг/см<sup>2</sup> в

зависимости от устройства нарезов, веса пули и твердости ее оболочки. Горение порохового заряда в этом периоде происходит в постоянном объеме, оболочка врезается в нарезы мгновенно, а движение пули начинается сразу же при достижении в канале ствола давления форсирования.

**Первый, или основной,** период длится от начала движения пули до момента полного сгорания порохового заряда. В этот период горение порохового заряда происходит в быстро изменяющемся объеме. В начале периода, когда скорость движения пули по каналу ствола еще невелика, количество газов растет быстрее, чем объем запульного пространства (пространство между дном пули и дном гильзы), давление газов быстро повышается и достигает наибольшей величины — до  $2900 \text{ кг/см}^2$ . Это давление называется максимальным давлением. Оно создается у стрелкового оружия при прохождении пулей 4–6 см пути. Затем, вследствие быстрого увеличения скорости движения пули объем запульного пространства увеличивается быстрее притока новых газов, давление начинает падать, к концу периода оно равно примерно  $2/3$  максимального давления. Скорость движения пули постоянно возрастает и к концу периода достигает примерно  $3/4$  начальной скорости. Пороховой заряд чаще всего полностью сгорает незадолго до того, как пуля вылетит из канала ствола.

**Второй период** длится от момента полного сгорания порохового заряда до момента вылета пули из канала ствола. С началом этого периода приток пороховых газов прекращается, однако, сильно сжатые и нагретые газы расширяются и, оказывая давление на пулю, увеличивают скорость ее движения. Спад давления во втором периоде происходит довольно быстро и у дульного среза дульное давление составляет у различных образцов оружия от 300 до  $900 \text{ кг/см}^2$ .

У некоторых видов стрелкового оружия, особенно короткоствольных (например, пистолет Макарова), второй период отсутствует, так как полного сгорания порохового заряда к моменту вылета пули из канала ствола фактически не происходит.

**Третий период, или период последствия газов,** длится от момента вылета пули из канала ствола до момента прекращения действия пороховых газов на пулю. В течение этого периода пороховые газы, истекающие из канала ствола со скоростью  $1200\text{--}2000 \text{ м/с}$ , продолжают воздействовать на пулю и сообщают ей дополнительную скорость. Наибольшей (максимальной) скорости пуля достигает в конце третьего периода на удалении нескольких десятков сантиметров от дульного среза ствола. Этот период заканчивается в тот момент, когда давление пороховых газов на дно пули будет уравновешено сопротивлением воздуха.

Раскаленные газы, истекающие из канала ствола вслед за пулей, мгновенно расширяются и при встрече с воздухом порождают пламя и ударную волну, которая является источником звука при выстреле.

### 2.1.3. Начальная скорость полета пули и ее энергия

**Начальная скорость пули** ( $V_0$ ) — это скорость движения пули у дульного среза ствола оружия. За значение начальной скорости пули принимается условная скорость, которая меньше максимальной, но больше дульной, что определяется опытным путем и соответствующими расчетами.

Величина начальной скорости зависит от длины ствола, веса пули и веса заряда. Чем длиннее ствол (до известных пределов), тем дольше действуют на пулю пороховые газы и тем больше начальная скорость.

При постоянной длине ствола начальная скорость тем больше, чем меньше вес пули (при одном и том же весе заряда) или чем больше вес заряда (при одном и том же весе пули). Кроме того, на величину начальной скорости оказывает влияние изменение скорости горения пороха: чем быстрее скорость горения пороха, тем больше возрастают давление газов и скорость движения пули по каналу ствола.

Убойная сила пули характеризуется ее энергией в момент встречи с целью и измеряется в кгс · м (кг×сек×м) или в джоулях (Дж). Энергия движения пули у дульного среза ствола называется начальной энергией. Пуля стрелкового оружия сохраняет убойную силу до предельной дальности стрельбы. Пробивное действие пули характеризуется глубиной ее проникновения в преграду определенной плотности. Так, при стрельбе из винтовки или пулемета на 100 м при попадании перпендикулярно к плоскости преграды пуля пробивает: стальную плиту толщиной до 6 мм; слой гравия или щебня до 12 см; кирпичную стену — до 15 см; слой песка, земли и стену из дубового дерева до 45 см; стену из соснового дерева до 50 см.

