

**МИНИСТЕРСТВО ВНУТРЕННИХ ДЕЛ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ОРЛОВСКИЙ ЮРИДИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

ОСНОВЫ СТРЕЛЬБЫ ИЗ СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ

Учебное пособие

**Орёл
2004**

УДК 355.751
ББК 68.512
О38

Рецензенты:

Герасимов И.В., к.п.н.

(Орловский юридический институт МВД России);

Морозов В.Н.

(Управление внутренних дел Орловской области).

Составители: **А.И. Дурнев, Д.В. Меньшиков, С.Г. Щеголев**

О38 Основы стрельбы из стрелкового оружия. Учебное пособие. – Орел: Орловский юридический институт МВД России, 2004. – 100 с.

В пособии рассматриваются теоретические положения внутренней и внешней баллистики, описывающие явление выстрела. Знание процессов, происходящих при стрельбе, необходимо для грамотной эксплуатации оружия, освоения правил стрельбы, умения правильно анализировать результаты стрельбы.

УДК 355.751
ББК 68.512

© Орловский юридический институт
МВД России, 2004 г.

ВВЕДЕНИЕ

Наука, изучающая движение пули (снаряда), называется *баллистикой*. По характеру сил, действующих на пулю, различают *внутреннюю и внешнюю баллистику*.

Внутренняя баллистика изучает движение пули в канале ствола под действием пороховых газов и все явления, вызывающие и сопровождающие это движение. Она решает задачу, как придать пуле наибольшую скорость, не превышая допустимого давления пороховых газов в канале ствола оружия.

Внешняя баллистика изучает движение пули после прекращения действия на нее пороховых газов, т.е. по вылете из канала ствола. Она решает задачу, под каким углом к горизонту и с какой начальной скоростью должна двигаться пуля определенного веса и формы, чтобы достигнуть цели.

1. ВЗРЫВЧАТЫЕ ВЕЩЕСТВА

Взрывчатыми веществами (ВВ) называются неустойчивые смеси и химические соединения, способные под влиянием незначительных внешних воздействий (удар, трение, укол, нагревание и т.п.) быстро переходить в газообразное состояние.

Взрыв – это чрезвычайно быстрое физическое или химическое изменение вещества, сопровождающееся таким же быстрым превращением его потенциальной (скрытой) энергии в механическую работу. Эта работа производится отбрасываемыми 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*.

Взрыв можно характеризовать следующими признаками:

– **скоротечность процесса** – быстрота перехода ВВ из твердого или жидкого состояния в газообразное, то есть в конечную систему продуктов превращения. 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, пороховой заряд патрона обр. 1943 г. сгорает при выстреле за 0,0012 сек; заряд 122-мм гаубицы – примерно за 0,008 сек; подрывная шашка динамита – примерно за 0,00001 сек;

– **образование большого количества газов** – наличие большого количества газообразных продуктов взрыва, способных к расширению. Выражается оно приблизительно следующими цифрами: 1 л пироксилина дает 994 л газообразных продуктов взрыва, 1 л нитроглицерина – 1121 л газообразных продуктов взрыва, пороховой заряд патрона обр. 1943 г. весом 1,6 г дает при взрыве 1,6 л газообразных продуктов, т.е. примерно в 1000 раз больше по объему, чем было взрывчатого вещества до взрыва;

– **выделение большого количества тепла** при реакции взрывчатого превращения, что увеличивает упругость газовых продуктов. Так, при взрыве 1 кг взрывчатого вещества выделяется от 500 до 1200 больших калорий тепла. Температура пороховых газов при взрыве достигает 2500 – 3500° С.

В зависимости от химического состава ВВ и условий взрыва взрывчатые превращения протекают с различными скоростями, при которых может происходить **быстрое сгорание, собственный взрыв, детонация**.

Быстрым сгоранием ВВ называется процесс взрывчатого превращения, распространяющийся по всей массе ВВ со скоростью не более нескольких метров в секунду. Если этот процесс протекает на открытом воздухе, он обычно не сопровождается каким-либо звуковым эффектом. Примером может служить сгорание на открытом воздухе, скажем, зерен дымного пороха, протекающее со скоростью 10 – 13 мм/сек.

В закрытом же объеме сгорание ВВ идет более энергично, причем горение сопровождается резким звуком. Типичный пример такого взрывчатого превращения – горение боевого заряда бездымного пороха в канале ствола

(скорость примерно до 10 м/сек). Сгорание ВВ сопровождается более или менее быстрым нарастанием давления газов в канале ствола, которое по мере образования распространяется в сторону наименьшего сопротивления, перемещая по каналу и выталкивая из ствола пулю или снаряд.

Собственно взрыв – это процесс разложения ВВ, который протекает с огромной скоростью, измеряемой сотнями метров в секунду. Он сопровождается резким нарастанием давления газов, что влечет за собой раскалывание и дробление окружающих предметов.

Детонация – процесс последовательной деформации слоев взрывчатого вещества, распространяющийся по нему возмущением (ударной волной) со скоростью, достигающей нескольких километров в секунду. Ударная волна (удар) приходит в ВВ из вне, посредством инициирующих ВВ. Например, скорость детонации пироксилина достигает 6800 м/сек, нитроглицерина – 8200 м/сек. К концу взрыва, то есть к моменту, когда разложится весь заряд, газы не успевают расшириться и имеют еще первоначальный объем ВВ. Развивается громадное движение газов во все стороны. Это приводит к дроблению преграды на мельчайшие куски.

Если обыкновенный взрыв происходит, как правило, от нагревания ВВ, то детонация в большинстве случаев наступает, когда в непосредственной близости от основного заряда (или на некотором расстоянии от него) взрывается то же самое или другое ВВ. Взрывчатое вещество, которое способно вызвать детонацию в другом ВВ, называется **детонатором**.

В зависимости от применения взрывчатые вещества подразделяют на три большие группы: **инициирующие, дробящие, метательные или пороха**.

Инициирующие ВВ отличаются тем, что обычной формой их взрывчатого превращения является полная детонация. Они наиболее чувствительны к внешним воздействиям и легко взрываются от незначительного удара, накола, луча пламени и т.д. Из них изготавливают преимущественно всевозможные воспламенители и снаряжают капсулы, применяемые для инициирования взрывчатых превращений других ВВ (Рис. 1).

Для снаряжения патронных капсюлей-воспламенителей большей частью используется ударный состав (смесь гремучей ртути, бертолетовой соли и антимония).

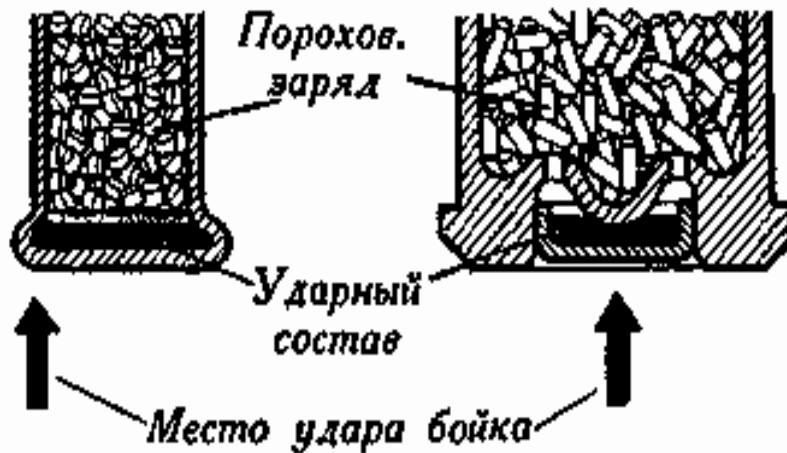


Рис. 1. Ударный состав (инициирующее ВВ) в капсюле гильзы.

Дробящими (бризантными) называются такие ВВ, которые безотказно детонируют при относительной безопасности в обращении. Взрывают их капсюлями инициирующих ВВ. Их скорость взрывчатого превращения достигает нескольких сотен метров в секунду. Применяются они в качестве разрывных зарядов снарядов, авиационных бомб, мин и гранат.

К бризантным относятся пироксилин, нитроглицерин, динамит, тротил, гексоген и другие ВВ.

Метательными или порохами называются такие ВВ, взрывчатые превращения которых носят характер быстрого горения, протекающего большей частью со скоростью нескольких метров в секунду. Пороха используют во всех видах огнестрельного оружия в качестве источника энергии, сообщающей пуле (снаряду) движение. Поэтому из всех видов ВВ пороха представляют для стрельбы наибольший интерес.

Ознакомимся хотя бы в общих чертах с их свойствами.

По составу, физическим и химическим свойствам пороха подразделяют на **дымные** (механические смеси) и **бездымные** (коллоидные).

Дымный, или черный, порох в баллистическом отношении невыгоден и малопродуктивен по своей работе. После взрыва объем его пороховых газов становится лишь в 280 – 300 раз больше первоначального объема заряда.

Химической основой бездымных порохов являются дробящие ВВ – **пироксилин** и **нитроглицерин**, обрабатываемые определенными растворителями, позволяющими регулировать скорость сгорания этих сильных ВВ.

Пироксилин изготавливают из веществ, богатых клетчаткой или целлюлозой, – хлопка, древесины, льна, пеньки и др., соответствующим образом обработанных азотной и серной кислотами. Это почти белая масса, внешне не отличающаяся от материала, из которого она изготовлена.

Нитроглицерин изготавливают из смеси чистого обезвоженного глицерина с азотной и серной кислотами. Он представляет собой светлую жидкость без запаха, способную растворять в себе некоторые виды нитроклетчатки.

Бездымные пороха нерастворимы в воде; гигроскопичность их незначительна. Однако при хранении в сыром месте влажность их повышается (до 20%), что снижает баллистические свойства.

Удельный вес разных сортов бездымных порохов колеблется в пределах 1,55 – 1,63. Температура зажжения 180—200° С. С повышением температуры заряда скорость горения пороха увеличивается, так как уменьшается расход тепла, необходимый для его нагревания.

Бездымные пороха обладают большой производительной мощностью. Так, 1 кг пороха при взрыве дает около 900 л пороховых газов, что позволяет развивать давление в канале ствола крупнокалиберной винтовки до 3200 атм.

Бездымные пороха обладают значительной прочностью и упругостью, поэтому мало деформируются и не перетираются в пыль при транспортировке и сотрясениях.

Качество бездымного пороха определяется тем, насколько правильны и одинаковы по форме и размерам пороховые зерна. От этого в значительной

степени зависит однообразное и закономерное образование пороховых газов при выстреле, а, следовательно, и точность стрельбы.

2. ВНУТРЕННЯЯ БАЛЛИСТИКА

2.1. Выстрел и его периоды

Выстрелом называется выбрасывание пули (снаряда) из канала ствола огнестрельного оружия давлением газов, образующихся при сгорании порохового заряда. Выстрел из стрелкового оружия происходит следующим образом.

При спуске курка с боевого взвода боек ударяет по капсюлю, вызывая мгновенный взрыв ударного состава. Возникающее при этом сильное пламя проникает в толщу порохового заряда, воспламеняя зерна пороха. Пороховой заряд, загораясь, почти одновременно выделяет упругие пороховые газы. По мере сгорания пороха газам становится тесно в гильзе. Стремясь расшириться, они давят с одинаковой силой во все стороны. Встречая сопротивление прочных стенок ствола и дна гильзы, упирающейся в затвор, пороховые газы распространяются в сторону наименьшего сопротивления, толкая пулю перед собой. Та врезаются в нарезы, вращаясь, проходит по каналу ствола и выбрасывается наружу в направлении его оси.

Таким образом, и происходит явление – **выстрел**. Происходит он очень быстро – так, в стволе крупнокалиберной винтовки пуля движется всего лишь около 0,0015 сек.

По мере сгорания пороха количество пороховых газов увеличивается, отчего быстро нарастает и их давление. Когда оно достигает определенной величины, достаточной для преодоления сил сопротивления движения пули (обжимка пули в дульце гильзы, врезание пули в нарезы и т. д.), пуля начинает свое движение.

Давление пороховых газов, необходимое для полного врезания пули в нарезы, называется **давлением форсирования**. В стрелковом оружии оно колеблется в пределах 250 – 500 кг/см² (при стрельбе оболочечными пулями).

Поскольку пуля начинает двигаться до того, как произойдет полное сгорание заряда, давление пороховых газов в канале ствола меняется. Вначале, когда пуля еще не приобрела большой скорости, количество газов растет значительно быстрее, чем увеличивается объем запульного пространства¹, и давление газов в канале ствола повышается, достигая наибольшей величины. Это вызывает ускорение движения пули. В результате прирост количества газов уже не может поспеть за увеличением запульного пространства, и давление в канале ствола начинает постепенно снижаться.

Как только заряд сгорел, дальнейшее движение пули происходит под действием постоянного, свободно расширяющегося количества пороховых газов, которые обладают еще большим запасом энергии благодаря своей упругости. Продолжая расширяться, они увеличивают скорость движения пули.

В дальнейшем пороховые газы, вырываясь из канала ствола со скоростью, большей скорости пули (1200 – 2000 м/сек), продолжают еще на некотором расстоянии от дульного среза оружия (до 20 см) оказывать давление на дно пули, увеличивая скорость ее движения. Таким образом, по мере продвижения пули в канале ствола скорость ее непрерывно возрастает, достигая наибольшей величины в нескольких сантиметрах от дульного среза.

Давление пороховых газов достигает максимальной величины в начале нарезной части ствола, в нескольких сантиметрах от пульного входа. Наибольшее давление, которое развивают пороховые газы в стволе крупнокалиберной винтовки при стрельбе тяжелой пулей, – 3200 кг/см², в стволе малокалиберной винтовки и малокалиберного пистолета – 1300 кг/см², а в стволе спортивного револьвера – 1000 – 1100 кг/см².

Давление газов в момент вылета пули из канала ствола называется *дульным давлением* и составляет оно 300 – 600 кг/см², в зависимости от образцов оружия и длины ствола. Характер изменения давления пороховых газов в канале ствола и нарастание скорости движения пули при стрельбе из АКМ и малокалиберной винтовки показаны на рис. 2.

¹ Пространство в канале ствола между дном гильзы и дном пули.

Нужно отметить, что характер нарастания давления пороховых газов в канале ствола в значительной мере зависит от плотности заряжания. С ее увеличением резко растет скорость горения пороха, а, следовательно, и давление газов (вплоть до возникновения детонации). Поэтому во избежание несчастных случаев не следует стрелять патронами с глубоко посаженными пулями. **Плотностью заряжания** называется отношение веса заряда к объему гильзы при вставленной в нее пуле (камеры сгорания заряда).

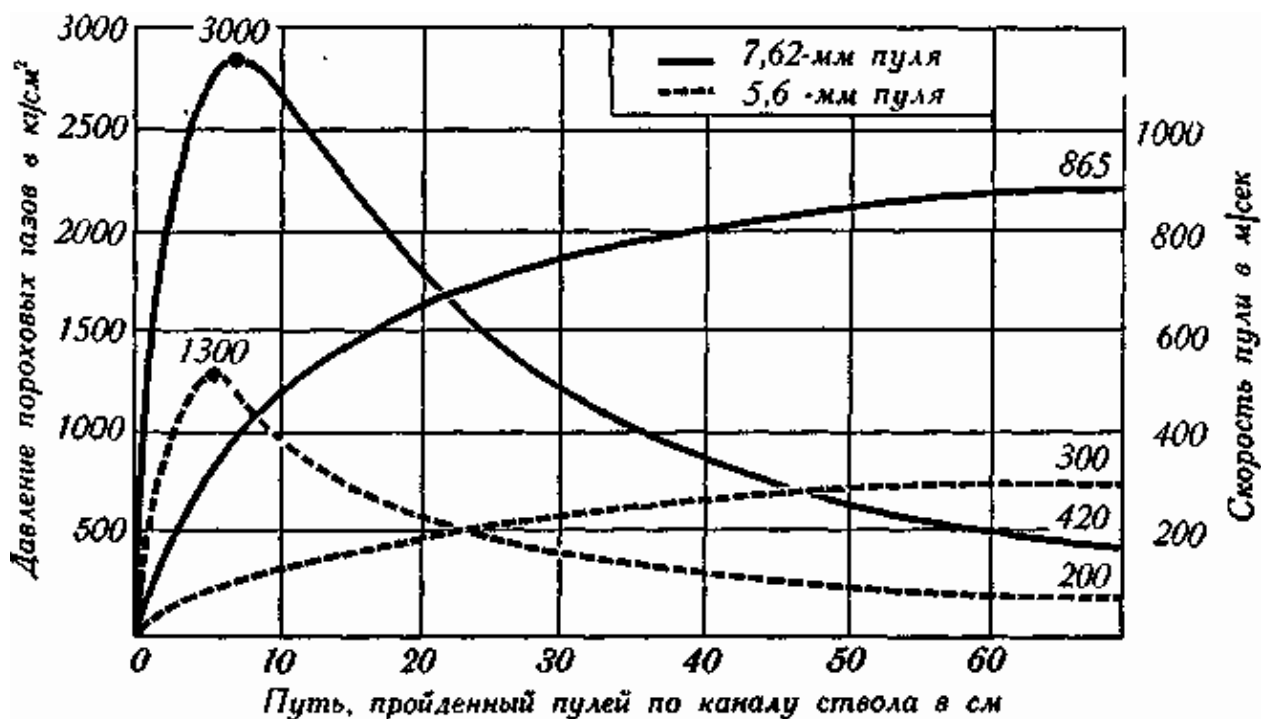


Рис. 2. Кривые давления пороховых газов и скорости пули в стволе АКМ и малокалиберной винтовки.

Как известно, с увеличением влажности порох горит медленнее, отчего и давление пороховых газов в канале ствола нарастает медленнее. При отсыревшем пороховом заряде возможен **затяжной выстрел**, при котором между ударом бойка по капсюлю и появлением звука выстрела проходит заметный промежуток времени. Если влажность заряда повышенная да еще мощность капсюля недостаточна, луч пламени от взрыва ударного состава не может одновременно зажечь все пороховые зерна — он воспламеняет лишь близлежащие слои пороха, и от них уже через некоторый промежуток времени загораются следующие. Если после спуска курка выстрела не последовало, не

нужно торопиться перезаряжать оружие, следует выждать некоторое время, чтобы не произошло взрыва порохового заряда при открытом затворе.

Нужна особая осторожность, если патроны длительное время хранились без герметической упаковки и в недостаточно сухом месте.

При сгорании порохового заряда примерно 25 – 35 % выделяемой энергии затрачивается на сообщение пуле поступательного движения (основная работа), 15 – 25 % энергии – на совершение второстепенных работ (врезание и преодоление трения пули при движении по каналу ствола, нагревание ствола, гильзы и пули, перемещение подвижных частей оружия), около 40 % энергии не используется и теряется после вылета пули из канала ствола.

Выстрел происходит в очень короткий промежуток времени (0,001 – 0,06 сек.). При этом процесс выстрела состоит из четырех последовательных периодов: предварительный; первый (основной); второй; третий (период последствия газов). (Рис. 3).