### 2.1.4. Износ ствола

При выстреле стенки ствола, сопротивляясь давлению газов, расширяются. Если же давление превысит величину, на которую рассчитана прочность ствола, то наступит остаточная деформация и ствол будет раздут. Раздутие ствола можно обнаружить при внимательном осмотре канала ствола, оно обычно имеет вид теневого кольца. Иногда оно может выступать наружу в виде кольцевой выпуклости на стволе.

На ствол при выстреле действуют следующие силы:

- сила давления пороховых газов, вызывающая напряжение и деформации в стенках ствола;
- осевая составляющая силы трения пули (снаряда) о поверхность канала ствола и силы давления ведущего устройства на боевые грани нарезов;
- поперечная составляющая этих сил;
- силы инерции, возникающие в стенках ствола вследствие быстрого развития давления газов или в результате ускоренного движения ствола;
- осевые силы, обусловленные способом крепления ствола в оружии.

Кроме того, нагрев ствола при стрельбе имеет ряд негативных последствий: уменьшение «живучести» ствола, т. е. способности выдержать определенное количество выстрелов; понижение механических характеристик прочности металла и уменьшение сопротивления стенок ствола давлению газов; ухудшение условий экстракции гильзы вследствие уменьшения модуля упругости и ухудшения условий передачи тепла гильзой стенкам ствола и другие.

Главная причина раздутий — посторонние предметы, находящиеся при выстреле в канале ствола на пути движения пули: оставшаяся после чистки пакля, собравшаяся в каплю густая смазка, пробка из грязи и снега. Во избежание этого нужно тщательно протирать канал ствола и внимательно осматривать его перед стрельбой.

Кроме того, частицы пороховых газов, движущиеся с большой скоростью, с силой ударяют в стенки канала ствола, вызывая наклеп — поверхность канала ствола покрывается тонкой коркой с постепенно развивающейся в ней хрупкостью. Это приводит к сколам металла в местах трещин.

Износу ствола также способствует нагар, остающийся в канале ствола после выстрела (остатки сгорания ударного состава и пороха). Соли нагара вбирают в себя влагу из воздуха и образуют растворы, которые приводят сначала к появлению в стволе сыпи, а затем и раковин. Все это ведет к увеличению калибра ствола (особенно у пультного входа) и к снижению начальной скорости полета пули, к резкому ухудшению боя оружия.

Ухудшение кучности боя нарезного оружия наступает также из-за томпакизации ствола, т. е. отложения на полях и в углах нарезов металла.

## **2.2. Внешняя баллистика**

### **2.2.1. Силы, действующие на пулю**

В момент выстрела пороховые газы выталкивают пулю из канала ствола оружия. Пуля проходит дульный срез ствола и далее продолжает движение в воздушной среде. Покинув ствол, пуля движется по инерции. На пулю действуют:

— сила сопротивления воздушной среды (значительно уменьшает скорость пули, ее дальность полета);

— сила тяжести (заставляет пулю или гранату постепенно снижаться).

Сопротивление воздуха полету пули (гранаты) вызывается тем, что воздух представляет собой упругую среду, и поэтому на движение в этой среде затрачивается часть энергии пули (гранаты). Сила сопротивления воздуха вызывается тремя основными причинами: трением воздуха, образованием завихрений и образованием баллистической волны (рис. 46).

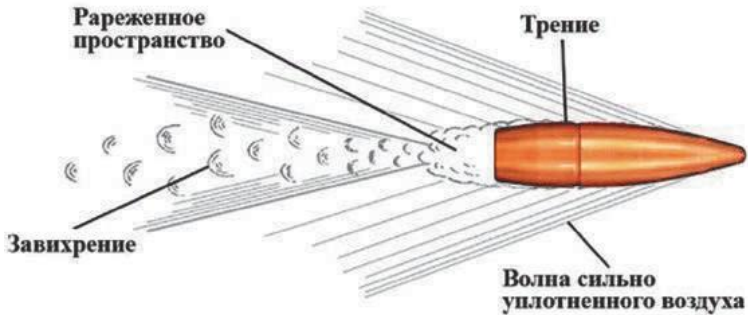


Рис. 46. Силы, составляющие сопротивление воздуха

Частицы воздуха, соприкасающиеся с движущейся пулей (гранатой), вследствие внутреннего сцепления (вязкости) и сцепления с ее поверхностью создают трение и уменьшают скорость полета пули (гранаты). Примыкающий к поверхности пули (гранаты) слой воздуха, в котором движение частиц изменяется от скорости пули (гранаты) до нуля, называется пограничным слоем. Этот слой воздуха, обтекая пулю, отрывается от ее 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 создает силу, направленную в сторону, обратную движению пули, и уменьшающую скорость ее полета. Частицы воздуха, стремясь заполнить разрежение, образовавшееся за пулей, создают завихрение. Пуля при полете сталкивается с частицами воздуха и заставляет их колебаться. Вследствие этого перед пулей (гранатой) повышается плотность воздуха, и образуются звуковые волны. Поэтому полет пули (гранаты) сопровождается характерным звуком.

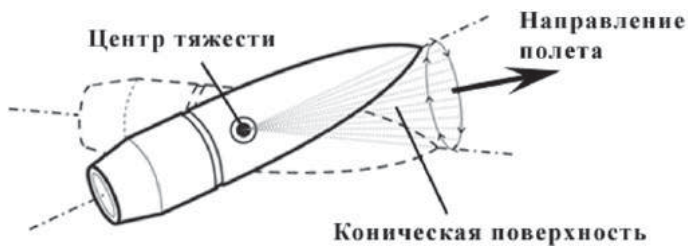


Рис. 47. Коническое вращение головной части пули

Известно, что тело приобретает значительную устойчивость, если ему придать быстрое вращательное движение вокруг своей оси. Чтобы пуля приобрела способность бороться с опрокидывающим действием силы сопротивления воздуха, сохранила устойчивость при полете, ей придают быстрое вращательное дви-

жение вокруг своей продольной оси, приобретаемое благодаря винтообразным нарезам в канале ствола оружия. После вылета из ствола пули по инерции сохраняет полученное сложное движение — поступательное и вращательное. Однако вращательное движение пули имеет и свои отрицательные стороны. На быстро вращающуюся пулю оказывает непрерывное опрокидывающее действие сила сопротивления воздуха, в связи с чем головная часть пули описывает вокруг траектории окружность (рис. 47).

В результате сложения этих двух вращательных движений возникает новое движение, отклоняющее ее головную часть в сторону от плоскости стрельбы. При этом одна боковая поверхность пули подвергается давлению частиц больше, чем другая. Такое неодинаковое давление воздуха на боковые поверхности пули и отклоняет ее в сторону от плоскости стрельбы. Боковое отклонение вращающейся пули от плоскости стрельбы в сторону ее вращения называется **деривацией** (рис. 48).

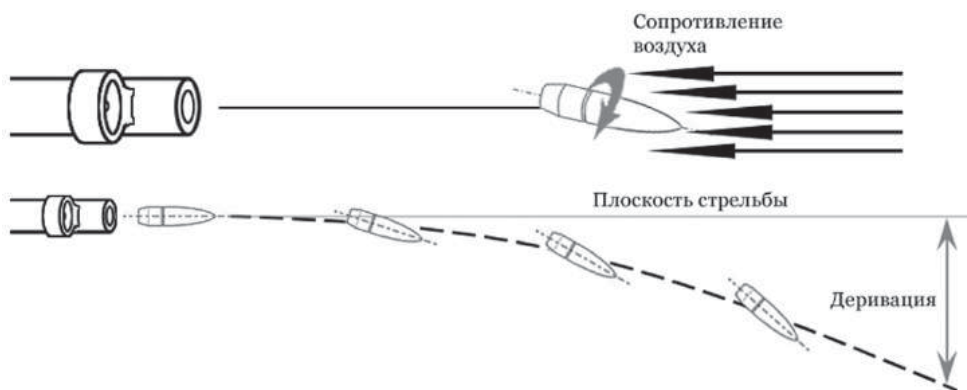


Рис. 48. Явление деривации

По мере удаления пули от дульного среза оружия величина деривационного отклонения ее быстро и прогрессивно возрастает.