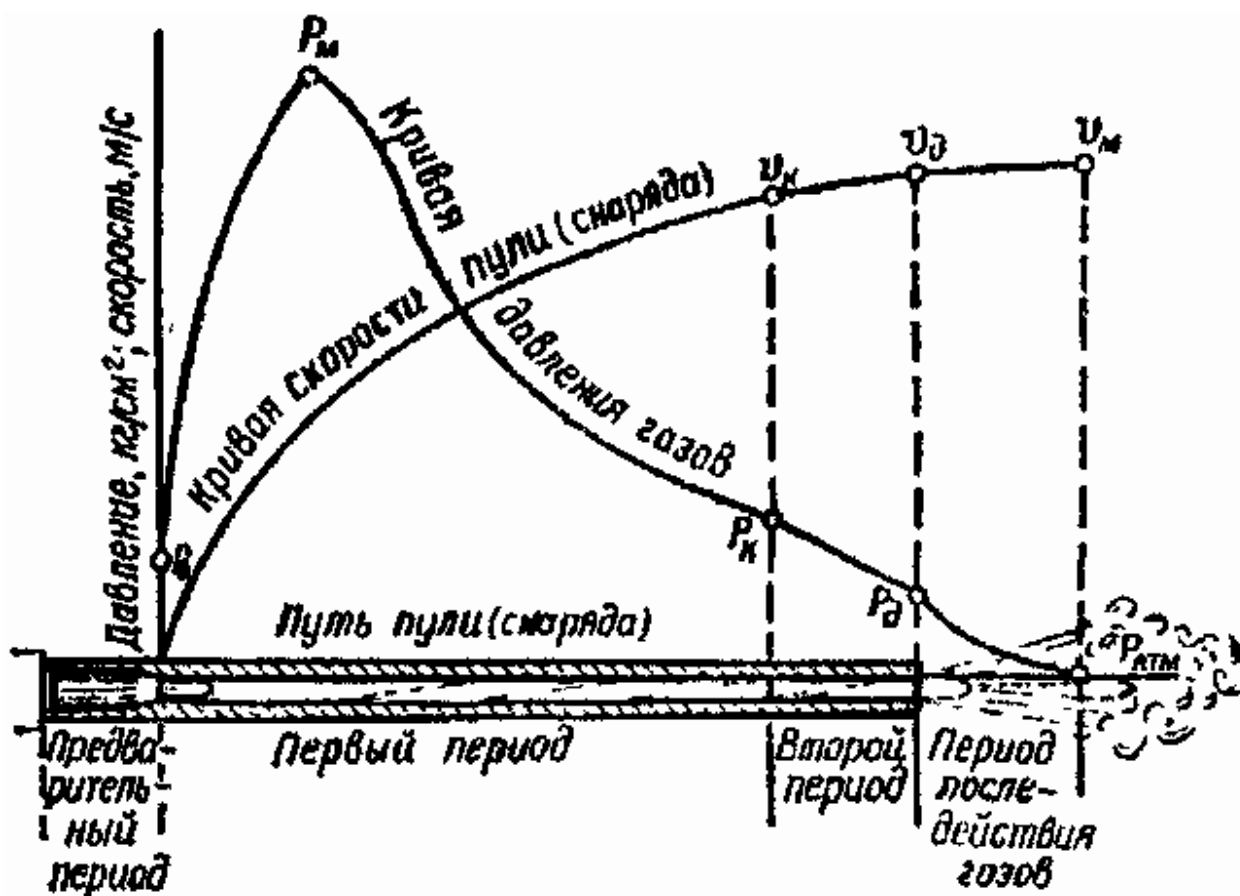


Рис. 3. Периоды выстрела:

P_0 – давление форсирования; P_m – наибольшее (максимальное) давление; P_k и v_k – давление газов в момент конца горения пороховых газов; P_a и v_a – давление газов и скорость пули в

момент вылета ее из канала ствола; v_m – наибольшая (максимальная) скорость пули; $P_{\text{атм}}$ – давление, равное атмосферному.

Предварительный период длится от начала горения порохового заряда до полного врезания пули в нарезы ствола. В течение этого периода в объеме гильзы создается давление газов необходимое для того, чтобы сдвинуть пулю с места и преодолеть ее сопротивление врезанию в нарезы ствола. Это давление называется давлением **форсирования** и достигает 150 – 500 атм., в зависимости от формы нарезов, веса пули и ее твердости.

Первый (основной) период длится от начала движения пули до момента полного сгорания порохового заряда. Горение порохового заряда происходит в быстро изменяющемся объеме. В начале периода скорость пули еще невелика, а количество газов растет быстрее, чем объем запульного пространства (пространство между дном пули и дном гильзы). Поэтому давление газов резко повышается и достигает максимальной величины (максимальное давление).

Оно создается в стрелковом оружии при прохождении пулей 4 – 6 см пути и, например, в АКМ достигает 2800 кг/см². Затем, из-за быстрого увеличения скорости пули, объем запульного пространства увеличивается быстрее притока новых газов, давление начинает падать и к концу периода оно равно примерно 1/3 максимального. Скорость пули растет и к концу периода достигает 3/4 максимальной скорости.

Второй период длится от момента полного сгорания порохового заряда до момента вылета пули из канала ствола. В этом периоде приток газов прекращается, однако сильно сжатые и нагретые пороховые газы увеличивают скорость движения пули. Давление газов быстро падает и у дульного среза – **дульное давление** – составляет 300 – 900 кг/см², в зависимости от образцов оружия. Скорость пули в момент вылета ее из канала ствола (**дульная скорость**) несколько меньше начальной скорости.

У короткоствольного стрелкового оружия (пистолеты, револьверы) второй период отсутствует, т.к. полного сгорания порохового заряда к моменту вылета пули из ствола фактически не происходит.

Третий период (период последствия действия газов) длится от момента вылета пули из ствола до момента прекращения действия на нее пороховых газов. В этом периоде пороховые газы вылетают из ствола со скоростью 1200 – 2000 м/сек. и продолжают действовать на пулю. Максимальной скорости пуля достигает в конце третьего периода на расстоянии нескольких десятков сантиметров от дульного среза ствола, пока давление пороховых газов на дно пули не будет уравновешено сопротивлением воздуха.

2.2. Прочность и «живучесть» стволов

В процессе стрельбы ствол огнестрельного оружия подвергается износу. Этому способствует целый ряд причин *механического, термического и химического характера*.

Причины механического характера. Проходя по каналу ствола, пуля под действием больших сил трения постепенно закругляет грани полей нарезов – происходит стирание внутренних стенок. Кроме того, сильные удары пороховых газов по стенкам ствола вызывают на их поверхности так называемый наклеп. Суть этого явления состоит в том, что поверхность канала ствола покрывается тонкой коркой с постепенно развивающейся в ней хрупкостью. Происходящая при выстреле упругая деформация расширения ствола ведет к появлению на внутренней поверхности металла мелких трещин. Кроме того, неправильная чистка (трение шомпола или протирки по стенкам ствола) увеличивает износ ствола.

Причины термического характера. Высокая температура пороховых газов приводит к оплавлению краев трещин (сетка разгара), что постепенно приводит к образованию раковин (сколы металла).

Причины химического характера. В канале ствола образуется нагар. Он представляет собой остатки сгорания капсюля и пороха, а также металла, соскобленного с пули или выплавленного из нее. Содержащиеся в нагаре соли обладают свойством вбирать в себя влагу воздуха и образовывать растворы,

которые приводят к коррозии металла, появлению в канале ствола сыпи, а затем и раковин.

Всё это ведет к изменению поверхности канала ствола, увеличению калибра, вследствие чего увеличивается прорыв пороховых газов между пулей и стенками канала ствола, уменьшается начальная скорость пули и увеличивается разброс пуль.

Для увеличения срока годности ствола к стрельбе необходимо соблюдать установленные правила чистки и осмотра оружия и боеприпасов, принимать меры к уменьшению нагрева ствола во время стрельбы.

Пригодность ствола к дальнейшей стрельбе определяется его «живучестью» – способностью ствола выдержать определенное количество выстрелов, после которого он изнашивается и теряет свои баллистические качества. Живучесть хромированных стволов стрелкового оружия достигает 20 – 30 тысяч выстрелов при правильном уходе за оружием и соблюдением режима огня.

Режимом огня называется наибольшее количество выстрелов, которое может быть произведено за определенный промежуток времени без ущерба для материальной части оружия, безопасности и без ухудшения результатов стрельбы.

Каждый вид оружия имеет свой режим огня. С целью соблюдения режима огня необходимо производить смену ствола или охлаждения его через определенное количество выстрелов.

Прочностью ствола называется способность его стенок выдерживать определенное давление пороховых газов в канале ствола. Даже наименьшее давление в дульной части ствола в момент вылета пули равно нескольким сотням атмосфер². Естественно, чтобы выдержать такое напряжение, ствол оружия должен иметь большую прочность. Зависит она от толщины стенок ствола и качества металла.

² Одна техническая атмосфера равна давлению 1 кг на 1 см² площади.

Так как давление газов в канале ствола при выстреле неодинаково на всем его протяжении, стенки ствола делаются разной толщины – толще с казенной части и тоньше в дульной. При этом стволы изготавливаются такой толщины, чтобы они могли выдержать давление, в 1,3 – 1,5 раза превышающее наибольшее, т.е. с запасом прочности. Если давление почему-либо превысит величину, на которую рассчитана прочность ствола, то может произойти раздутие или разрыв ствола.

Раздутие ствола может произойти в большинстве случаев от попадания в ствол посторонних предметов (пакли, ветоши, песка, грязи). При движении по каналу ствола пуля, встретив посторонний предмет, тормозится. Упругие пороховые газы, следующие за пулей, наталкиваются на ее дно и создают обратную волну. Столкновение основной и обратной волн газов создает сильное радиальное давление, превышающее запас прочности ствола (Рис. 4). Это резкое возрастание давления и вызывает раздутие, а иногда и разрыв ствола.

Обнаружить раздутие ствола можно при внимательном осмотре его канала – оно имеет вид теневого кольца. Иногда его можно найти на ощупь – оно выступает наружу в виде кольцевой выпуклости на стволе.

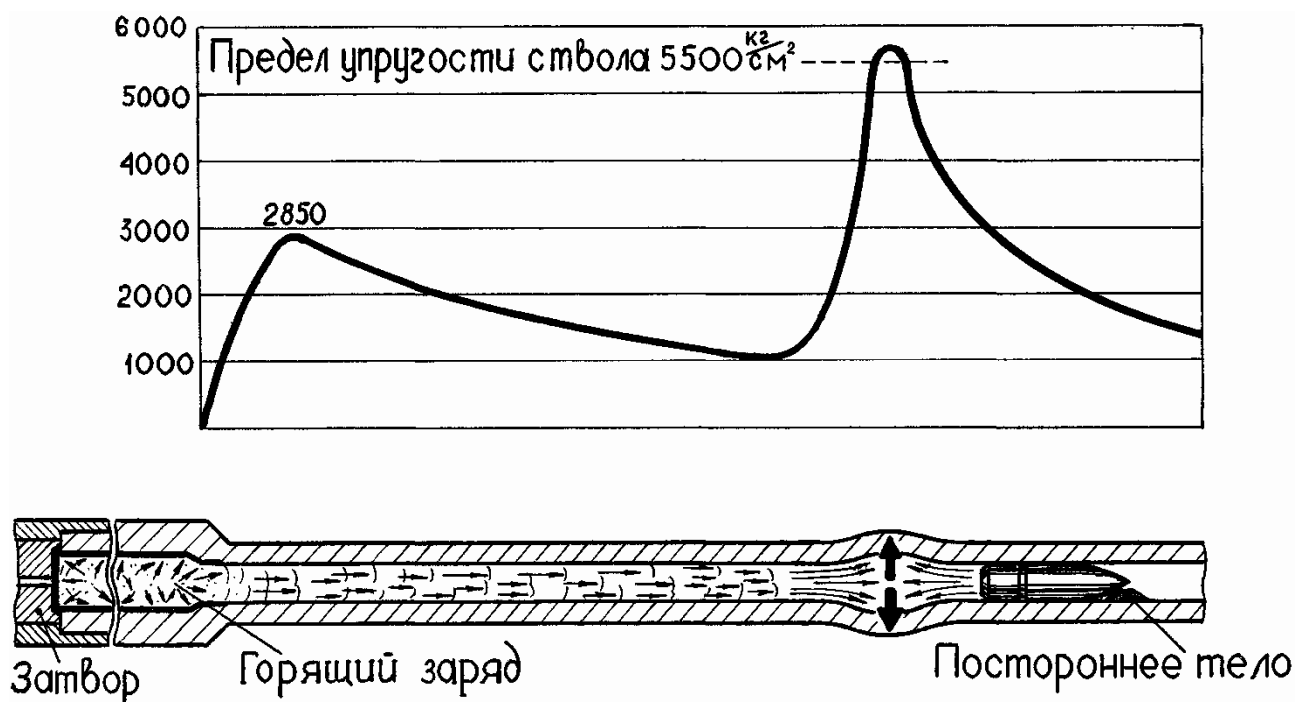


Рис. 4. Схема раздутия канала ствола, которое образуется при давлении пороховых газов, превышающем запас прочности ствола.

Небольшие раздутия в середине ствола или в казенной его части незначительно влияют на кучность боя. Раздутие ствола в дульной части делает его совершенно непригодным для точной стрельбы.

Чтобы не допускать раздутий или разрыва ствола, следует всегда оберегать канал ствола от попадания в него посторонних предметов, перед стрельбой обязательно осмотреть и, если необходимо, вычистить его.

2.3. Начальная скорость пули и ее значение.

Начиная передвигаться по каналу ствола под действием пороховых газов, пуля достигает максимальной скорости в нескольких сантиметрах от дульного среза. Затем, двигаясь по инерции и встречая сопротивление воздушной среды, она начинает терять скорость. Поскольку скорость пули все время изменяется, ее принято фиксировать только в каких-нибудь определенных фазах движения, обычно при вылете из канала ствола.

Скорость движения пули в момент вылета ее из канала ствола называется *начальной скоростью*). Она измеряется расстоянием, которое могла бы преодолеть пуля за 1 сек. по вылете из канала, если бы на нее не действовали ни сопротивление воздуха, ни собственный вес.

Так как скорость пули на некотором удалении от дульного среза при вылете из канала ствола почти не изменяется, при расчетах обычно считают, что наибольшую (максимальную) скорость пуля имеет в момент вылета из канала ствола, то есть что начальная скорость пули является наибольшей (максимальной). Ее принято обозначать (V_0).

При стрельбе из АКМ начальная скорость (V_0) равна 715 м/сек, при стрельбе из малокалиберной винтовки начальная скорость пули различных партий патронов колеблется в пределах от 305 – 345 м/сек, а при стрельбе из 9-мм пистолета Макарова (ПМ) – 315 м/сек.

Величина начальной скорости – это одна из самых важных характеристик не только патронов, но и оружия. Однако судить о баллистических свойствах оружия только по ней нельзя. Необходимо рассматривать еще и вес пули. Очень важно знать, какой энергией обладает пуля, какую работу она может выполнить. Поэтому различают два наиболее важных понятия – **пробивное и убойное действие** пули.

Известно, что энергия движущегося тела зависит от его веса (массы) и скорости движения. Следовательно, чем больше вес и скорость движения, тем больше кинетическая энергия пули.

Пробивное действие пули – способность пули пробивать преграду (укрытие) определенной плотности и толщины.

Пробивное действие пули (т.1) характеризуется ее кинетической энергией (живой силой). Кинетическая энергия, которую сообщают пуле пороховые газы в момент вылета ее из канала ствола, называется **дульной энергией**. Энергия пули измеряется в килограммометрах (1 кгм представляет собой такую энергию, которая необходима для совершения работы по подъему 1 кг на высоту 1 м).

Убойное действие пули – воздействие пули на живой организм, приводящее к выводу его из строя. При этом поглощение организмом кинетической энергии пули сопровождается разрушением его защитных тканей и жизненно важных органов. Для поражения жизненно важных органов человека без специальной защиты кинетическая энергия должна быть не менее 8 кг/см. (78,5 Дж).

Таблица 1.

Пробивное действие пуль патронов обр. 1943 г.

Наименование преграды (защитных средств)	Тип пули	Дальность стрельбы, м	Процент сквозных пробоин, глубина проникновения
Броня толщиной 7 мм при угле встречи 90°	Бронибойно-зажигательная	300	50 %
		200	90 %
Каска (стальной шлем)	Пуля со стальным сердечником	900	80 – 90 %
	Бронибойно-зажигательная	Свыше 1100	80 – 90 %
Бруствер из плотного	Все типы пуль	500	70 – 80 см

утрамбованного снега			
Земляная преграда из свободно насыпанного сыпучего грунта	Все типы пуль	500	25 – 30 см
Сухие сосновые брусья 20 х 20 см, скрепленные в штабелях	Пуля со стальным сердечником и бронбойно-зажигательная	500	25 см
		150	30 – 40 см
Кирпичная кладка	Пуля со стальным сердечником и бронбойно-зажигательная	100	12 – 15 см

Величина начальной скорости пули зависит от:

- длины ствола;
- веса пули;
- веса, температуры и влажности порохового заряда;
- формы и размеров зерен пороха;
- плотности заряжания.

Чем длиннее ствол, тем больше начальная скорость. Изменение веса порохового заряда приводит к изменению количества пороховых газов, а, следовательно, к изменению величины максимального давления и начальной скорости. Чем больше вес пороха, тем выше максимальное давление и начальная скорость пули. При постоянной длине ствола и постоянном весе порохового заряда начальная скорость тем больше, чем меньше вес пули. Длина ствола и вес порохового заряда увеличиваются при конструировании оружия до наиболее рациональных размеров. С повышением температуры порохового заряда увеличивается скорость его горения, а поэтому увеличивается максимальное давление, начальная скорость и, следовательно, дальность полета пули. С повышением влажности порохового заряда уменьшается скорость его горения и начальная скорость пули. В связи с этим необходимо учитывать поправки дальности на температуру и влажность воздуха.

Винтовочные пули обладают громадной кинетической энергией. Так, дульная энергия легкой пули при стрельбе из СВД равна 360 кгм. Чтобы получить

в столь короткий отрезок времени такую энергию, потребовалась бы машина мощностью 9600 л.с.

Как видим, начальная скорость и дульная энергия пули имеют большое практическое значение. С увеличением начальной скорости пули и ее дульной энергии увеличивается дальность стрельбы, траектория пули становится более отлогой, значительно уменьшается влияние внешних условий на полет пули, увеличивается ее пробивное и убойное действие.

2.4. Отдача оружия и образование угла вылета.

При сгорании заряда расширяющиеся пороховые газы давят с одинаковой силой во все стороны занимаемого объема. Давление газов на стенки канала ствола вызывает их упругое расширение, давление на дно пули заставляет ее перемещаться вдоль канала ствола, давление же на дно гильзы, а через нее на затвор передается всему оружию и заставляет его перемещаться в направлении, противоположном движению пули. Можно сказать, что при выстреле силы пороховых газов как бы отбрасывают оружие и пулю в разные стороны. Движение оружия назад при выстреле называется *отдачей оружия*.

Действие отдачи оружия характеризуется величиной скорости и энергии, которой оно обладает при движении назад.

Согласно законам механики, одна и та же сила, действуя на тела разной массы (веса), приводит их в движение со скоростью обратно пропорциональной их массе (весу). Если пренебречь реактивным действием пороховых газов на дульный срез ствола, можно сказать, что скорость отдачи оружия во столько раз меньше начальной скорости пули, во сколько раз пуля легче оружия. Энергия отдачи у стрелкового оружия обычно не превышает 2 кгм и воспринимается стреляющим безболезненно. При стрельбе из самозарядного или автоматического оружия, перезарядание которого основано на принципе использования энергии отдачи, часть ее расходуется на сообщение движения подвижным частям и на перезарядание оружия. Поэтому, отдача при выстреле из такого оружия меньше, чем при стрельбе из неавтоматического.

При стрельбе из автомата (винтовки) стрелок ощущает отдачу, как резкий толчок в плечо.

Сила давления пороховых газов (сила отдачи) и сила сопротивления отдаче (упор приклада в плечо) расположены не на одной прямой линии и направлены в противоположные стороны. Они образуют пару сил (вращательный момент), под действием которой дульная часть ствола оружия отклоняется кверху (Рис. 5).

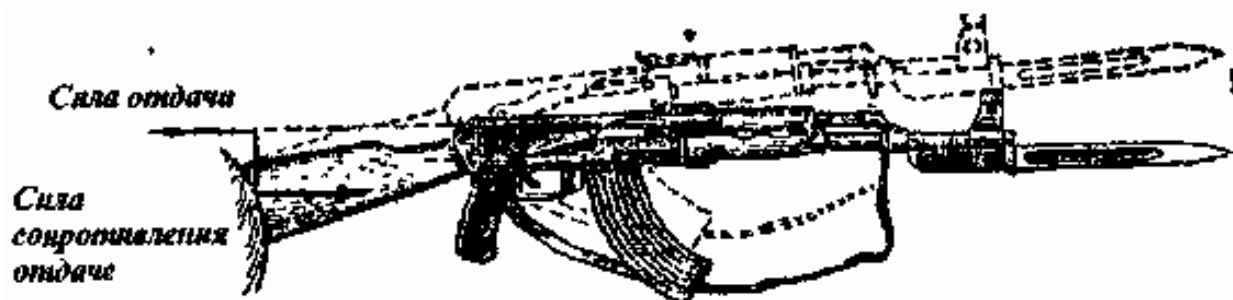


Рис.5. Подбрасывание дульной части автомата вверх при выстреле в результате отдачи.

При стрельбе из пистолета и револьвера отдача воспринимается кистью руки. Противодействие кисти также является той силой реакции, которая направлена в противоположную сторону и равна силе отдачи. Поскольку при охвате рукоятки пистолета или револьвера средняя часть кисти находится ниже и правее оси канала ствола, сила отдачи и сила реакции создают пары сил, вращающее оружие и в вертикальной и в горизонтальной плоскостях (Рис. 6). В результате взаимодействия этих двух пар сил дульная часть пистолета и револьвера при выстреле отклоняется вверх и влево.