При стрельбе на ближние и средние расстояния деривация не имеет большого практического значения для стрелка. Так, при дальности стрельбы на 300 м деривационное отклонение равно 2 см, а на 600 м — 12 см.

### 2.2.2. Траектория полета пули и ее значение

В результате совокупного действия сил тяжести и сопротивления воздуха, траектория пули теряет форму правильной параболы, приобретая форму несимметричной кривой линии; вершина делит ее на две неравные части, из которых восходящая ветвь всегда длиннее и отложе нисходящей.

**Траектория** — кривая линия, описываемая центром тяжести пули (гранаты) в полете.



Для изучения элементов траектории пули (гранаты) в воздухе приняты следующие термины и определения.

Центр дульного среза ствола называется **точкой вылета**. Точка вылета является началом траектории (рис. 49).

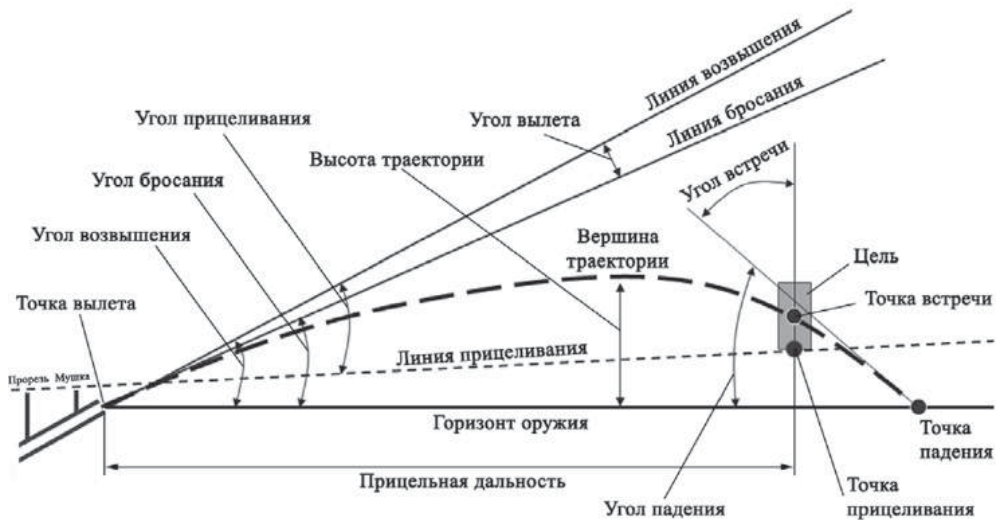


Рис. 49. Траектория и ее элементы

Горизонтальная плоскость, проходящая через точку вылета, называется **горизонтом оружия**.

**Точка падения** — точка пересечения траектории с горизонтом оружия.

**Вершина траектории** — наивысшая точка траектории над горизонтом оружия.

**Высота траектории** — расстояние от вершины траектории до горизонта оружия.

**Восходящая ветвь траектории** — часть траектории от точки вылета до вершины.

**Нисходящая ветвь траектории** — часть траектории от вершины до точки падения.

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

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

**Линия возвышения** — прямая линия, являющаяся продолжением оси канала ствола наведенного оружия.

**Линия бросания** — прямая линия, являющаяся продолжением оси канала ствола в момент выстрела.

**Горизонтальная дальность** — расстояние от точки вылета до точки падения.

**Линия прицеливания** — прямая, проходящая от глаза стрелка через прорези прицела и вершину мушки в точку (район) прицеливания.

**Точка (район) прицеливания** — место пересечения линии прицеливания с целью или плоскостью цели (при выносе точки прицеливания); или второе определение — *точкой (районом) прицеливания* называется точка на цели или вне ее, в которую наводится оружие.

**Угол вылета** — угол, составленный линией возвышения и линией бросания.

**Угол бросания** — угол, составленный линией бросания и горизонтом оружия.

**Угол места цели** — угол, заключенный между линией прицеливания и горизонтом оружия. Угол места цели считается положительным, когда цель выше горизонта оружия, и отрицательным, когда цель ниже горизонта оружия.

Существует определенная зависимость горизонтальной дальности стрельбы, а следовательно, и формы траектории, от угла бросания.