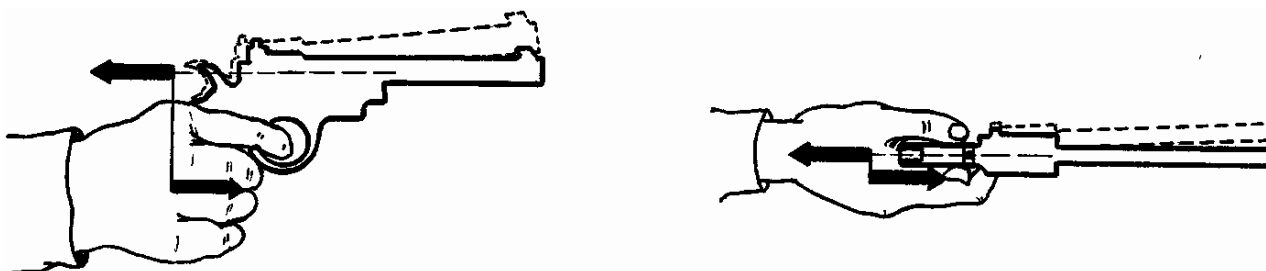


Рис.6. Пары сил, заставляющие пистолет или револьвер при выстреле вращаться дульной частью вверх и влево.

Отдача оружия отрицательно сказывается на меткости стрельбы. Кроме того, она утомляет стрелка и является одной из причин, вызывающих у

многих обучаемых стрельбе дерганье за спусковой крючок, из-за ожидания боязни отдачи. Ожидание отдачи вызывает у стрелка желание уловить момент выстрела и заставляет его резко напрягаться, что приводит к сбиванию наводки оружия.

Как видим, при выстреле оружие под влиянием отдачи и реакции плеча стрелка (или кисти руки) не только отходит назад, но еще и вращается дульной частью вверх и несколько в сторону.

Причем отдача начинается с началом движения пули и достигает наибольшей величины в момент вылета ее из канала ствола. Следовательно, в момент выстрела ствол (ось канала ствола) смещается на некоторый угол. Угол, образованный направлением оси канала ствола до выстрела и в момент вылета пули, называется *углом вылета* (Рис. 7).

Угол вылета составляет $3 - 8^\circ$ в зависимости от вида оружия и, как было сказано ранее, от способа перезаряжания. После вылета пули ствол оружия продолжает движение вверх по инерции, поэтому стрелку часто кажется, что оружие подбрасывает гораздо больше.

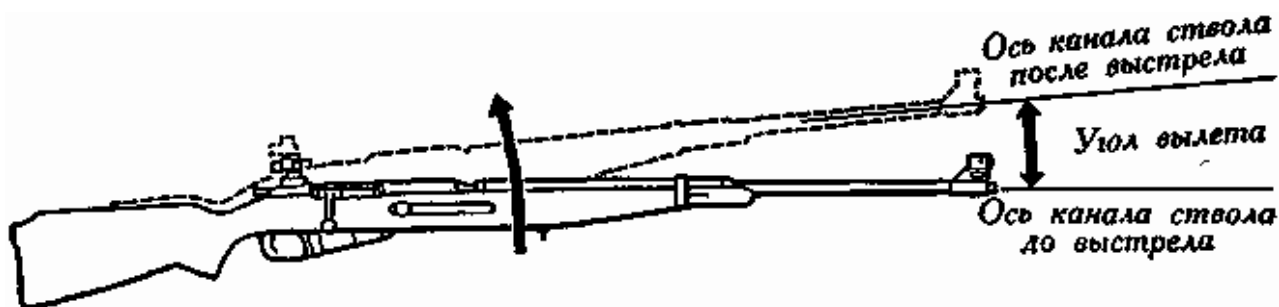


Рис. 7. Образование угла вылета.

У пистолетов, перезаряжание которых основано на принципе отдачи свободного затвора (например, пистолета Макарова) угол вылета очень мал и составляет несколько минут. Ствол такого пистолета подбрасывает кверху сила удара по рамке пистолета,двигающегося назад затвора.

Угол вылета – величина непостоянная и в значительной степени зависит от изготовления: если стрелок при стрельбе из автомата (винтовки) крепко держит его и сильно прижимает к плечу или при стрельбе из пистолета и

револьвера применяет плотную хватку, угол вылета будет меньше. Еще большая зависимость величины угла вылета от длины плеча пары сил, вращающих оружие, – с увеличением его увеличивается и угол вылета (Рис. 8).

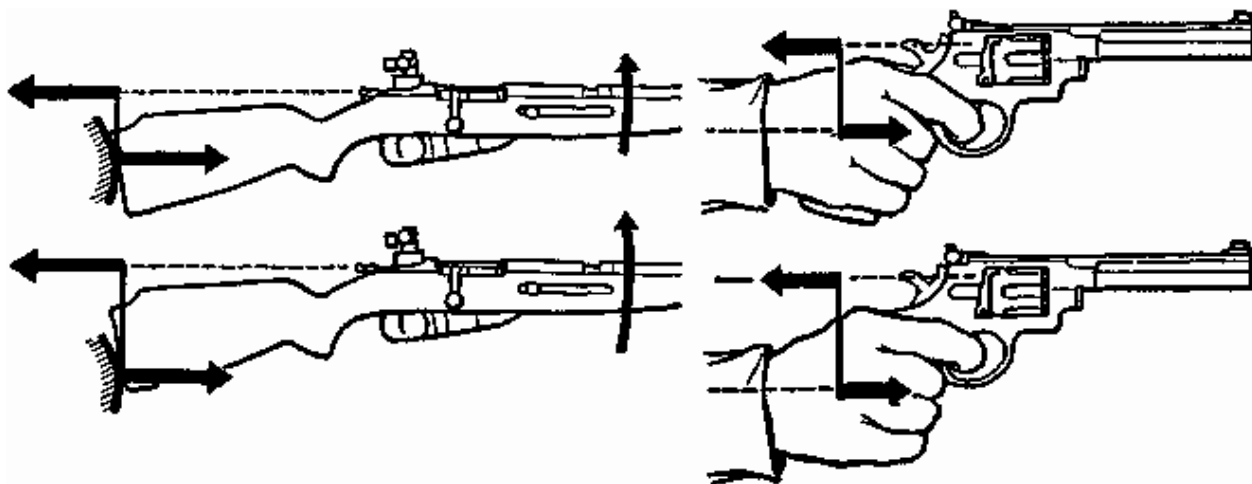


Рис. 8. Зависимость угла вылета от изготовления стрелка (винтовка, автомат) или хватки (пистолет, револьвер).

Вполне очевидно, что неоднородная прикладка (или неоднородный хват рукоятки) приводит к тому, что при каждом выстреле углы вылета разные, в результате – разброс пуль по вертикали (а при стрельбе из пистолета и револьвера еще и по горизонтали).

Следовательно, чтобы добиться кучной и стабильной стрельбы, необходимо выработать умение правильно и однообразно изготавливаться (однообразно удерживать рукоятку пистолета) перед каждой стрельбой.

Образование угла вылета представляет собой очень сложное явление, зависящее не только от отдачи оружия, но и от вибрации ствола.

При сгорании заряда и возникающем при этом ударе пороховых газов ствол начинает вибрировать. Чем тоньше ствол, тем больше он вибрирует, чем массивнее, тем вибрация меньше. Явление вибрации заключается в том, что все точки ствола совершают некоторые колебания относительно своего обычного положения. При этом размах колебаний точек, расположенных по всей длине ствола, различен. Оказывается, есть такие точки на стволе, которые вообще не

колеблются, – так называемые узловые (рис. 9). Вместе с другими участками ствола совершает колебание и дульная его часть. Поскольку волнообразные колебания ствола начинаются раньше, чем пуля вылетает из него, окончательное направление пули зависит от того, какая фаза колебаний дульной части ствола совпадает с моментом ее вылета.



Рис. 9. Схематическое изображение вибрации ствола при выстреле.

Таким образом, величина угла вылета в значительной степени зависит от вибрации ствола. Если при своем колебании дульная часть его в момент вылета пули направлена выше, чем до выстрела, то угол вылета, возникший при вибрации, положительный, если ниже, – отрицательный.

Влияние угла вылета на стрельбу у каждого экземпляра оружия устраняется приведением его к нормальному бою (пристрелкой оружия). Однако при нарушении правил прикладки оружия, использования упора, а также правил ухода за оружием и его сбережения, изменяются величина угла вылета и бой оружия. Для обеспечения однообразия угла вылета и уменьшения влияния отдачи на точность и кучность стрельбы необходимо неукоснительно соблюдать приемы стрельбы и правила ухода за оружием.

В целях уменьшения вредного влияния отдачи на результаты стрельбы в некоторых образцах стрелкового оружия (например, автомат Калашникова) применяются специальные устройства – компенсаторы.

Вылетающие из канала ствола вслед за пулей, пороховые газы, ударяясь о стенки компенсатора, несколько опускают дульную часть ствола вниз и влево, что особенно улучшает кучность при стрельбе очередями.

3. СВЕДЕНИЯ ИЗ ВНЕШНЕЙ БАЛЛИСТИКИ.

3.1. Траектория полета пули.

Пуля, получив при вылете из канала ствола определенную начальную скорость, стремится по инерции сохранить величину и направление этой скорости. Если бы полет пули проходил в безвоздушном пространстве, и на нее не действовала сила тяжести, пуля двигалась бы прямолинейно, равномерно и бесконечно. Однако на пулю, летящую в воздушной среде, действуют силы, которые изменяют скорость полета и направление ее движения. Этими силами являются *сила тяжести* и *сила сопротивления воздушной среды* (Рис. 9).

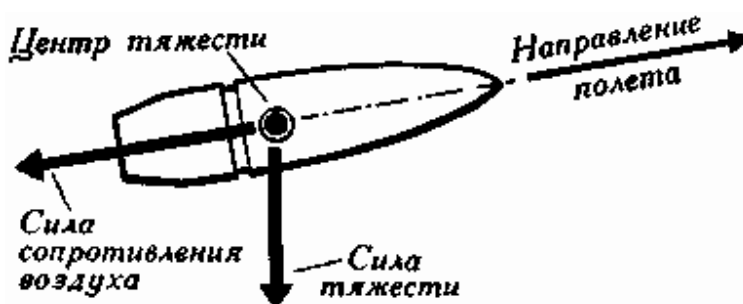


Рис. 9. Силы, действующие на пулю во время ее полета.

В результате совместного действия этих двух сил пуля теряет скорость и изменяет направление своего движения, перемещаясь по кривой линии, проходящей ниже направления оси канала ствола.

Кривая линия, которую описывает в пространстве центр тяжести движущейся пули (снаряда), называют *траекторией*.

Баллистика рассматривает траекторию над (или под) *горизонтом оружия* – воображаемой бесконечной горизонтальной плоскостью, проходящей через *точку вылета* (Рис. 10). Точкой вылета принято называть центр дульного среза ствола оружия.

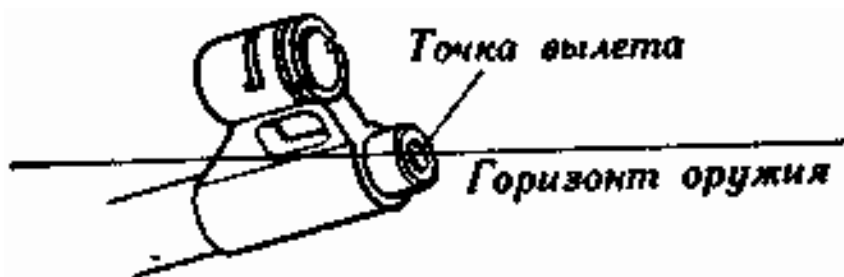


Рис. 10. Горизонт оружия и точка вылета.

Движение пули, а, следовательно, и форма траектории зависят от многих условий. Поэтому необходимо, прежде всего, рассмотреть, как действуют на пулю в отдельности сила тяжести и сила сопротивления воздушной среды.

Действие силы тяжести. Представим, что на пулю, вылетевшую из канала ствола, не действует никакая сила. В таком случае она двигалась бы по инерции бесконечно, равномерно и прямолинейно по направлению оси канала ствола и за каждую секунду пролетала бы одинаковые расстояния с постоянной скоростью, равной начальной. Тогда, если бы ствол оружия был направлен прямо в цель, пуля, следуя в направлении оси канала ствола, непременно попала бы в нее (рис. 11).

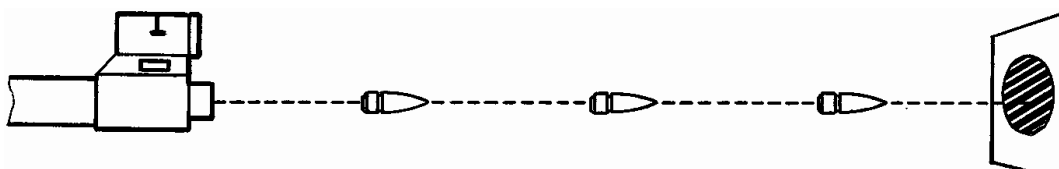


Рис. 11. Движение пули по инерции (если бы не было силы тяжести и сопротивления воздуха).

Допустим теперь, что на пулю действует только одна сила тяжести. Тогда она, как и всякое свободно падающее тело, начнет падать вертикально вниз.

Как известно из механики, высота падения $H = \frac{gt^2}{2}$, где g – ускорение силы тяжести ($9,8 \text{ м/сек}^2$), t – время в секундах.

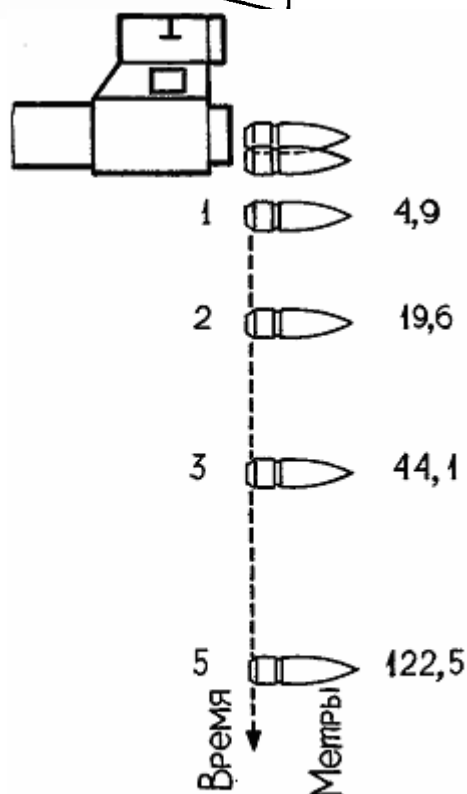


Рис. 12. Падение пули (в пустоте) под действием силы тяжести.

Так, за 1 сек. пуля упадет в низ на $\frac{9,8 \times 1^2}{2} = 4,9 \text{ м}$, за 2 сек. – $\frac{9,8 \times 2^2}{2} = 19,6 \text{ м}$, за 3 сек. – 44,1 м, за 4 сек. – 78,4 м и т.д. (Рис. 12).

Если предположить, что во время полета по инерции в безвоздушном пространстве на пулю действует сила тяжести, то под ее действием пуля опустится ниже линии продолжения оси канала ствола в первую секунду на 4,9 м, во вторую – 19,6 м и т.д.

Тогда, если навести оружие в цель, пуля пролетит под целью (Рис. 13).

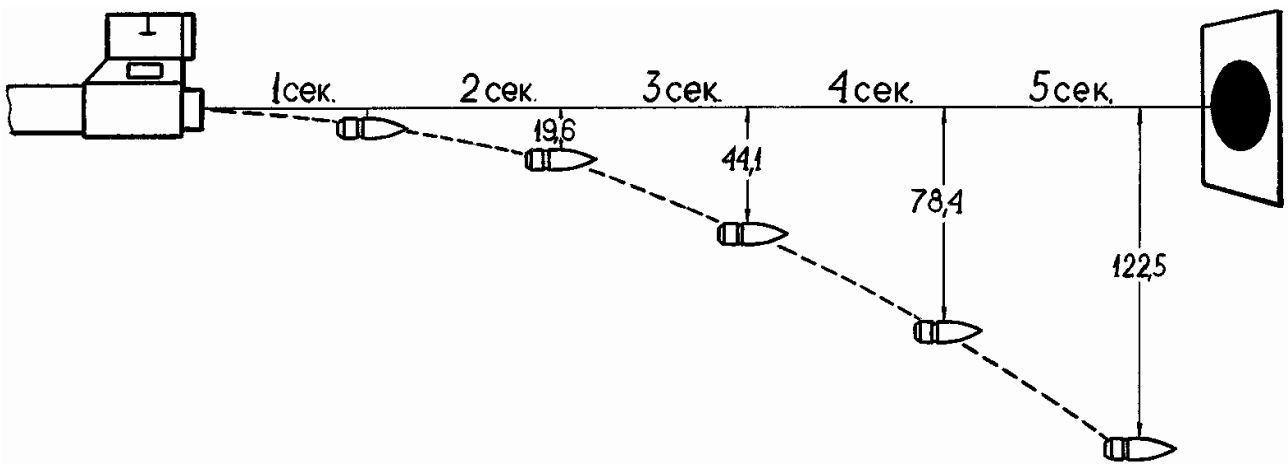


Рис. 13. Движение пули, если бы на нее действовала сила тяжести, но не действовало сопротивление воздуха.

Поэтому, чтобы пуля, пролетев определенное расстояние, попала в цель, необходимо направить ствол оружия куда-то выше цели. Для этого нужно, чтобы ось канала ствола и плоскость горизонта оружия, составляли некоторый угол, который называется *углом возвышения* (Рис. 14).

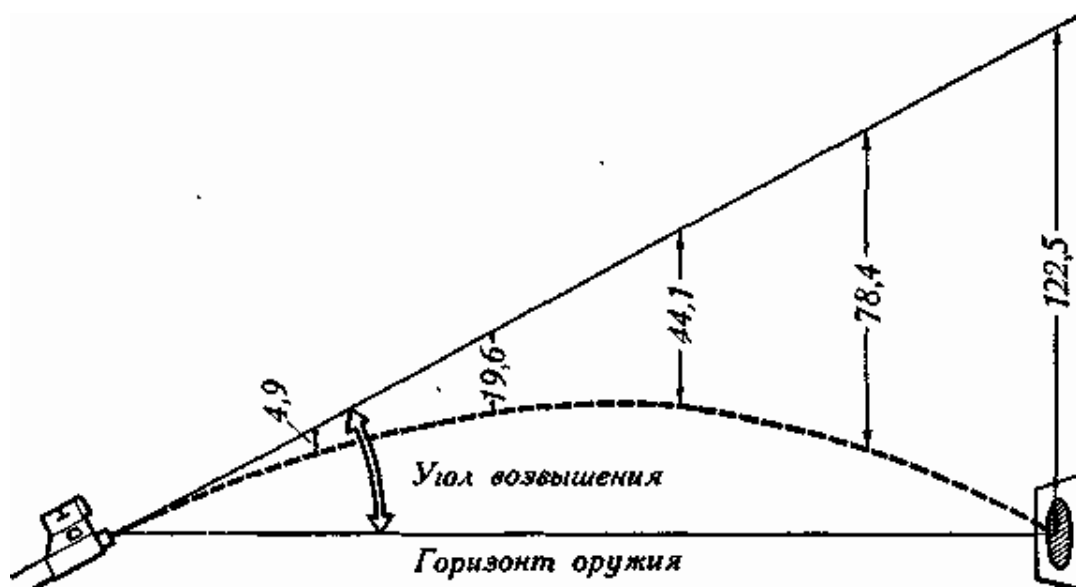


Рис. 14. Угол возвышения.

Как видно на рис. 14, траектория пули в безвоздушном пространстве, на которую действует сила тяжести, но не действует сила сопротивления воздуха представляет собой правильную кривую – *параболу*. Самая высокая точка траектории над горизонтом оружия называется ее *вершиной*. Часть кривой от точки вылета до вершины называется *восходящей ветвью*. Такая траектория отличается тем, что восходящая и нисходящая ветви совершенно одинаковы, а угол бросания и угол падения равны.

Действие силы сопротивления воздушной среды. На первый взгляд кажется маловероятным, чтобы воздух, обладающий столь малой плотностью, мог оказывать существенное сопротивление движению пули и тем самым значительно уменьшать ее скорость.

Однако опыты показали, что сила сопротивления воздуха, действующего на пулю, выпущенную из АКМ, составляет большую величину – 3,5 кг.

Поскольку пуля весит всего лишь несколько граммов, становится очевидным большое тормозящее действие, которое оказывает воздух на летящую пулю.

Во время полета пуля расходует значительную часть своей энергии, чтобы раздвинуть частицы воздуха. Снимок пули, летящей со сверхзвуковой скоростью (свыше 340 м/сек), показывает, что перед ее головной частью образуется уплотнение воздуха (рис. 15). От этого уплотнения расходится во все стороны головная баллистическая волна. Частицы воздуха, скользя по поверхности пули и срываясь с ее боковых стенок, образуют сзади пули зону разреженного пространства. Стремясь заполнить образовавшуюся пустоту, частицы воздуха создают завихрения, в результате чего за пулей тянется хвостовая волна.

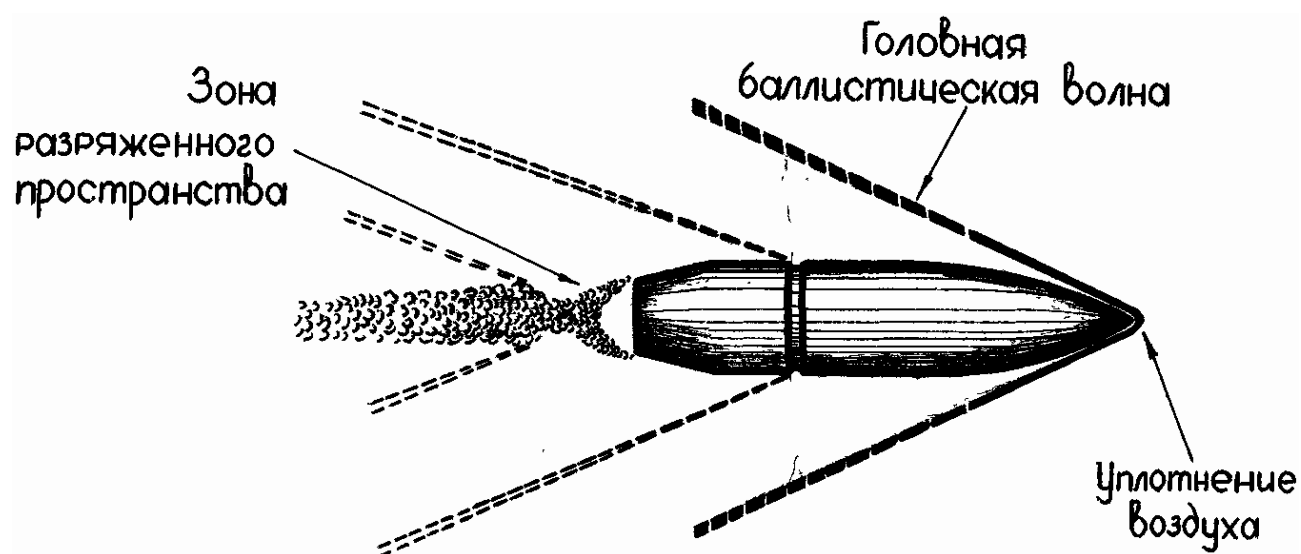
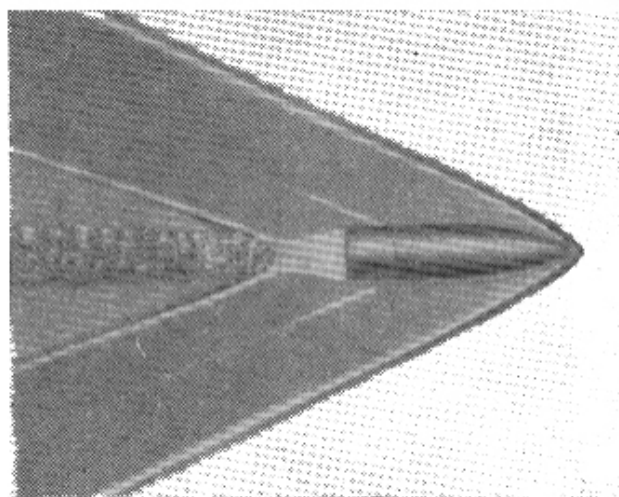


Рис. 15. Образование силы сопротивления воздушной среды.

Уплотнение воздуха впереди головной части пули тормозит ее полет, разреженная зона сзади засасывает ее и еще больше усиливает торможение. Стенки пули испытывают трение о частицы воздуха, что также замедляет ее полет. Равнодействующая этих трех сил и составляет силу сопротивления

воздуха. Пуля, выпущенная из АКМ со скоростью 715 м/сек., через 1000 м полета имеет скорость около 300 м/сек.

Следовательно, под действием силы сопротивления воздуха траектория пули теряет форму правильной параболы – теперь она выглядит несимметричной кривой: вершина делит ее на две неравные части, причем восходящая ветвь всегда длиннее и отложе нисходящей. При стрельбе на средние дистанции можно условно принимать соотношение длины восходящей ветви траектории к нисходящей как 3 : 2.

3.2. Действие сопротивления воздуха на пулю продолговатой формы.

Чтобы сопротивление воздуха меньше тормозило полет пули, нужно уменьшить ее калибр и увеличить вес. Вот чем объясняется появление пули продолговатой формы.

Как действует на такую пулю сила сопротивления воздуха? Для этого нужно знать не только величину этой силы, но и направление, в котором она действует, и точку ее приложения.

Пуля при полете стремится по инерции сохранить то направление своей продольной оси, которое ей было придано стволом.

Если бы пуля летела в безвоздушном пространстве, то направление ее продольной оси было бы неизменным, и пуля падала бы на землю не головной частью, а дном (рис. 16).

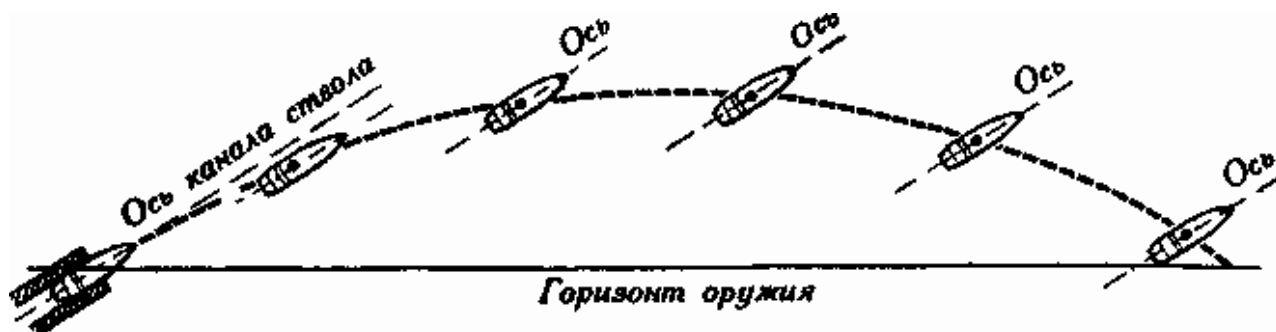


Рис. 16. Направление оси пули в безвоздушном пространстве.

Однако под действием силы сопротивления воздуха полет ее происходит иначе. В первый момент, когда пуля вылетает из канала ствола, сопротивление воздуха только тормозит ее движение (Рис. 17а).

Но как только под влиянием силы тяжести она начнет опускаться, частицы воздуха начнут давить не только на головную часть, но и на боковую ее поверхность (Рис. 17б).

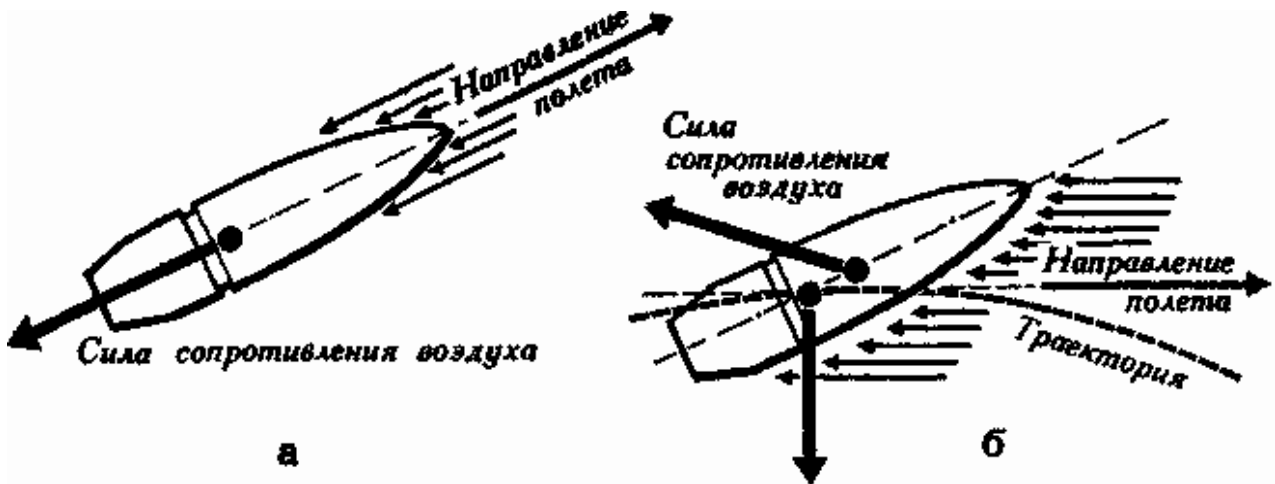


Рис. 17. Действие силы сопротивления воздуха на пулю:
а – в самом начале ее полета; б – во время ее полета.

Чем больше пуля опускается, тем большая часть ее боковой поверхности подвергается действию сопротивления воздуха. А так как частицы воздуха оказывают значительно большее давление на головную часть, чем на хвостовую, они стремятся опрокинуть ее головной частью назад (рис. 18).

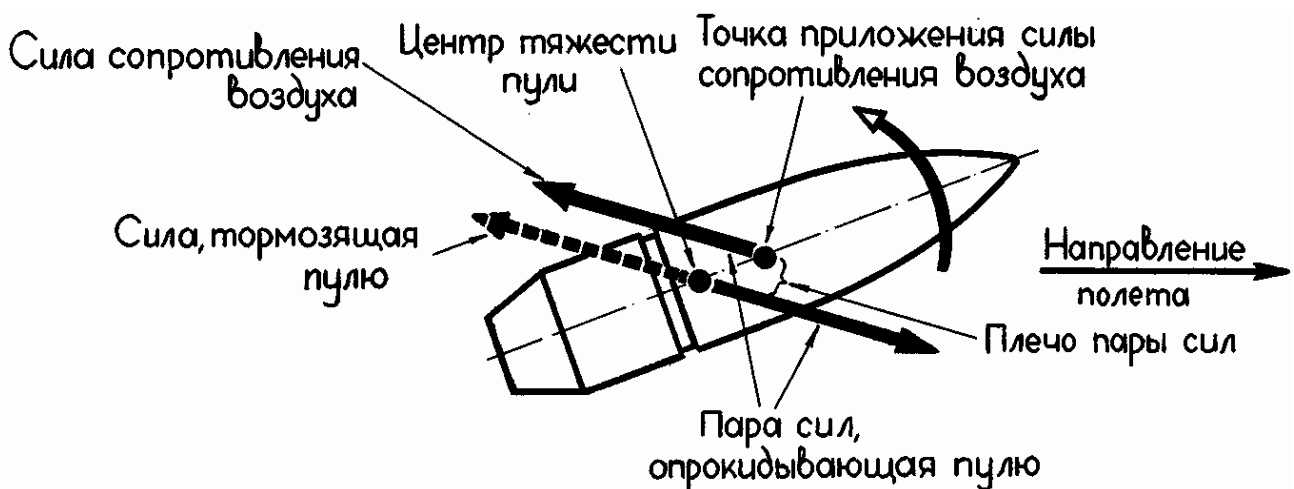


Рис. 18. Опрокидывающее действие силы сопротивления воздуха на летящую пулю.

Следовательно, сила сопротивления воздуха не только тормозит полет пули, но и стремится опрокинуть ее головную часть назад. И чем больше скорость пули и она длиннее, тем сильнее опрокидывающее действие воздуха. Вполне понятно, что при таком действии пуля в полете начнет кувыркаться (рис. 19). Подставляя потоку воздуха то одну, то другую сторону, она будет быстро терять скорость. В результате дальность полета будет небольшой, а кучность – неудовлетворительной.

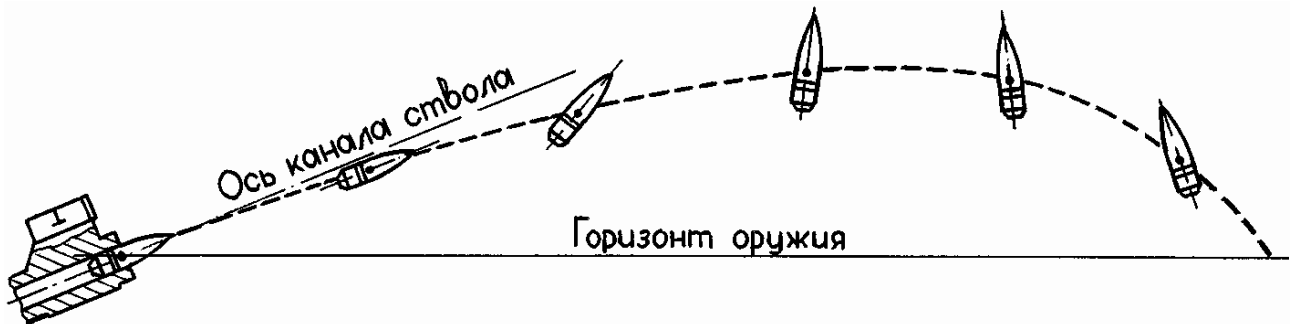


Рис. 19. полет не вращающейся продолговатой пули в воздухе.

Известно, что тело приобретает значительную устойчивость, если ему придать быстрое вращательное движение вокруг собственной оси. Примером устойчивости вращающегося тела может служить игрушка «волчок». Если придать ему быстрое вращательное движение вокруг своей оси, он будет устойчиво стоять на заостренном конце.

Чтобы пуля приобрела способность бороться с опрокидывающим действием силы сопротивления воздуха, сохраняла устойчивость в полете, ей также необходимо придать быстрое вращательное движение вокруг продольной оси. Пуля приобретает его благодаря винтообразным нареза́м в канале ствола оружия. Под действием давления пороховых газов пуля продвигается по каналу вперед, одновременно вращаясь вокруг своей продольной оси. По вылете из ствола она по инерции сохраняет полученное движение – поступательное и вращательное.

Не вдаваясь в подробности физических явлений, связанных с действием сил на тело, испытывающее сложное движение, необходимо все же сказать, что пуля в полете совершает правильные колебания и своей головной частью

описывает вокруг траектории окружности (рис. 20). При этом продольная ось пули как бы следит за траекторией, описывая вокруг нее коническую поверхность (рис. 21).

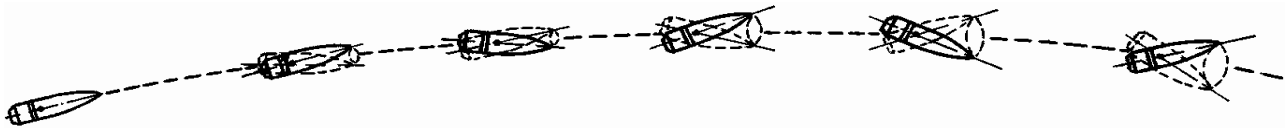


Рис. 20. Полет вращающейся пули в воздухе.

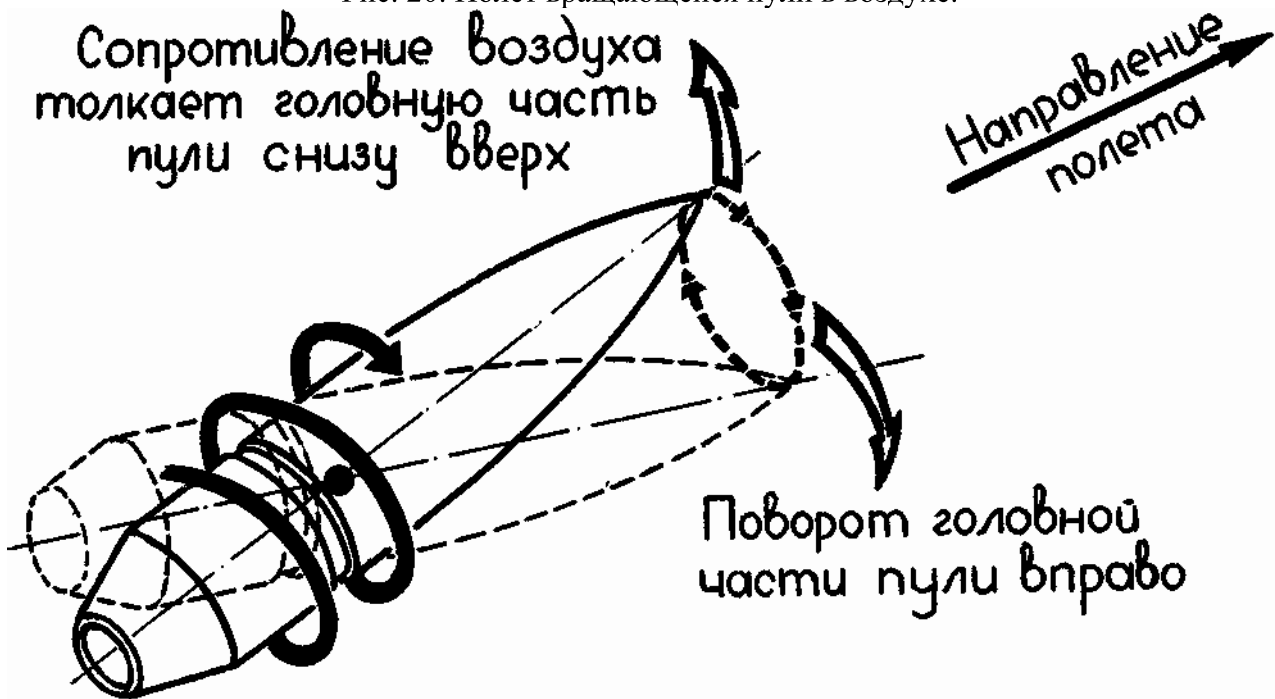


Рис. 21. В результате двух вращательных движений пули постепенно поворачивает головную часть вправо (в сторону вращения).

Если применить законы механики к летящей пуле, то станет очевидно, что чем больше скорость движения пули и чем она длиннее, тем сильнее воздух стремится опрокинуть ее. Поэтому патронам разного типа необходима различная скорость вращения. Так, легкая пуля, выпущенная из служебной винтовки, имеет скорость вращения 3604 об/сек, из АКМ – 3000 об/сек, а из малокалиберной винтовки – только 830 об/сек.

Однако вращательное движение пули, столь необходимое для придания ей устойчивости во время полета, имеет и свои отрицательные стороны.

На быстро вращающуюся пулю, как мы уже знаем, непрерывно оказывает опрокидывающее действие сила сопротивления воздуха, в связи с этим головная часть пули описывает вокруг траектории окружность. В

результате сложения этих двух вращательных движений возникает новое движение, отклоняющее ее головную часть в сторону от *плоскости стрельбы* (см. рис. 46). При этом одна боковая поверхность пули подвергается давлению частиц воздуха больше, другая меньше. Это и отклоняет пулю в сторону. Боковое отклонение вращающейся пули от плоскости стрельбы в сторону ее вращения называется *деривацией*.

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

При стрельбе на ближние и средние дистанции деривация не имеет большого практического значения. Так, при стрельбе на дистанцию 300 м деривационное отклонение равно 2 см, на дистанцию 600 м – 12 см, а на 900 м – 40 см. Деривацию нужно учитывать только при особо точной стрельбе на дальние расстояния, внося соответствующие поправки в установку прицела.

3.3. Элементы траектории.

Угол, образуемый горизонтом оружия и продолжением оси канала ствола до выстрела, называется *углом возвышения*.

Однако правильнее говорить о зависимости горизонтальной дальности стрельбы, а, следовательно, и формы траектории от *угла бросания*, который является алгебраической суммой *угла возвышения* и *угла вылета* (Рис.22).

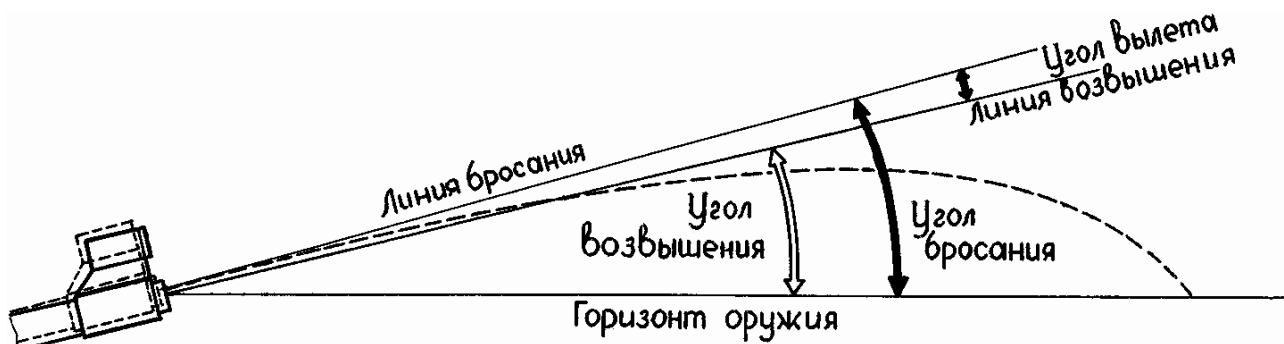


Рис. 22. Угол возвышения и угол бросания.