Согласно законам механики, наибольшая горизонтальная дальность полета в безвоздушном пространстве соответствует углу бросания, равному  $45^\circ$ . При увеличении угла от  $0^\circ$  до  $45^\circ$  дальность полета пули возрастает, а затем при дальнейшем увеличении углов от  $45$  до  $90^\circ$  — уменьшается. Угол бросания, при котором горизонтальная дальность полета пули будет наибольшей, называется **углом наибольшей дальности**.

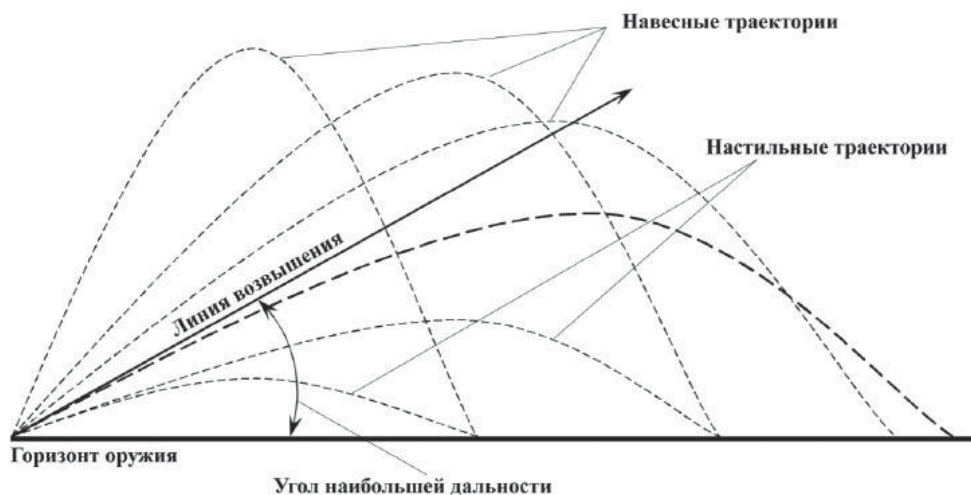


Рис. 50. Виды траекторий

Траектории, образуемые при углах бросания меньше угла наибольшей дальности ( $0-35^\circ$ ) называются **настильными**. Траектории, образуемые при углах бросания больше угла наибольшей дальности ( $35-90^\circ$ ) называются **навесными** (рис. 50).

Траектория, имеющая одинаковую горизонтальную дальность при разных углах возвышения называется **сопряженной**.

Одной из технико-тактических характеристик стрелкового оружия является дальность прямого выстрела. **Прямой выстрел** это выстрел, при котором траектория полета пули не превышает высоту цели над линией прицеливания на всем своем протяжении.

### 2.2.3. Влияние различных условий на полет пули и учет их при стрельбе

Сохраняя свои основные свойства и элементы, траектории пуль могут резко отличаться одна от другой — быть длиннее и короче, иметь различную отлогость и кривизну. Эти многообразные изменения формы траектории зависят от ряда факторов.

**Влияние начальной скорости.** Если под одним и тем же углом бросания выпустить две одинаковые пули с различными начальными скоростями, то траектория пули, обладающей большей начальной скоростью, будет находиться выше траектории пули, обладающей меньшей начальной скоростью, потребуется больше времени, чтобы долететь до цели, в связи с чем она успеет и значительно больше опуститься вниз под действием силы тяжести. Очевидно также, что с увеличением скорости увеличивается и дальность полета пули.

**Влияние формы пули.** Стремление увеличить дальность и меткость стрельбы потребовало придать пуле такую форму, которая позволяла бы ей как можно дольше сохранить скорость и устойчивость в полете.

Если взглянуть на характер очертаний головной волны и завихрений воздуха, которые возникают при движении различных по форме пуль (рис. 51), то видно, что давление на головную часть пули тем меньше, чем пуля острее. Зона разреженного пространства позади пули будет тем меньше, чем больше скошена хвостовая часть пули; в этом случае завихрений позади летящей пули будет также меньше.

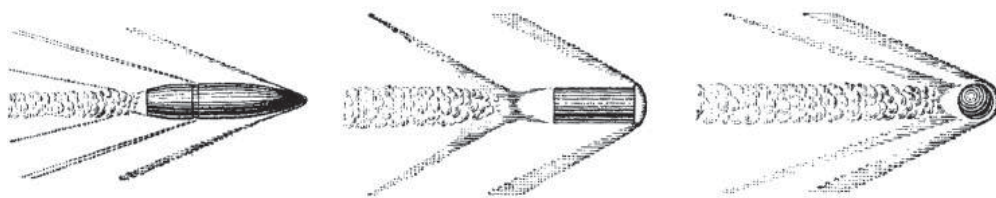


Рис. 51. Характер очертаний головной волны, возникающей при движении различных по форме пуль

И теория, и тщательное практическое изучение полностью подтвердили, что наиболее удобообтекаемая форма пули такая, которая очерчена по так называемой кривой наименьшего сопротивления, сигаровидной формы. Опыты показывают, что

коэффициент сопротивления воздуха, в зависимости только от головной части пули, может изменяться в полтора-два раза.

Более подробное изучение вопроса влияния формы пули на ее полет показало, что каждой скорости полета соответствует своя, наиболее выгодная форма пули.

При стрельбе на небольшие расстояния пулями, имеющими небольшую начальную скорость, форма их не очень влияет на фигуру траектории. Поэтому револьверные, пистолетные и малокалиберные патроны снаряжаются тупоконечными пулями. Такая форма значительно удобнее для перезарядки оружия.

Учитывая большую зависимость точности стрельбы от формы пули, стрелку необходимо оберегать пулю от деформации, следить, чтобы на ее поверхности не появились царапины, забоины, вмятины и т. п.

Причинами, вызывающими разнообразие условий полета пули, являются: разнообразие в атмосферных условиях, особенно в направлении и скорости ветра во время выстрелов, температура воздуха.

**Влияние ветра.** Встречный и попутный ветры незначительно влияют на стрельбу, поэтому их действием можно пренебречь; так, при дальности стрельбы на 600 м сильный (10 м/сек) встречный или попутный ветер изменяет СТП по высоте всего лишь на 4 см, однако боковой ветер значительно отклоняет пули в сторону, причем даже при стрельбе на близкие расстояния.

Ветер характеризуется силой (скоростью) и направлением. Сила ветра определяется его скоростью в метрах в секунду. В стрелковой практике различают ветер: слабый — 2 м/сек, умеренный — 4–5 м/сек, сильный — 8–10 м/сек. Силу и направление ветра стрелки практически определяют по различным местным признакам — с помощью флага, по движению дыма, колебанию травы, кустов и деревьев и т. д.

В зависимости от силы и направления ветра во время стрельбы следует либо производить боковую поправку прицела, либо выносить точку прицеливания в сторону с учетом отклонения пули под действием ветра.

Косой ветер (под углом к плоскости стрельбы 45, 135, 225 и 315°) отклоняет пулю в два раза меньше, чем боковой.

**Влияние температуры воздуха.** При низких температурах канал ствола оружия сужается, и значительная часть энергии пороховых газов тратится на преодоление силы трения.

Кроме того, температура влияет и на процесс горения порохового заряда в стволе оружия, чем ниже температура воздуха, тем медленнее идет процесс нарастания давления газов, в связи с чем уменьшается и начальная скорость пули.

Так, опытами установлено, что изменение температуры воздуха на 1° приводит к изменению и начальной скорости на 1 м/сек. Учитывая все это, для пристрелки оружия, составления соответствующих таблиц и т. д. принимают определенную температуру. Такой «нормальной» температурой является +15°С.

Устранить полностью причины, вызывающие рассеивание, а, следовательно, устранить и само рассеивание, невозможно. Однако, зная причины, от которых зависит рассеивание, можно уменьшить влияние каждой из них и тем самым уменьшить рассеивание, или, как принято говорить, повысить кучность стрельбы.

### **2.3. Факторы, влияющие на кучность и меткость стрельбы. Оценка качества техники стрельбы**

Для оценки качества сформированной техники стрельбы, помимо количества попаданий, используют традиционные для огневой подготовки показатели — **кучность попаданий**, т. е. степень группирования пробоев вокруг средней точки попадания, и **меткость стрельбы**.