При изучении движения пули в воздухе применяются обозначения элементов траектории, указанные на рис. 23.

- **точка вылета** – центр дульного среза ствола, являющаяся началом траектории;
- **горизонт оружия** – горизонтальная плоскость, проходящая через точку вылета (на чертежах и рисунках, изображающих траекторию сбоку, горизонт имеет вид прямой горизонтальной линии);
- **линия возвышения** – прямая линия, являющаяся продолжением оси канала ствола наведенного в цель оружия;

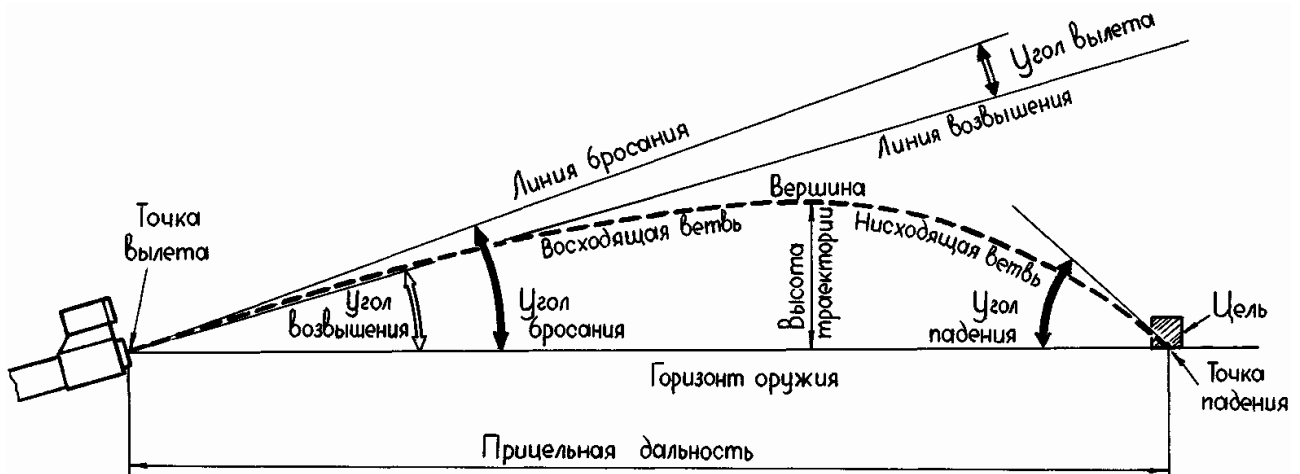


Рис 23. Траектория и ее элементы.

- **линия бросания** – прямая линия, являющаяся продолжением оси канала ствола в момент выстрела (является касательной к траектории в точке вылета);
- **плоскость стрельбы** – вертикальная плоскость, проходящая через линию возвышения;
- **угол возвышения** – угол, составленный линией возвышения и горизонтом оружия (при стрельбе, когда цель находится ниже стрелка этот угол – отрицательный и называется углом снижения);
- **угол бросания** – угол, составленный линией бросания и горизонтом оружия;
- **угол вылета** – угол, составленный линией возвышения и линией бросания;
- **точка падения** – точка пересечения траектории с горизонтом оружия;

- **угол падения** – угол, составленный касательной к траектории в точке падения и горизонтом оружия,
- **горизонтальная дальность** – расстояние от точки вылета до точки падения;
- **вершина траектории** – наивысшая точка траектории под горизонтом оружия (вершина делит траекторию на две части – ветви траектории);
- **восходящая ветвь траектории** – часть траектории от точки вылета до вершины;
- **нисходящая ветвь траектории** – часть траектории от вершины до точки падения;
- **высота траектории** – расстояние от вершины траектории до горизонта оружия.

3.4. Форма траектории и ее практическое значение.

Согласно законам механики, наибольшая горизонтальная дальность полета в безвоздушном пространстве достигается, когда угол бросания равен 45° . С увеличением угла от 0° до 45° дальность полета пули возрастает, а от 45° до 90° – уменьшается. Угол бросания, при котором горизонтальная дальность полета пули наибольшая, называется **углом наибольшей дальности**.

При полете пули в воздухе угол наибольшей дальности не достигает 45° . Величина его для современного стрелкового оружия колеблется в пределах 30° – 35° , в зависимости от веса и формы пули.

Траектории, образуемые при углах бросания меньше угла наибольшей дальности (0° – 35°), называются **настильными**. Траектории, образуемые при углах бросания больше угла наибольшей дальности (35° – 90°), называются **навесными** (Рис. 23).

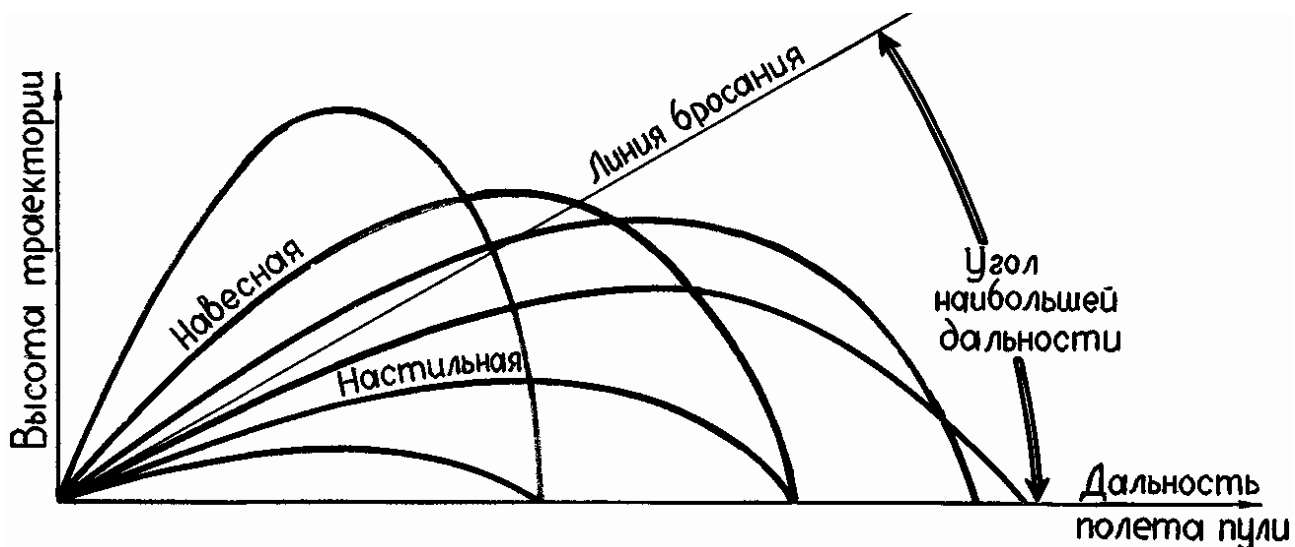


Рис. 23. Настильные и навесные траектории.

При стрельбе из одного и того же оружия можно получить две траектории с одинаковой горизонтальной дальностью: настильную и навесную. Траектории, имеющие одинаковую горизонтальную дальность при разных углах возвышения, называются *сопряженными*.

При стрельбе из стрелкового оружия используются 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 наибольшим ее превышением над линией прицеливания. При данной дальности траектория тем более настильна, чем меньше она поднимается над линией прицеливания.

Настильность траектории влияет на величину дальности *прямого выстрела, поражаемого, прикрытого и мертвого пространства*.

Выстрел, при котором траектория не поднимается над линией прицеливания выше цели на всем своем протяжении, называется *прямым выстрелом* (Рис. 24).



Рис. 24. Прямой выстрел из АКМ.

В пределах дальности прямого выстрела в напряженные моменты боя стрельба может вестись без перестановки прицела, при этом точка прицеливания по высоте, как правило, выбирается на нижнем краю цели.

Дальность прямого выстрела зависит от высоты цели и настильности траектории. Чем выше цель и чем настильнее траектория, тем больше дальность прямого выстрела и тем на большем протяжении местности цель может быть поражена с одной установки прицела. Это дает возможность ускорить поражение цели, упредить противника в ответном выстреле.

Дальность прямого выстрела можно определить по таблицам путем сравнения высоты цели с величинами наибольшего превышения траектории над линией прицеливания или с высотой траектории.

ПРИМЕР. Определить дальность прямого выстрела при стрельбе из автомата Калашникова (АКМ) по бегущему противнику (высота цели 150 см).

РЕШЕНИЕ. По таблице превышения средних траекторий над линией прицеливания путем сравнения высоты цели с наибольшими превышениями траекторий находим: при стрельбе на 600 м с прицелом «6» наибольшее превышение траектории (2,2 м) больше высоты цели, а на 500 м с прицелом «5» оно (129 см) меньше высоты цели. Следовательно, дальность прямого выстрела будет больше 500 м и меньше 600 м. Для определения, насколько дальность прямого выстрела больше 500 м, составим пропорцию: 100 м (600 – 500) увеличивают превышение на 0,91 м (2,2 – 1,29); цель выше наибольшего превышения на 400 м на 0,21 м (1,5 – 1,29). Отсюда, превышению цели, равному 0,19 м, соответствует увеличение дальности прямого выстрела на 23 м (100 ×

0,21/0,91). Дальность прямого выстрела по бегущей фигуре с прицелом «5» будет равна 523 м ($500 + 23$).

При стрельбе по целям, находящимся на расстоянии, большем дальности прямого выстрела, траектория вблизи ее вершины поднимается выше цели и цель на каком-то участке не будет поражаться при той же установке прицела. Однако около цели будет такое пространство (расстояние), на котором траектория не поднимается выше цели, и цель будет поражаться (в нашем примере от 450 м до 600 м). Расстояние на местности, на протяжении которого нисходящая ветвь траектории не превышает высоты цели, называется **поражаемым пространством (глубиной поражаемого пространства)**.

Глубина поражаемого пространства (Рис. 25) зависит от высоты цели (она будет тем больше, чем выше цель), от настильности траектории (она будет тем больше, чем настильнее траектория) и от угла наклона местности (на встречном скате она уменьшается, на обратном скате – увеличивается).

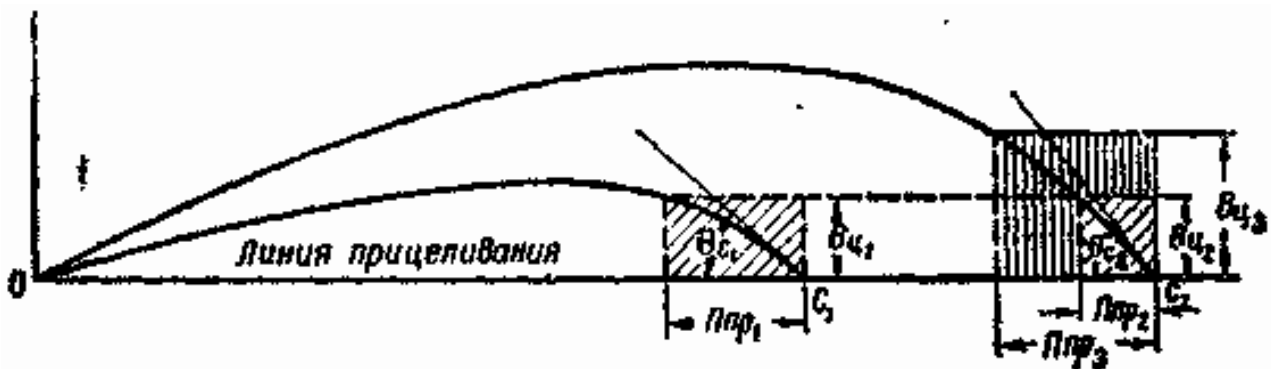


Рис 25. Зависимость глубины поражаемого пространства от высоты цели.

Глубину поражаемого пространства ($\Pi_{пр}$) можно определить по таблицам превышения траектории над линией прицеливания путем сравнения превышения нисходящей ветви траектории на соответствующую дальность стрельбы с высотой цели ($V_{ц}$).

ПРИМЕР. По таблице превышения траектории над линией прицеливания для АКМ находим: при стрельбе с прицелом «б» на 100 м превышение траектории над линией прицеливания равно 0,98 м; на 200 м – 1,8 м; на 300 м – 2,2 м; на 400 м – 2,1 м; на 500 м – 1,4 м; на 600 – 0. Следовательно, при

стрельбе с прицелом «б» на дальностях от 180 м до 450 м пуля будет перелетать через голову бегущего противника.

Поражаемое пространство в некоторой степени компенсирует ошибки, допускаемые при выборе прицела, и позволяет округлить примерное расстояние до цели в большую сторону.

Пространство за укрытием, непробиваемым пулей, от его гребня до точки встречи называется *прикрытым пространством* (Рис. 26).



Рис. 26. Прикрытое, мертвое и поражаемое пространство

Прикрытое пространство будет тем больше, чем больше высота укрытия и чем настильнее траектория. Часть прикрытого пространства, на котором цель не может быть поражена при данной траектории, называется *мертвым (не поражаемым) пространством*. Мертвое пространство будет тем больше, чем больше высота укрытия, меньше высота цели и настильнее траектория. Другую часть прикрытого пространства, на которой цель может быть поражена, составляет поражаемое пространство.

Глубину прикрытого пространства ($\Pi_{п}$) можно определить по таблицам превышения траекторий над линией прицеливания. Путем подбора отыскивается превышение, соответствующее высоте укрытия и дальности до него. После нахождения превышения определяется соответствующая ему установка прицела и дальность стрельбы. Разница между определенной дальностью стрельбы и дальностью до укрытия представляет собой величину глубины прикрытого пространства.

Глубина мертвого пространства ($M_{пр}$) равна разности прикрытого и поражаемого пространства.

ПРИМЕР. Определить глубину прикрытого, поражаемого и мертвого пространства при стрельбе из АКМ по бегущему противнику (высота цели 1,5 м.) за укрытием высотой 3 м. Расстояние до укрытия 300 м.

РЕШЕНИЕ. 1. По таблице превышения траекторий над линией прицеливания путем подбора находим, что на расстоянии 300 м превышению 3 м соответствует траектория с прицелом «7» (дальность стрельбы 700 м).

2. Глубина прикрытого пространства: $P_n = 700 - 300 = 400$ м.

3. По таблице превышения траекторий определяем глубину поражаемого пространства (P_{np}) при стрельбе с прицелом «7», она равна 75 м.

4. Глубина мертвого пространства: $M_{np} = P_n - P_{np} = 400 - 75 = 325$ м.

Знание величины прикрытого и мертвого пространства позволяет правильно использовать укрытия для защиты от огня противника, а также принимать меры для уменьшения мертвых пространств путем правильного выбора огневых позиций и обстрела целей из оружия с более навесной траекторией.

3.5. Прицеливание (наводка оружия).

Для того чтобы пуля долетела до цели и попала в нее или желаемую точку на ней, перед выстрелом необходимо придать оси канала ствола определенное положение в пространстве (в горизонтальной и вертикальной плоскости).

Придание оси канала ствола оружия необходимого для стрельбы положения в пространстве называется **прицеливанием или наводкой**.

Наводка осуществляется с помощью прицельных приспособлений и механизмов наводки и выполняется в два этапа.

Вначале на оружии с помощью прицельных приспособлений строится схема углов, соответствующая расстоянию до цели и поправкам на различные условия стрельбы (**первый этап наводки**).

Затем с помощью механизмов наведения совмещается построенная на оружии схема углов со схемой, определенной на местности (**второй этап**).

Если горизонтальная и вертикальная наводка производится непосредственно по цели или по вспомогательной точке вблизи от цели, то такая наводка называется *прямой*.

При стрельбе из стрелкового оружия применяется прямая наводка, выполняемая с помощью одной прицельной линии.

Прямая линия, соединяющая середину прорези прицела с вершиной мушки, называется *прицельной линией*.

Для осуществления наводки оружия с помощью открытого прицела необходимо предварительно, путем перемещения целика (прорези прицела) придать прицельной линии такое положение, при котором между этой линией и осью канала ствола образуется в вертикальной плоскости угол прицеливания, соответствующий расстоянию до цели, а в горизонтальной плоскости – угол, равный боковой поправке, зависящей от скорости бокового ветра, деривации или скорости бокового движения цели.

Затем путем направления прицельной линии в цель (изменяя положение ствола с помощью механизма наводки или перемещением самого оружия руками) придать оси канала ствола необходимое перемещение в пространстве.

В оружии, имеющем постоянную установку целика (например, пистолет Макарова), требуемое положение оси канала ствола в вертикальной плоскости придается путем выбора точки прицеливания, соответствующей расстоянию до цели, и направления прицельной линии в эту точку.

В оружии, имеющем неподвижную в боковом направлении прорезь прицела (например, у АК), требуемое положение оси канала ствола в горизонтальной плоскости придается путем выбора точки прицеливания, соответствующей боковой поправке, и направления в нее прицельной линии.

При изучении прицеливания применяют следующие обозначения элементов наводки оружия в цель (Рис. 27):

- линия прицеливания – прямая, проходящая от глаза стрелка через прорезь прицела и вершину мушки в точку прицеливания (является продолжением прицельной линии);

- точка прицеливания – точка пересечения линии прицеливания с целью (или плоскостью цели, при выносе точки прицеливания);
- угол прицеливания – угол, составленный линией прицеливания и линией возвышения;
- угол места цели – угол, составленный линией прицеливания и горизонтом оружия (если цель находится выше горизонта оружия, то угол будет иметь положительное значение, если ниже – отрицательное);
- угол возвышения – алгебраическая сумма углов прицеливания и угла места цели.

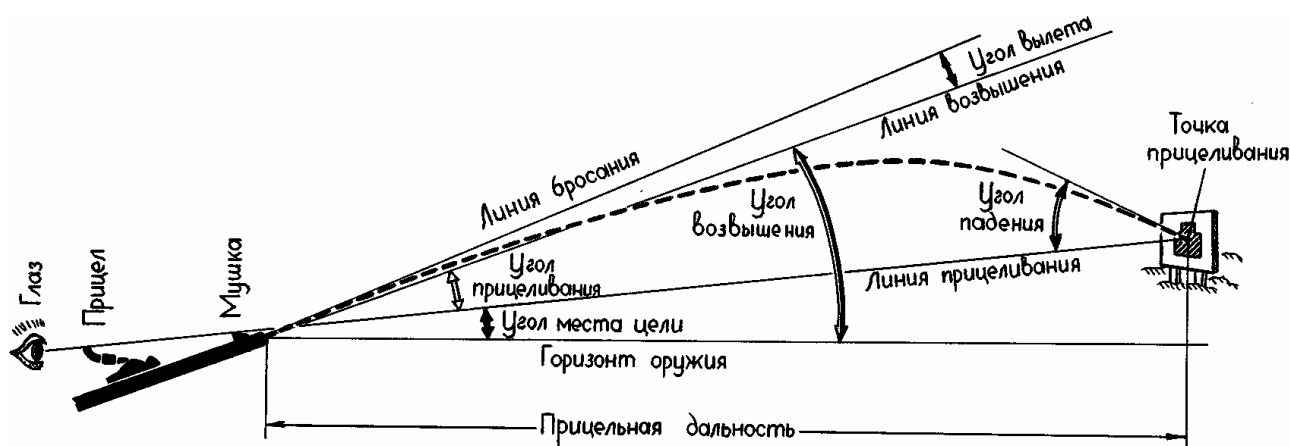


Рис. 27. Элементы наводки оружия в цель.

Прицельной линией в оптическом прицеле является прямая, проходящая через вершину прицельного «пенька» и центр объектива (Рис. 28).

Для осуществления наводки с помощью оптического прицела необходимо предварительно с помощью механизмов прицела придать прицельной линии (каретке с сеткой прицела, на которой нанесен прицельный пенек или угольник) такое положение, при котором между этой линией и осью канала ствола образуется в вертикальной плоскости угол, равный углу прицеливания, а в горизонтальной плоскости угол, равный боковой поправке. Затем путем изменения положения оружия нужно совместить прицельную линию с целью, при этом оси канала ствола придается требуемое положение в пространстве.