При стрельбе из одного и того же огнестрельного оружия в одинаковых условиях и при одинаковых установках прицела неизбежно происходит рассеивание пуль. Явление разброса отдельных траекторий или точек падения пуль, наблюдаемое при стрельбе в одинаковых условиях, называется рассеиванием пуль. Каждая пуля летит по своей, отличной от других траектории. Все причины этого явления можно объединить в три группы. Первая группа — причины, зависящие от боеприпасов — от различий в точности их изготовления при массовом производстве. Вторая, зависящая от оружия — допуски и отклонения реальных размеров деталей оружия от «чертежных». Третья группа причин зависит от самих стрелков — это неизбежные различия в технических элементах от выстрела к выстрелу при производстве серии.

**Кучностью боя** называют ту часть кучности стрельбы, которую определяют только свойства оружия и боеприпасов. Кучность боя характеризуется степенью группирования пробоев из оружия, закрепленного на специальном станке.

При стрельбе с малых дистанций причинами рассеивания, связанными с боеприпасами и оружием можно пренебречь, поскольку внешнебаллистические факторы и точность определения исходных данных для внесения имеют решающее значение при стрельбе на большие и средние дальности для длинноствольного оружия.

**Устойчивостью** оружия называется его способность в естественных условиях стрельбы сохранять с определенной степенью точности приданное перед стрельбой положение. Устойчивость оказывает весьма существенное влияние на рассеивание пуль при стрельбе из автоматического оружия. В некоторых же случаях ее роль является решающей в обеспечении меткости стрельбы, например при ведении огня очередями из ручного автоматического оружия.

**Меткость стрельбы** определяется точностью совмещения средней точки попадания с намеченной точкой на цели и величиной рассеивания. При

этом, чем ближе средняя точка попадания к намеченной точке и чем меньше рассеивание пуль, тем лучше меткость стрельбы. Основными причинами, снижающими меткость стрельбы, являются ошибки стреляющего в выборе точки прицеливания, установки «ровной мушки», в изготовке, в производстве стрельбы.

Отдача оружия на точность медленной стрельбы не влияет. Скоростная стрельба с большим темпом немислима без крепкого и стабильного удержания оружия, жесткости и прочности изготовления. В противном случае мы можем наблюдать большое рассеивание попаданий и значительные отрывы, обусловленные положением оружия непосредственно перед выстрелом.

## 2.4. Средняя точка попадания и способы ее определения

### 2.4.1. Способ последовательного деления отрезков

При малом числе пробоев (до 5) положение средней точки попадания определяется способом последовательного деления отрезков (рис. 52). Для этого необходимо:

- соединить прямой линией две пробоев и расстояние между ними разделить пополам;
- полученную точку соединить с третьей пробоев и расстояние между ними разделить на три равные части; так как к центру рассеивания пробоев располагаются гуще, то за среднюю точку попадания трех пробоев принимается деление, ближайшее к двум первым пробоев;
- найденную среднюю точку попадания для трех пробоев соединить с четвертой пробоев и расстояние между ними разделить на четыре равные части; деление, ближайшее к первым трем пробоев, принимается за среднюю точку попадания четырех пробоев.

При наличии пяти пробоев средняя точка попадания для них определяется подобным же образом.

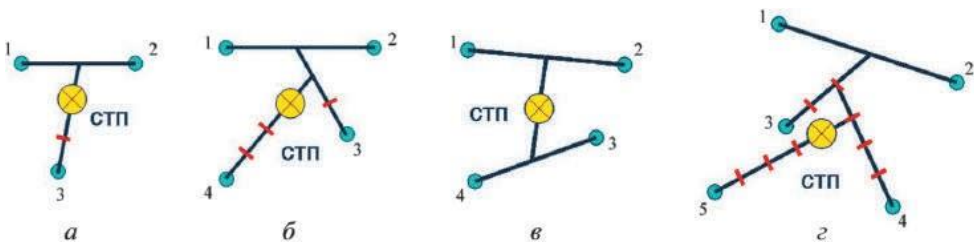


Рис. 52. Определение положения средней точки попадания способом последовательного деления отрезков:

*a* — по трем пробоев; *б* и *в* — по четырем; *г* — по пяти пробоев

## 2.4.2. Способ проведения осей рассеивания

При большом числе пробойн на основании симметричности рассеивания средняя точка попадания определяется способом проведения осей рассеивания (рис. 53). Для этого нужно:

- отсчитать нижнюю (ближнюю) половину пробойн (точек встречи) и отделить ее осью рассеивания по высоте (дальности);
- отсчитать таким же порядком правую или левую половину пробойн (точек встречи) и отделить ее осью рассеивания по боковому направлению;
- пересечение осей рассеивания является средней точкой попадания.

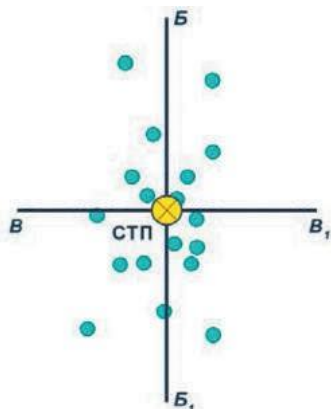
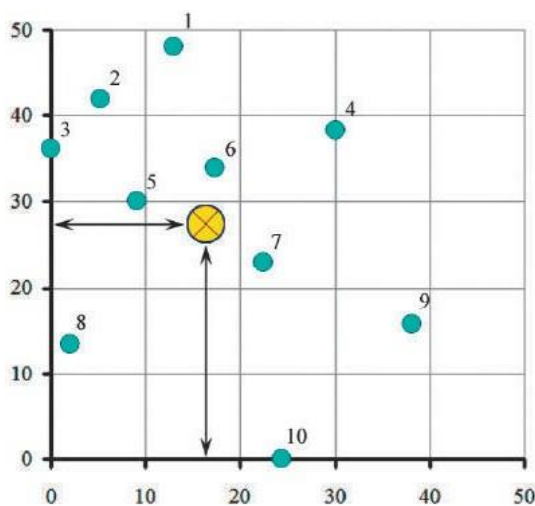


Рис. 53. Определение положения средней точки попадания способом проведения осей рассеивания:

BB<sub>1</sub> — ось рассеивания по высоте; BB<sub>2</sub> — ось рассеивания по боковому направлению



№ пробойны	Расстояние в см от пробойн до	
	вертикальной линии	горизонтальной линии
1	13	48
2	5	42
3	0	36
4	30	38
5	9	30
6	17	34
7	22	23
8	2	13
9	38	16
10	24	0
Сумма, деленная на число пробойн	$\frac{160}{10} = 16$	$\frac{280}{10} = 28$

Рис. 54. Определение положения средней точки попадания способом вычисления (расчета)

Среднюю точку попадания можно также определить способом вычисления (расчета) (рис. 54). Для этого необходимо:

— провести через левую (правую) пробойну (точку встречи) вертикальную линию, измерить кратчайшее расстояние от каждой пробойны (точки встречи) до этой линии, сложить все расстояния от вертикальной линии и разделить сумму на число пробоин (точек встречи);

— провести через нижнюю (верхнюю) пробойну (точку встречи) горизонтальную линию, измерить кратчайшее расстояние от каждой пробойны (точки встречи) до этой линии, сложить все расстояния от горизонтальной линии и разделить сумму на число пробоин (точек встречи).

Полученные числа определяют удаление средней точки попадания от указанных линий.

### **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ**

1. Понятия внутренней и внешней баллистики.
2. Понятие «выстрел».
3. Периоды выстрела в длинноствольном и в короткоствольном оружии. Их характеристика.
4. Понятие «начальная скорость пули». Характеристика начальной скорости пули.
5. Характеристика убойного действия пули.
6. Характеристика сил, действующих на пулю во время ее полета в воздухе. Характеристика действия каждой из этих сил.
7. Понятия траектории полета пули в воздухе и горизонта оружия.
8. Характеристика вращательного движения пули в воздухе.
9. Явление деривации: понятие, причины, учет при стрельбе.
10. Характеристика форм траектории полета пули в воздухе.
11. Понятие прямого выстрела.
12. Причины рассеивания пуль при стрельбе.
13. Определение средней точки попадания по трем, четырем и пяти пробоин.