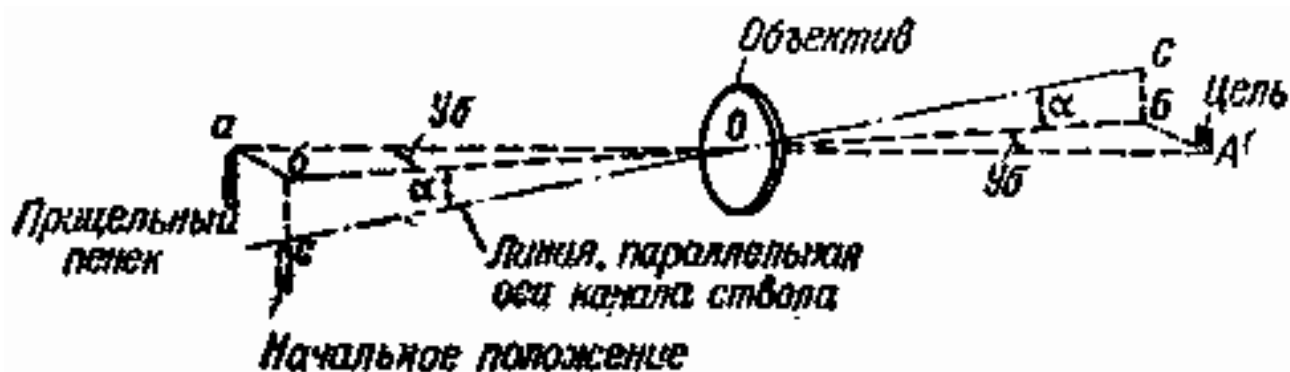


Рис. 28. Прицеливание (наводка) с помощью оптического прицела.

3.6. Зависимость формы траектории от величины начальной скорости пули, ее формы и поперечной нагрузки.

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

Влияние начальной скорости. Если под одним и тем же углом бросания выпустить с различными начальными скоростями две одинаковые пули, то траектория пули, обладающей большей начальной скоростью, окажется выше траектории пули, имевшей меньшую начальную скорость (рис. 29).

Пуле, летящей с меньшей начальной скоростью, потребуется больше времени, чтобы долететь до мишени, поэтому под действием силы тяжести она успеет и значительно больше опуститься вниз. Очевидно также, что с увеличением скорости увеличится и дальность ее лёта.

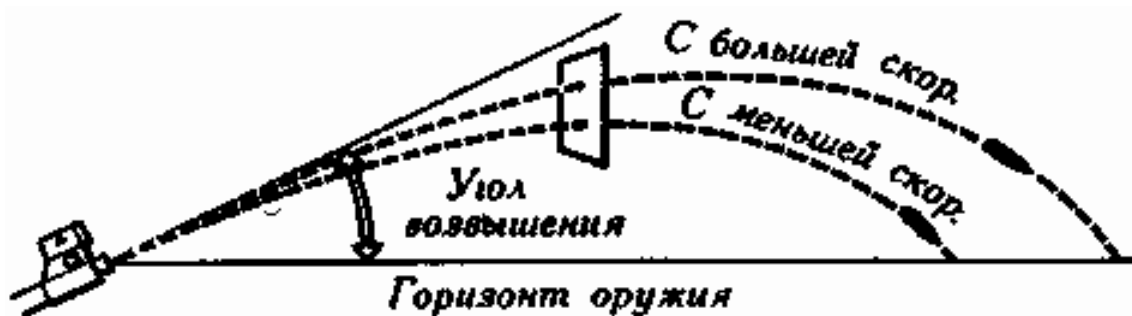


Рис. 29. Зависимость высоты траектории и дальности полета пули от начальной скорости.

Влияние формы пули. Стремление увеличить дальность и меткость стрельбы требовало придать пуле такую форму, которая позволила бы ей как можно дольше сохранять скорость и устойчивость в полете.

Сгущение частиц воздуха перед головной частью пули и зона разреженного пространства позади нее являются основными факторами силы сопротивления воздуха. Головная волна, резко увеличивающая торможение пули, возникает при ее скорости, равной скорости звука или превышающей ее (свыше 340 м/сек). Если скорость пули меньше скорости звука, то она летит у самого гребня звуковой волны, не испытывая чрезмерно большого сопротивления воздуха. Если же она больше скорости звука, пуля обгоняет все звуковые волны, образующиеся перед ее головной частью. В этом случае возникает головная баллистическая волна, которая значительно сильнее тормозит полет пули, отчего она быстро теряет скорость.

Если взглянуть на очертания головной волны и завихрения воздуха, которые возникают при движении различных по форме пуль (рис. 30), то видно, что давление на головную часть пули тем меньше, чем острее ее форма. Зона разреженного пространства сзади пули тем меньше, чем больше скошена хвостовая ее часть. В этом случае сзади летящей пули будет также возникать меньше завихрений.

И теория, и практика подтвердили, что наиболее удобообтекаема та форма пули, которая очерчена по так называемой кривой наименьшего сопротивления – сигаровидная. Опыты показывают, что коэффициент сопротивления воздуха в зависимости только от формы головной части пули может изменяться в полтора – два раза.

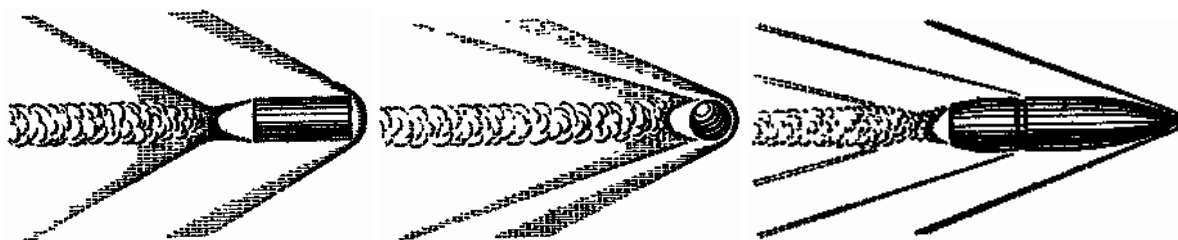


Рис. 30. Характер очертаний головной волны, возникающей

при движении различных по форме пуль.

Различной скорости полета соответствует своя, наиболее выгодная, форма пули. При стрельбе, на небольшие расстояния пулями, имеющими, небольшую начальную скорость, их форма незначительно влияет на форму траектории. Поэтому револьверные, пистолетные и малокалиберные патроны снаряжаются тупоконечными пулями: это удобнее для перезарядки оружия, а также способствует сохранению ее от повреждений (особенно безоболочечных – к малокалиберному оружию).

Учитывая 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.

Влияние поперечной нагрузки. Чем тяжелее пуля, тем большей кинетической энергией она обладает, следовательно, тем меньше влияет на ее полет сила сопротивления воздуха. Однако способность пули сохранять свою скорость зависит не просто от ее веса, а от отношения веса к площади, встречающей сопротивление воздуха. Отношение веса пули к площади ее наибольшего поперечного сечения называется поперечной нагрузкой (рис. 31).

Поперечная нагрузка тем больше, чем больше вес пули и меньше калибр. Следовательно, при одинаковом калибре поперечная нагрузка больше у пули более длинной. Пуля с большей поперечной нагрузкой имеет и большую дальность полета, и более отлогую траекторию (рис. 32).

Однако есть и определенный предел увеличения этой нагрузки. Прежде всего, с увеличением ее (при том же калибре) возрастает общий вес пули, а значит, и отдача оружия.



Рис. 31. Площадь поперечного сечения пули:
а – к 7,62-мм АКМ; *б* – 5,45-мм АК – 74; *в* – к 9-мм ПМ; *г* – к 5,45-мм ПСМ;
д – к 5,6-мм спортивному пистолету (длинный патрон).

Кроме того, увеличение поперечной нагрузки за счет чрезмерного удлинения пули вызовет значительное опрокидывающее действие головной ее части назад силой сопротивления воздуха. Из этого и исходят, устанавливая наиболее выгодные габариты современных пуль.

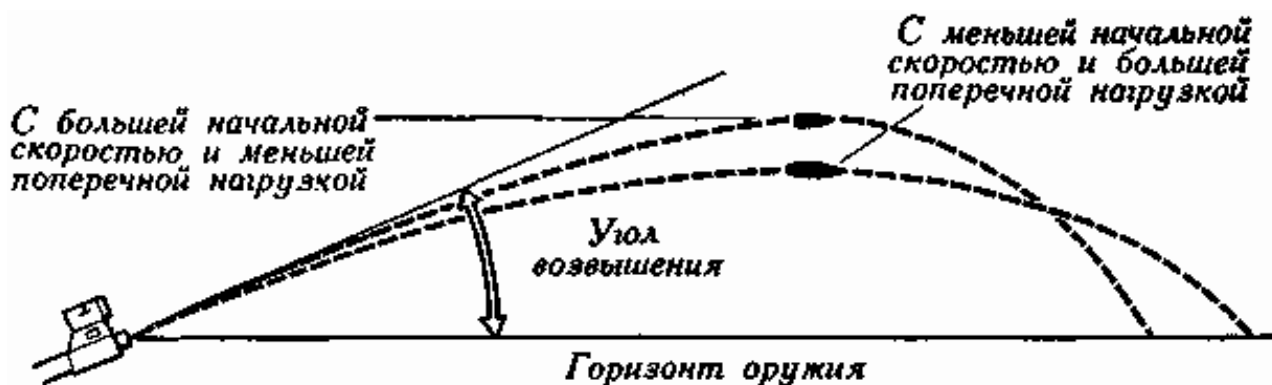


Рис. 32. Влияние поперечной нагрузки пули на дальность ее полета.

Так, поперечная нагрузка тяжелой пули (вес 11,75 г) для служебной винтовки равна 26 г/см^2 , малокалиберной пули (вес 2,6 г) – $10,4 \text{ г/см}^2$.

Насколько велико влияние поперечной нагрузки пули на ее полет, видно из следующих данных: у тяжелой пули, имеющей начальную скорость порядка 770 м/сек, наибольшая дальность полета 5100 м, у легкой пули при начальной скорости 865 м/сек – всего 3400 м.

3.7. Влияние условий стрельбы на полет пули и их учет.

Табличные данные траектории соответствуют нормальным условиям стрельбы. За нормальные (табличные) условия приняты следующие:

а) метеорологические условия:

- атмосферное давление на горизонте оружия 750 мм рт.ст.;
- температура воздуха на горизонте оружия $+ 15^\circ \text{C}$;
- относительная влажность воздуха 50 %;
- ветер отсутствует.

б) баллистические условия:

- вес пули, начальная скорость и угол вылета равны значениям, указанным в таблицах стрельбы;
 - температура заряда + 15° С;
 - форма пули соответствует установленному чертежу;
 - высота мушки установлена по данным приведения оружия к нормальному бою;
 - высоты (деления) прицела соответствуют табличным углам прицеливания;
- в) топографические условия:
- цель находится на горизонте оружия;
 - боковой наклон оружия отсутствует.

При отклонении условий стрельбы от нормальных может возникнуть необходимость определения и учета поправок дальности и направления стрельбы.

С увеличением атмосферного давления плотность воздуха увеличивается, а вследствие этого увеличивается сила сопротивления воздуха, уменьшается дальность полета пули. И, наоборот, с уменьшением давления воздуха дальность полета пули увеличивается. При повышении местности на каждые 100 м атмосферное давление понижается в среднем на 9 мм рт.ст.

При стрельбе из стрелкового оружия на равнинной местности поправки дальности на изменение атмосферного давления незначительные и не учитываются. В горных условиях при высоте местности над уровнем моря 2000 м и более эти поправки необходимо учитывать.

Так, например, при стрельбе из АКМ в горах на дальность свыше 400 м, если высота местности над уровнем моря превышает 2000 м, прицел, соответствующий дальности до цели следует уменьшать на 1 деление; если высота местности над уровнем моря меньше 2000 м, прицел не уменьшать, а точку прицеливания выбирать на нижнем краю цели.

Кроме того, при стрельбе в горах стрелок и цель очень часто находятся на разных высотах над уровнем моря. Поэтому угол места цели (Рис. 27) не равен

нулю. При стрельбе под небольшими углами места цели (до $\pm 15^\circ$) дальность полета пули изменяется незначительно и в прицеливании не учитывается. При стрельбе под большими углами прицеливания необходимо вносить поправку в прицел.

Так при стрельбе снизу вверх или сверху вниз на дальностях свыше 400 м и углах места цели до $\pm 30^\circ$ точку прицеливания следует выбирать на нижнем краю цели, а при углах места цели свыше $\pm 30^\circ$ прицел, соответствующей дальности до цели уменьшать на 1 деление.

ПРИМЕР. Определить прицел и точку прицеливания при стрельбе из АКМ при дальности до цели 500 м. Высота местности над уровнем моря 2100 м. Угол места цели (-32°). Цель – ростовая фигура.

РЕШЕНИЕ. При соответствующей дальности в нормальных условиях По 5. Прицел с учетом поправок (P_n) на высоту местности и на угол места цели: $P_n = 5 - 1 - 1 = 3$, при этом точкой прицеливания является середина фигуры.

При повышении температуры плотность воздуха уменьшается, поэтому уменьшается сила сопротивления воздуха и увеличивается дальность полета пули. Наоборот, с понижением температуры плотность и сила сопротивления воздуха увеличиваются, а дальность полета пули уменьшается. При этом дальность полета пули в летних условиях увеличивается незначительно, поэтому вносить поправки в прицел и в положение точки прицеливания не следует. При низких температурах зимой на расстояниях свыше 400 м дальность полета пули уменьшается значительно (на 50 – 100 м). Поэтому при температуре воздуха ниже -15°C точку прицеливания нужно выбирать на верхнем краю цели, а при температуре ниже -25°C увеличивать прицел на одно деление.

Изменение влажности воздуха оказывает незначительное влияние плотности воздуха и, следовательно, на дальность полета пули, поэтому оно учитывается только при особо точной стрельбе на большие расстояния (свыше 600 м).

Продольный (попутный или встречный) ветер на полет пули оказывает незначительное влияние, и в практике стрельбы из стрелкового оружия поправки на такой ветер не вводятся.

Боковой ветер оказывает давление на боковую поверхность пули и отклоняет ее в сторону от плоскости стрельбы: ветер справа отклоняет пулю в левую сторону, ветер слева – в правую сторону. Поправка на боковой ветер учитывается выносом точки прицеливания в фигурах цели, при этом отсчет выноса точки прицеливания производится от середины цели в ту сторону, откуда дует ветер. Величина поправок (P_{ϕ}) на боковой умеренный ветер (скорость ветра 4 м/с) в фигурах может быть определена по формуле $P_{\phi} = \frac{P-1}{2}$, где P – прицел соответствующий дальности до цели. Поправки при сильном ветре (скорость 8 м/сек.), дующем под прямым углом к направлению стрельбы, необходимо увеличивать в 2 раза, а при слабом ветре (скорость 2 м/сек.) или при умеренном ветре, дующем под острым углом к направлению стрельбы – уменьшать в 2 раза.

ПРИМЕР. Определить поправку в фигурах на сильный ветер, дующий под углом 40° к направлению стрельбы, слева, при дальности стрельбы 400 м.

РЕШЕНИЕ. Прицел, соответствующий дальности в нормальных условиях P_0 «4». Поправка $P_{\phi} = \frac{4-1}{2} = 1,5$ фигуры увеличивается в два раза с учетом сильного ветра и уменьшается в два раза с учетом ветра, дующего под острым углом. Следовательно, точка прицеливания выносится влево от центра цели на 1,5 фигуры.

3.8. Влияние движения цели на точность стрельбы.

При стрельбе по движущейся цели необходимо учитывать направление и скорость ее движения. Если наводка оружия осуществлялась непосредственно в цель, то за время полета пули цель переместится на некоторое расстояние, и пуля пролетит мимо нее.

При движении цели на стреляющего или от него на расстоянии, не превышающем дальности прямого выстрела, огонь ведется с установкой прицела, соответствующей дальности прямого выстрела. На расстояниях, превышающих дальность прямого выстрела, огонь ведется с установкой прицела, соответствующей тому расстоянию, на котором цель при движении может оказаться в момент открытия огня.

При стрельбе по цели, движущейся под углом к плоскости стрельбы, точку прицеливания необходимо выбирать впереди цели и на таком расстоянии от нее, чтобы за время полета пули цель продвинулась на это расстояние. Расстояние, на которое перемещается цель за время полета пули до нее, называется *упреждением*. Упреждение на движение цели берется в фигурах или в метрах. Для определения упреждения (P_y) в фигурах при стрельбе по цели, движущейся под углом 90° к плоскости стрельбы со скоростью 3 м/сек. (около 10 км/час – скорость бегущего человека) можно пользоваться правилом: $P_y = P$, где P – прицел, соответствующий дальности до цели.

Огонь по цели, движущейся под углом к плоскости стрельбы, ведется способом *сопровождения* цели или способом *выжидания* цели.

При ведении огня способом сопровождения цели стрелок перемещая оружие в сторону движения цели, в момент наиболее правильной наводки производит выстрел (очередь). При ведении огня способом выжидания цели стрелок прицеливается в точку, выбранную впереди цели, и с подходом цели к этой точке на величину полутора – двух упреждений, производит длинную очередь.

При движении цели под острым углом к плоскости стрельбы упреждение уменьшается в два раза, а при движении цели с большей или меньшей скоростью, чем 3 м/сек., соответственно увеличивается или уменьшается.

ПРИМЕР. Определить упреждение в фигурах и высоту точки прицеливания при стрельбе по ростовой фигуре движущейся со скоростью 1,5 м/сек. справа налево на расстоянии 300 м от стрелка.

РЕШЕНИЕ. Прицел, соответствующий дальности «3». Упреждение $P_{\phi} - 3/2 = 1,5$ фигуры. Точка прицеливания выбирается левее цели на 1,5 фигуры, при установке прицела «3» на уровне середины цели, при установке прицела «5» – на уровне нижнего края цели.

4. РАССЕЙВАНИЕ ПУЛЬ ПРИ СТРЕЛЬБЕ

4.1. Явление рассеивания.

При стрельбе из одного и того же оружия при самом тщательном соблюдении точности и однообразия производства выстрелов каждая пуля вследствие ряда случайных причин описывает свою траекторию и имеет свою точку падения (точку встречи), не совпадающую с другими, вследствие чего происходит разбрасывание пуль.

Явление разбрасывания пуль при стрельбе из одного и того же оружия в практически одинаковых условиях называется *естественным рассеиванием* пуль или *рассеиванием траекторий*.

Совокупность траекторий пуль, полученных вследствие их естественного рассеивания, называется *снопом траекторий* (рис. 33). Траектория, проходящая в середине снопа траекторий, называется *средней траекторией*. Табличные и расчетные данные относятся к средней траектории.

Точка пересечения средней траектории с поверхностью цели называется *средней точкой попадания* (СТП) или *центром рассеивания*.

Площадь, на которой располагаются точки встречи (пробоины) пуль, полученные при пересечении снопа траекторий с какой-либо плоскостью, называется *площадью рассеивания*.

Площадь рассеивания обычно имеет форму эллипса. При стрельбе из стрелкового оружия на близкие расстояния площадь рассеивания в вертикальной плоскости может иметь форму круга.

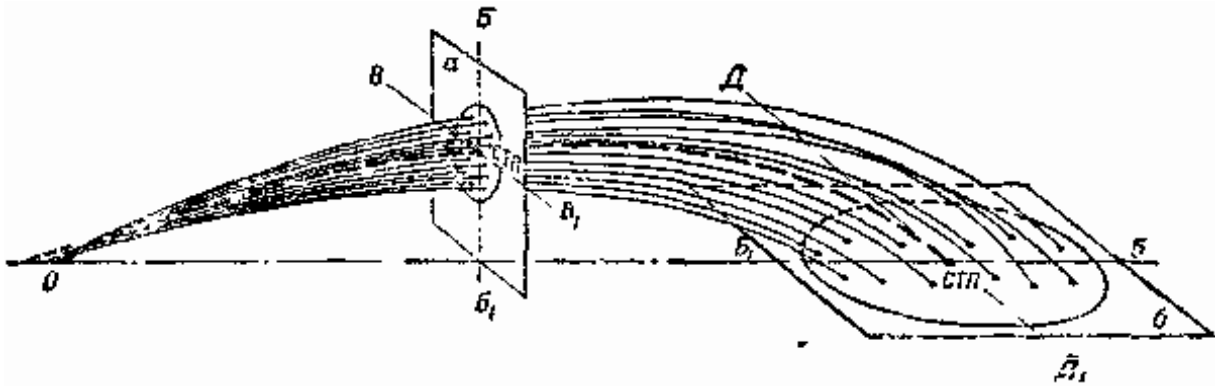


Рис. 33. Сноп траекторий, площадь рассеивания, ось рассеивания:
а – на вертикальной плоскости; *б* – на горизонтальной плоскости; средняя траектория обозначена пунктирной линией; СТП – средняя точка попадания; $ВВ_1$ – ось рассеивания по высоте; $ББ_1$ – ось рассеивания по боковому направлению; $ДД_1$ – ось оассеивания по дальности.

Взаимно перпендикулярные линии, проведенные через центр рассеивания (среднюю точку попадания) так, чтобы одна из них совпадала с направлением стрельбы, называются **осями рассеивания**.

Кратчайшие расстояния от точек встречи (пробоин) до осей рассеивания называются **отклонениями**.

4.2. Причины рассеивания.

Причины, вызывающие рассеивание пуль, могут быть сведены в три большие группы:

- причины, вызывающие разнообразие начальных скоростей;
- причины, вызывающие разнообразие углов бросания и направления стрельбы;
- причины, вызывающие разнообразие условий полета пули.

Причинами, вызывающими разнообразие начальных скоростей пуль, являются:

- разнообразие в весе пороховых зарядов и пуль, в форме и размерах пуль и гильз, в качестве пороха, в плотности заряжания и т.д., как результат неточностей (допусков) при их изготовлении;

- разнообразие температур зарядов, зависящее от температуры воздуха и неодинакового времени нахождения патрона в нагретом при стрельбе стволе;
- разнообразие в степени нагрева и в качественном состоянии ствола.

Эти причины ведут к колебанию в начальных скоростях, а, следовательно, и в дальностях полета пуль, т.е. приводят к рассеиванию пуль по дальности (высоте) и зависят в основном от боеприпасов и оружия.

Причинами, вызывающими разнообразие углов бросания и направления стрельбы, являются:

- разнообразие в горизонтальной и вертикальной наводке оружия (ошибки в прицеливании);
- разнообразие углов вылета и боковых смещений оружия, получаемое в результате неоднобразной изготовления к стрельбе, неустойчивого и неоднобразного удержания автоматического оружия, особенно во время стрельбы очередями, неправильного использования упоров и неплавного спуска курка;
- угловые колебания ствола при стрельбе автоматическим огнем, возникающие вследствие движения и ударов подвижных частей и отдачи оружия.

Эти причины приводят к рассеиванию пуль по боковому направлению и дальности (высоте), оказывают наибольшее влияние на величину площади рассеивания и в основном зависят от выучки стреляющего.

Причинами, вызывающими разнообразие условий полета пули, являются:

- разнообразие в атмосферных условиях, особенно в направлении и скорости ветра между выстрелами (очередями);
- разнообразие в весе, форме и размерах пуль, приводящее к изменению величины силы сопротивления воздуха.

Эти причины приводят к увеличению рассеивания по боковому направлению и по дальности (высоте) и в основном зависят от внешних условий стрельбы и от боеприпасов.

При каждом выстреле в разном сочетании действуют все три группы причин. Это приводит к тому, что полет каждой пули происходит по траектории, отличной от траектории других пуль.

Устранить полностью причины, вызывающие рассеивание, а следовательно, устранить и само рассеивание пуль 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.

Уменьшение рассеивания пуль достигается отличной выучкой стреляющего, тщательной подготовкой оружия и боеприпасов к стрельбе, умелым применением правил стрельбы, правильной изготовкой к стрельбе, однообразной прикладкой, точной наводкой (прицеливанием), плавным спуском курка, устойчивым и однообразным удержанием оружия при стрельбе, а также надлежащим уходом за оружием и боеприпасами.

4.3. Закон рассеивания.

При большом числе выстрелов (более 20) в расположении точек встречи на площади рассеивания наблюдается определенная закономерность. Рассеивание пуль подчиняется нормальному закону случайных ошибок, который в отношении к рассеиванию пуль называется *законом рассеивания*. Этот закон характеризуется следующими тремя положениями (рис. 34):

1. Точки встречи (пробоины) на площади рассеивания располагаются неравномерно – гуще к центру рассеивания и реже к краям площади рассеивания.

2. На площади рассеивания можно определить точку, являющуюся центром рассеивания (среднюю точку попадания) относительно которой распределение точек встречи (пробоин) *симметрично*. Число точек встречи по обе стороны от осей рассеивания, заключающихся в равных по абсолютной величине пределах (полосах), одинаково, и каждому отклонению от оси

рассеивания в одну сторону отвечает такое же по величине отклонение в противоположную сторону.

3. Точки встречи (пробоины) в каждом частном случае занимают не беспредельную, а ограниченную площадь.

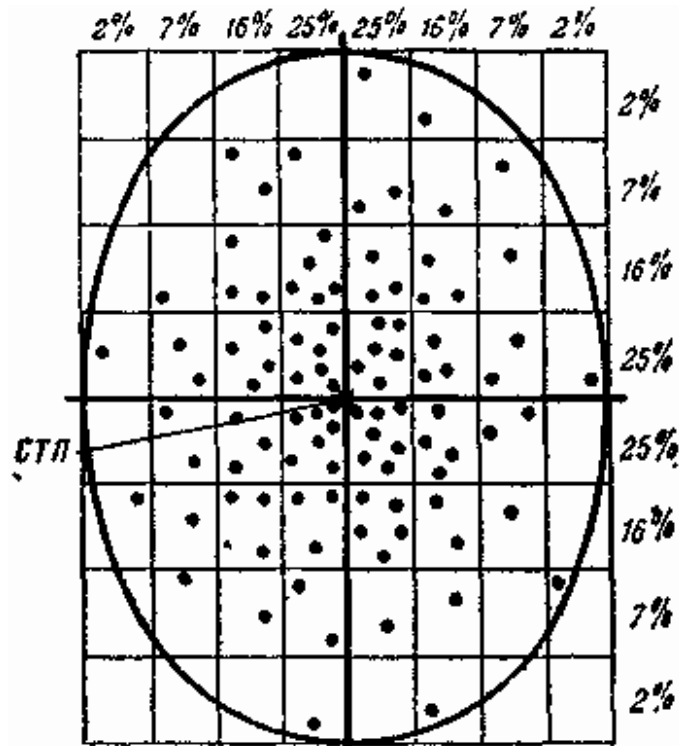


Рис. 34. Закономерность рассеивания.

Таким образом, закон рассеивания в общем виде можно сформулировать так: *при достаточно большом числе выстрелов, произведенных в практически одинаковых условиях, рассеивание пуль неравномерно, симметрично и не беспредельно.*

4.4. Определение средней точки попадания.

При малом числе пробоин (до 5) положение средней точки попадания можно определить способом последовательного деления отрезков (рис. 35). Для этого необходимо:

- соединить прямой две пробоины и расстояние между ними разделить пополам;

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

По четырем пробойнам среднюю точку попадания можно определить еще так: рядом лежащие пробойны соединить попарно, середины обеих прямых снова соединить и полученную линию разделить пополам; точка деления и будет средней точкой попадания.

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

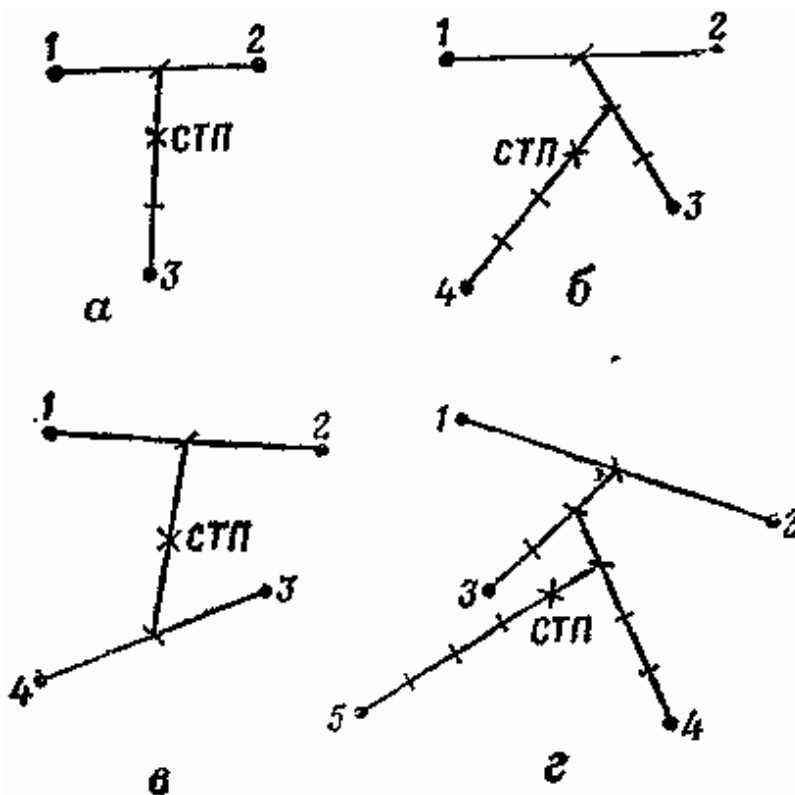


Рис. 35. Определение положения средней точки попадания способом последовательного деления отрезков: а – по трем; б и в – по четырем; г – по пяти пробойнам.

При большом числе пробойн на основании симметричности рассеивания средняя точка попадания определяется способом проведения осей рассеивания (рис. 36). Для этого нужно:

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

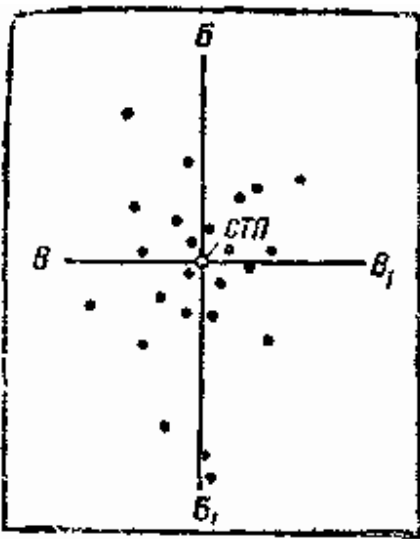
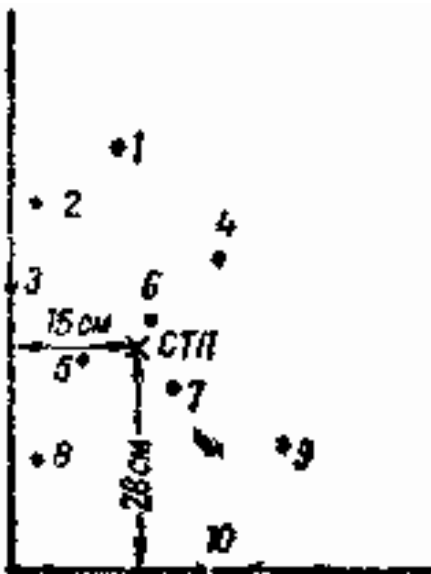


Рис. 36. Определение положения средней точки попадания способом проведения осей рассеивания:
 ВВ₁ – ось рассеивания по высоте;
 ББ₁ – ось рассеивания по боковому направлению.

Среднюю точку попадания можно также определить способом вычисления (расчета). Для этого необходимо (рис. 37):



№ пробойн	Расстояние в см от пробойн до	
	вертикальной линии	горизонтальной линии
1	13	52
2	3	44
3	0	35
4	27	39
5	8	27
6	17	33
7	20	22
8	3	/3
9	35	15
10	24	0
Сумма, деленная на число пробойн	$\frac{150}{10} = 15$	$\frac{280}{10} = 28$

Рис. 37. Определение положения средней точки попадания способом вычисления (расчета).

- провести через левую (правую) пробоину вертикальную линию, измерить кратчайшее расстояние от каждой пробоины до этой линии, сложить все расстояния от вертикальной линии и разделить сумму на число пробоин;
- провести через нижнюю (верхнюю) пробоину горизонтальную линию, измерить кратчайшее расстояние от каждой пробоины до этой линии, сложить все расстояния от горизонтальной линии и разделить сумму на число пробоин.

Полученные числа определяют удаление средней точки попадания от указанных линий.

4.5. Меры рассеивания и зависимость между ними.

В любых условиях стрельбы закономерность рассеивания остается неизменной, но величина площади рассеивания изменяется в зависимости от выучки стреляющего, вида оружия, боеприпасов, прицельных приспособлений, положения для стрельбы, дальности стрельбы, метеорологических и других условий стрельбы.

Для измерения величины площади рассеивания, сравнения рассеивания пуль разных видов оружия, а также для оценки рассеивания пуль одного и того же оружия при различных условиях стрельбы могут применяться следующие меры (единицы измерения) рассеивания: *срединное отклонение, сердцевинная полоса и радиус круга, вмещающего лучшую половину попаданий* или *все попадания*.

Срединным отклонением называется такое отклонение, которое в ряду всех отклонений, выписанных по абсолютной величине в возрастающем или убывающем порядке, занимает среднее место.

Срединное отклонение является основной мерой рассеивания. Оно обычно обозначается: V_d – срединное отклонение по дальности; V_B – срединное отклонение по высоте; V_6 – срединное отклонение по боковому направлению.

Для определения величины срединного отклонения по одному из направлений необходимо выписать все отклонения в ряд в возрастающем или убывающем порядке по абсолютной величине. Отклонение, стоящее посередине этого ряда, и будет являться срединным отклонением.

Если ряд всех отклонений состоит из четного числа отклонений, то для определения величины срединного отклонения нужно взять два отклонения, стоящие посередине, и разделить сумму их абсолютных величин на два.

ПРИМЕР. Шести пробоинам отвечают следующие величины отклонений от оси рассеивания по высоте: выше оси рассеивания + 15; + 25; + 70 см; ниже ее – 10; – 40; – 60 см. Определить срединное отклонение по высоте (V_B).

РЕШЕНИЕ. Выписав по абсолютной величине все отклонения в возрастающем порядке, получим: 10; 15; 25; 40; 60; 70 см.

$$V_6 = \frac{25 + 40}{2} = 32,5 \text{ см}$$

Действительно, отклонение 32,5 см больше каждого из первых трех отклонений и меньше каждого из последних трех отклонений.

Примечание. При небольшом числе измерений определение величины срединного отклонения таким способом не обеспечивает необходимой точности, так как получение одного добавочного отклонения может значительно изменить величину срединного отклонения для одного и того же способа стрельбы.

ПРИМЕР. Если к ряду отклонений, указанных в предыдущем примере, добавить еще одно отклонение, равное 80 см, то срединное отклонение станет равным 40 см (10; 15; 25; 40; 60; 70; 80).

В этих случаях величина срединного отклонения более точно вычисляется с помощью среднего арифметического значения. Срединное отклонение равно 0,84, или округленно, $\frac{5}{6}$ среднего арифметического значения.

Среднее арифметическое значение определяется делением суммы абсолютных значений всех отклонений на количество отклонений. Так,

например, по условиям предыдущего примера среднее арифметическое значение равно

$$\frac{15 + 25 + 70 + 10 + 40 + 60 + 80}{7} = 42,8 \text{ см}$$

а срединное отклонение

$$\frac{5}{6} \times 42,8 = 35,7 \text{ см}$$

В этих случаях учитываются численные значения всех отклонений, и результаты отдельных отклонений не сказываются так значительно на величине срединного отклонения.

Срединное отклонение может быть вычислено также с помощью среднего квадратического значения. Срединное отклонение равно 0,67, или округленно $\frac{2}{3}$, среднего квадратического значения.

Среднее квадратическое значение при небольшом числе отклонений равно корню квадратному из суммы квадратов отклонений, деленной на число всех отклонений без одного.

Так, по условиям предыдущего примера среднее квадратическое значение будет равно

$$\sqrt{\frac{15^2 + 25^2 + 70^2 + 10^2 + 40^2 + 60^2 + 80^2}{6}} = 54 \text{ см}$$

а срединное отклонение

$$\frac{2}{3} \times 54 = 36 \text{ см}$$

Если от той или иной оси рассеивания отложить в обе стороны последовательно полосы, равные по ширине соответствующему срединному отклонению, то вся площадь рассеивания окажется разделенной на восемь равных полос – по четыре в каждую сторону, а полное рассеивание по любому направлению будет равно восьми срединным отклонениям.

В действительности могут быть отклонения от центра рассеивания, превышающие четыре срединных отклонения, но вероятность получения их мала (не превышает 0,7 %).

При большом числе выстрелов в каждой из полос, равной по ширине одному срединному отклонению или его части, независимо от величины рассеивания содержится определенный процент попаданий.

Чертеж, показывающий процентное распределение попаданий в полосы, равные по ширине одному срединному отклонению или его части, называется шкалой рассеивания (рис. 38). Шкала рассеивания в численном выражении одинакова по любому направлению и характеризует закон естественного рассеивания.

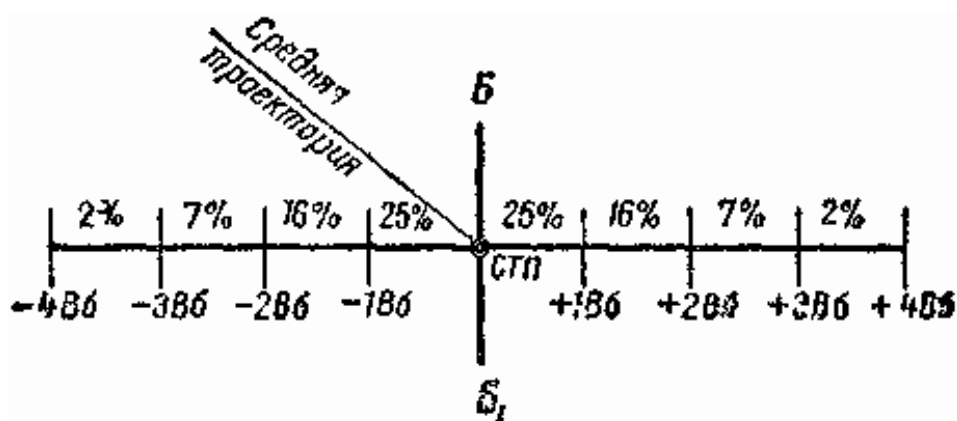


Рис. 38. Шкала рассеивания по боковому направлению с масштабом в одно срединное отклонение.

Для полос шириной в одно срединное отклонение содержится (округленно): в первых полосах, примыкающих к оси рассеивания, по 25 % точек встречи, во вторых по – 16 %, в третьих по – 7 % и в крайних по – 2 %.

При большом числе попаданий величину срединного отклонения можно определить графическим способом (рис. 39).

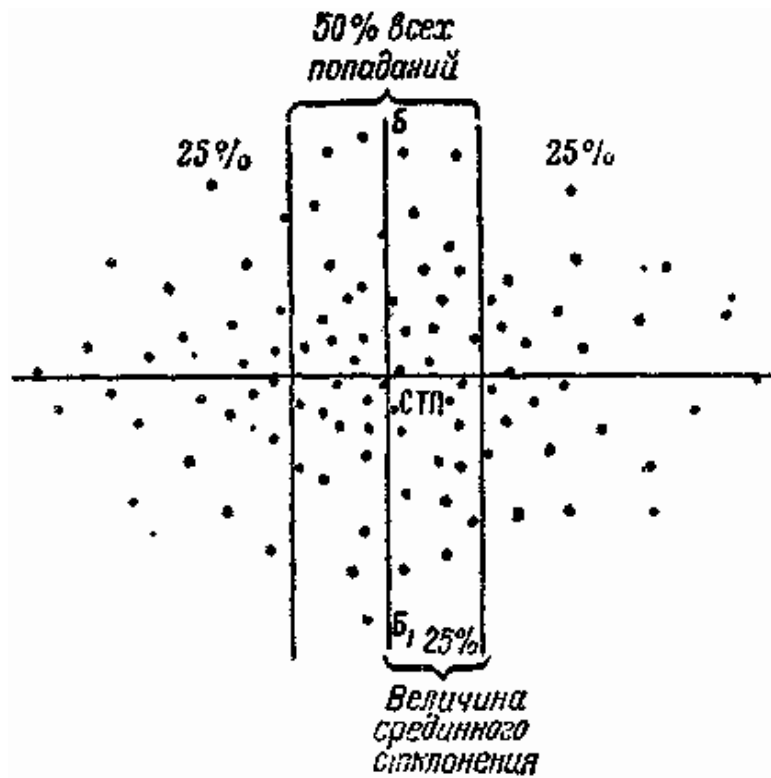


Рис. 39. Определение величины срединного отклонения по боковому направлению графическим способом.

Для этого отсчитывают справа (сверху) 25 % попаданий и отделяют их вертикальной (горизонтальной) линией; отсчитывают слева (снизу) 25 % попаданий и также отделяют их вертикальной (горизонтальной) линией. В результате этого получится полоса, вмещающая 50 % попаданий (точек встречи), т. е. полоса лучшей половины попаданий. Затем измеряют расстояние между вертикальными (горизонтальными) линиями. Половину расстояния между вертикальными (горизонтальными) линиями принимают за величину срединного отклонения. В связи с этим иногда пользуются другим определением срединного отклонения: срединным отклонением называется половина ширины центральной полосы рассеивания, вмещающей 50% всех попаданий, при условии, что ось рассеивания проходит по ее середине.

Полоса рассеивания, содержащая в себе 70 % попаданий, при условии, что ось рассеивания проходит по ее середине, называется сердцевинной полосой (рис. 40).

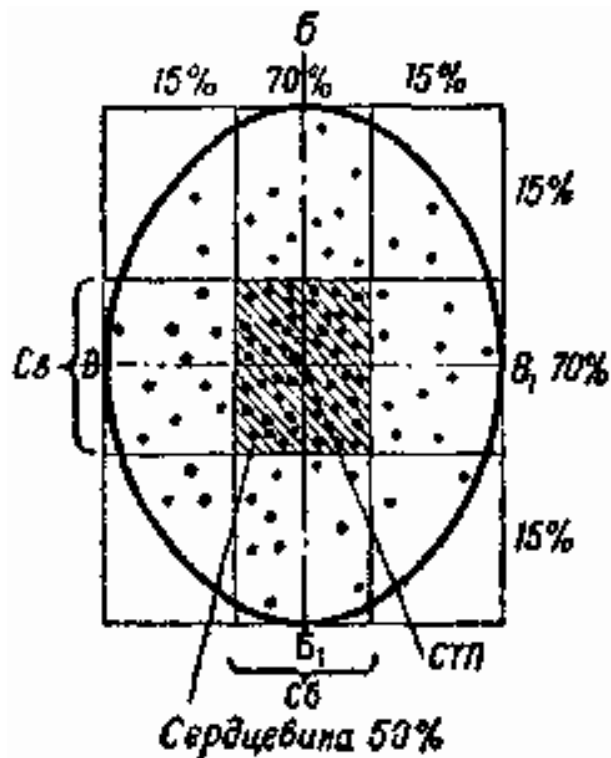


Рис. 40. Сердцевинные полосы и сердцевина рассеивания.

Сердцевинные полосы обозначаются: C_d – сердцевинная полоса по дальности; C_b – сердцевинная полоса по высоте; C_6 – сердцевинная полоса по боковому направлению.

При пересечении двух сердцевинных полос образуется прямоугольник, включающий в себя лучшую, наиболее кучную половину всех пробоин ($0,70 \times 0,70 = 0,49$, округленно $0,50$, или 50%).

Прямоугольник, образуемый пересечением двух сердцевинных полос, называется сердцевинной рассеивания.

Ширина сердцевинной полосы может быть определена графическим способом (рис. 41).

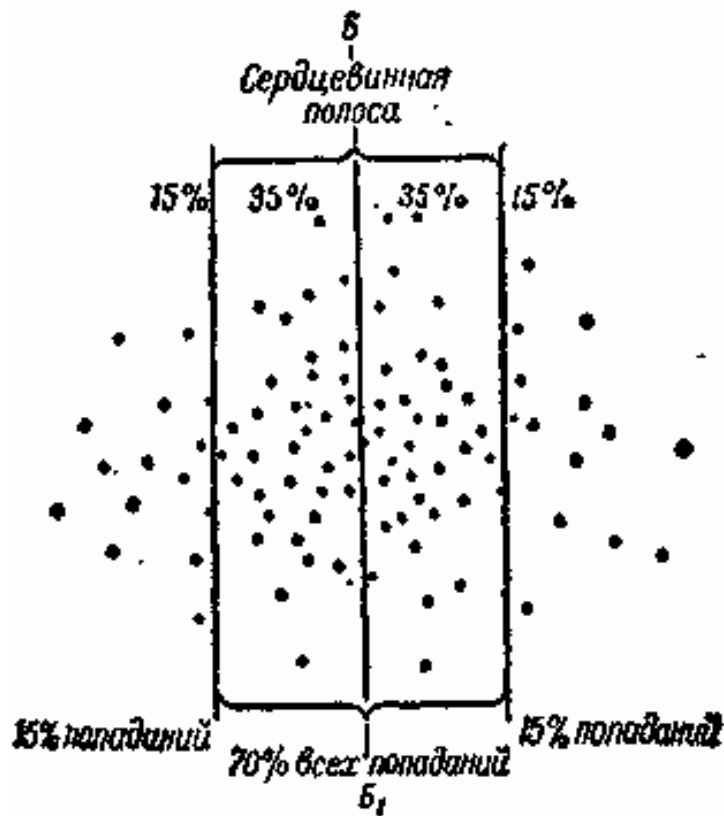


Рис. 41. Определение величины сердцевинной полосы по боковому направлению графическим способом.

Для этого надо отсчитать справа (сверху) 15 % попаданий и провести вертикальную (горизонтальную) линию; отсчитать слева (снизу) 15 % попаданий и также провести вертикальную (горизонтальную) линию. В результате этого вся площадь рассеивания окажется разделенной на три почти равные полосы, при этом центральная полоса содержит 70 % попаданий, а крайние – по 15 % каждая. Затем следует измерить расстояние между вертикальными (горизонтальными) линиями, которое и будет равно ширине сердцевинной полосы.

Между сердцевинной полосой и средним отклонением как мерами рассеивания имеется определенная зависимость. Сердцевинная полоса включает в себя 3,06 соответствующего среднего отклонения. На практике ширину сердцевинной полосы принимают округленно равной трем средним отклонениям.

При стрельбе на близкие расстояния площадь рассеивания на вертикальной плоскости имеет форму круга, что означает примерное равенство

характеристик рассеивания по высоте и по боковому направлению. Поэтому о величине такого рассеивания иногда судят не по двум характеристикам (B_B и B_G или C_B и C_G), а по одной величине – радиусу круга, вмещающего лучшую половину (P_{50}) всех попаданий или все (P_{100}) попадания.

Для определения величины радиуса круга, включающего 50 или 100 % попаданий, необходимо определить среднюю точку попадания (рис. 42).

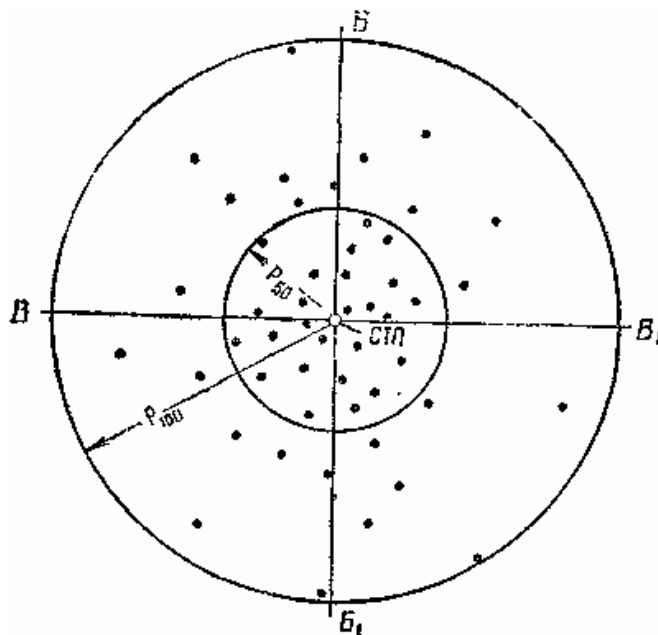


Рис. 42. Определение величины радиусов кругов, вмещающих 50 и 100 % попаданий.

Затем, принимая среднюю точку попадания за центр круга, провести циркулем окружность так, чтобы она вместила половину (50 %) или все (100%) попаданий. Раствор циркуля дает в первом случае величину радиуса круга, включающего 50 %, а во втором – 100 % попаданий.

Радиус круга, вмещающего все попадания, примерно в $2^{1/2}$ раза больше радиуса круга, вмещающего лучшую половину попаданий.

Между величиной радиуса круга, вмещающего лучшую половину попаданий, срединными отклонениями и сердцевинными полосами имеется определенная зависимость. Радиус круга, вмещающего лучшую половину попаданий (50 %), равен 1,76 срединного отклонения или 0,6 сердцевинной полосы.

Между величинами рассеивания по дальности и по высоте имеется определенная зависимость: рассеивание по дальности равно рассеиванию по высоте, умноженному на 1000 и разделенному на величину угла падения в тысячных (рис. 43), т.е.

$$B_{\partial} = \frac{B_{\text{в}} \times 1000}{\theta_c}$$

ПРИМЕР. Определить B_{∂} , если $B_{\text{в}} = 0,36$ м, а угол падения 10 тысячных.

РЕШЕНИЕ.

$$B_{\partial} = \frac{B_{\text{в}} \times 1000}{\theta_c} = \frac{0,36 \times 1000}{10} = 36 \text{ м}$$

4.6. Характер рассеивания при стрельбе одиночными выстрелами.

При стрельбе одиночными выстрелами рассеивание пуль подчиняется вышеизложенному закону рассеивания.

Характер и величина рассеивания при стрельбе одиночными выстрелами могут определяться срединным (вероятным) отклонением рассеивания пуль, сердцевинной полосой, радиусом круга, вмещающего все или лучшую половину попаданий.

4.7. Характер рассеивания при стрельбе автоматическим огнем (очередями).

При стрельбе автоматическим огнем рассеивание характеризуется:

а) из станковых и ротных пулеметов и ручного пулемета с сошки:

- рассеиванием отдельных пуль в очереди относительно средней точки попадания очереди;
- рассеиванием средних точек попадания отдельных очередей;
- полным (суммарным) рассеиванием;

б) из автомата со всех положений для стрельбы и из ручного пулемета из положения с колена, стоя и на ходу с короткой остановки:

- рассеиванием первых пуль очередей;
- рассеиванием последующих пуль очередей;

- рассеиванием средних точек попаданий последующих пуль очередей;
- полным (суммарным) рассеиванием последующих пуль очередей.

Каждая из этих характеристик подчиняется закону рассеивания. В таблицах стрельбы приводятся соответствующие им срединные отклонения.

Первые выстрелы очередей происходят в тех же условиях, что и при стрельбе одиночными выстрелами, и их рассеивание возникает в результате действия выше рассмотренных причин.

После первого выстрела в результате воздействия на оружие силы отдачи и силы реакции на отдачу (мускульного воздействия стреляющего из ручного оружия или при стрельбе из оружия на станке – механических связей станка) произойдет перемещение оружия. Время между выстрелами при ведении автоматического огня из стрелкового оружия составляет около 0,1 с; стреляющий не в состоянии за это время восстановить наводку перед вторым выстрелом. Поэтому положение оружия при втором выстреле будет определяться положением его перед первым выстрелом и суммарным действием силы отдачи, движения и ударов подвижных частей оружия и силы реакции после первого выстрела. Точно так же при третьем выстреле положение оружия будет зависеть от его положения перед вторым выстрелом и суммарного действия указанных сил после второго выстрела. Таким образом, на результат каждого последующего выстрела кроме причин, вызывающих рассеивание первых пуль очереди, оказывает влияние предыдущий выстрел; все это приводит к рассеиванию пуль в очереди (рис. 43).

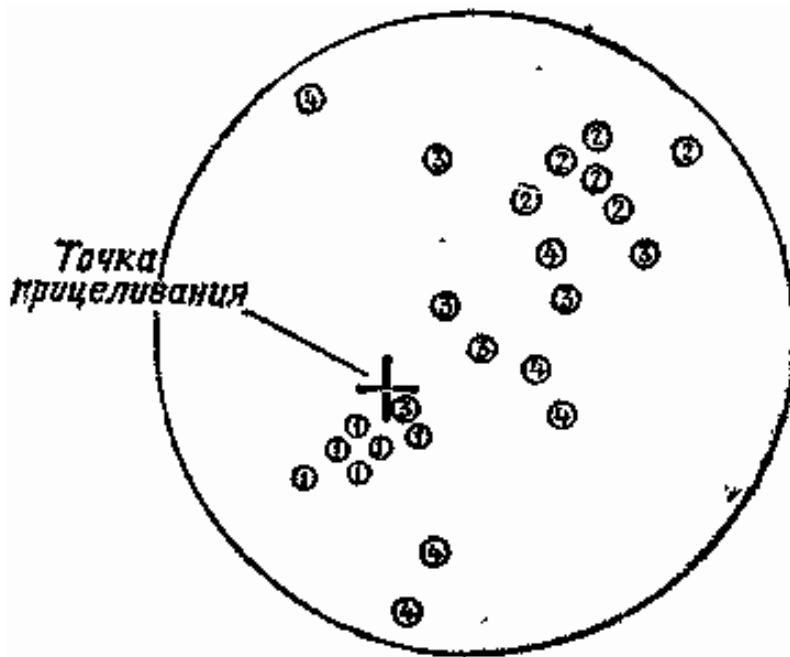


Рис. 43. Характер рассеивания пуль в очереди при стрельбе из автомата Калашникова из положения стоя (произведено шесть очередей по четыре выстрела в каждой):
1, 2, 3, 4 – номера выстрелов в очереди.

Величина силы отдачи и ударов подвижных частей при всех выстрелах практически одинакова, а силы реакции, как правило, различны. Это различие оказывает основное влияние на величину рассеивания пуль в очереди. Отсюда следует, что, чем устойчивее положение стреляющего при ведении огня из ручного оружия и выше его натренированность в удержании оружия, тем однообразнее будут силы реакции при различных выстрелах и тем меньше будет рассеивание пуль в очереди.

В стрелковом оружии на станках при правильной установке его на огневой позиции реакции отдачи более стабильны от выстрела к выстрелу, поэтому рассеивание пуль в очереди меньше, чем при стрельбе из ручного огнестрельного оружия.

Ошибки прицеливания, не однообразие прикладки и удержания оружия, различие метеорологических условий при переходе от стрельбы одной очередью к другой являются ошибками для всех пуль очереди и вызывают рассеивание средних точек попадания отдельных очередей (рис. 44).

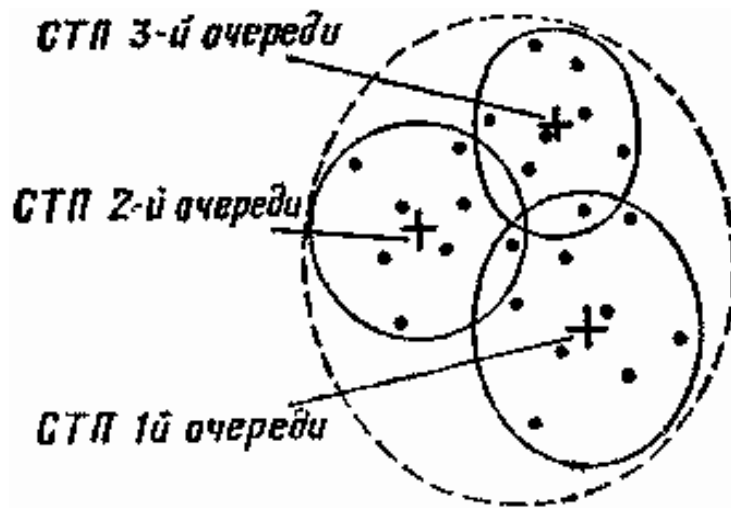


Рис. 44. Рассеивание средних точек попадания отдельных очередей.

При стрельбе очередями из автомата, а также из ручного пулемета с колена, стоя и на ходу с короткой остановкой вследствие отсутствия устойчивого положения (жесткой опоры для противодействия отдаче) происходит систематическое смещение последующих пуль в очереди относительно первой и характеристики рассеивания последующих пуль значительно больше характеристик рассеивания первых пуль. В связи с этим при оценке такого рассеивания отдельно рассматриваются характеристики рассеивания первых пуль очередей, последующих пуль очередей, а также направление и величина систематического смещения средней точки попадания последующих пуль очередей относительно первых пуль очередей (рис. 45). При этом в мерах рассеивания последующих пуль очередей отдельно приводятся характеристики рассеивания пуль, средних точек попадания и полного (суммарного) рассеивания.

Направление и величина смещения средней точки попадания последующих пуль очередей относительно первых пуль очередей зависят от вида оружия и положения для стрельбы. Так, например, при стрельбе из автомата Калашникова лежа с упора или стоя из окопа смещение средней точки попадания последующих пуль относительно первых пуль у большинства стреляющих происходит на 1,5 тысячных влево и на 1,5 тысячных вниз, а при

стрельбе из ручного пулемета Калашникова из положения с колена, стоя и на ходу с короткой остановки – на 3 тысячных вправо и на 3 тысячных вверх.

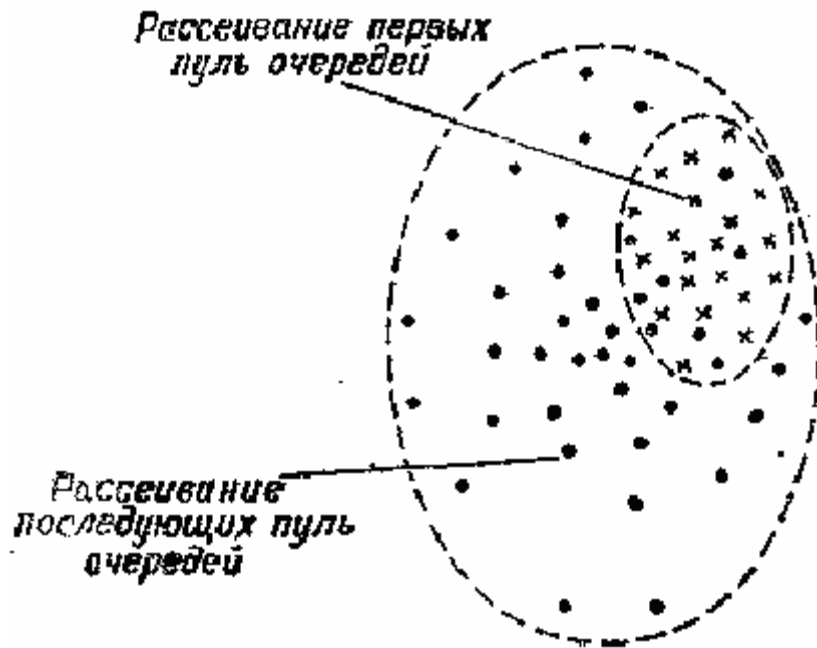


Рис. 45. Характер рассеивания при стрельбе из автомата Калашникова из положения лежа с руки.

При стрельбе из крупнокалиберных пулеметов характер рассеивания пуль зависит от положения ствола относительно плоскости симметрии станка и способа стрельбы.

Если стрельба ведется в направлении плоскости симметрии станка при закрепленных механизмах, что является наиболее устойчивым положением, рассеивание имеет примерно такой же характер, как и при стрельбе из станковых пулеметов.

Если стрельба ведется под углом к плоскости симметрии станка с закрепленными механизмами или в любом направлении с открепленными механизмами, то вследствие меньшей устойчивости оружия рассеивание имеет примерно такой же характер, как и при стрельбе из автомата.

Полное (суммарное) рассеивание пуль определяется по формулам:

$$B_{г\text{ сум}} = \sqrt{B_{г^2} + B_{г\text{ см}} n^2}; \quad B_{б\text{ сум}} = \sqrt{B_{б^2} + B_{б\text{ см}} n^2}; \quad B_{д\text{ сум}} = \sqrt{B_{д^2} + B_{д\text{ см}} n^2}$$

где $B_{в\text{ сум}}$, $B_{б\text{ сум}}$ и $B_{д\text{ сум}}$ – срединные отклонения полного (суммарного) рассеивания соответственно по высоте, боковому направлению и по дальности;

V_b , V_6 и V_d – срединные отклонения рассеивания первых пуль или последующих пуль в очереди соответственно по высоте, боковому направлению и по дальности;

$V_{bстп}$, $V_{6стп}$ и $V_{dстп}$ – срединные отклонения рассеивания средних точек попадания отдельных пуль очередей или средних точек попадания последующих пуль очередей соответственно по высоте, боковому направлению и по дальности.

При стрельбе автоматическим огнем ошибка (например, в прицеливании) может привести к тому, что пули всей очереди (нескольких очередей) пролетят мимо цели. Такое явление, когда положение всех пуль очередей зависит от какой-то общей ошибки, называется **зависимостью выстрелов**.

Величина зависимости выстрелов определяется по формуле

$$M = \frac{E^2}{E^2 + B^2}$$

где M – мера зависимости выстрелов, она изменяется от 0 до 1;

E – срединная ошибка подготовки стрельбы;

B – срединное отклонение рассеивания пуль в очереди.

Если общая ошибка равна нулю, то выстрелы будут независимы ($M = 0$). Такое явление обычно наблюдается при стрельбе одиночными выстрелами, когда стреляющий уточняет наводку перед каждым выстрелом и, следовательно, положение последующих пуль не зависит от положения предыдущих пуль.

При увеличении общей ошибки и уменьшении рассеивания пуль в очереди зависимость выстрелов усиливается (рис. 46), что приводит к нежелательным результатам стрельбы.

Зависимость выстрелов может быть уменьшена путем уменьшения общей ошибки или увеличения рассеивания пуль в очереди. Исходя из этого, например, правилами стрельбы из станковых пулеметов рекомендуется огонь по внезапно появляющимся целям на неизмеренных расстояниях вести с открепленными механизмами или с незначительным рассеиванием пуль по

фронту (глубине) цели. В этом случае увеличенное рассеивание будет до некоторой степени компенсировать ошибки в подготовке исходных данных и в прицеливании.

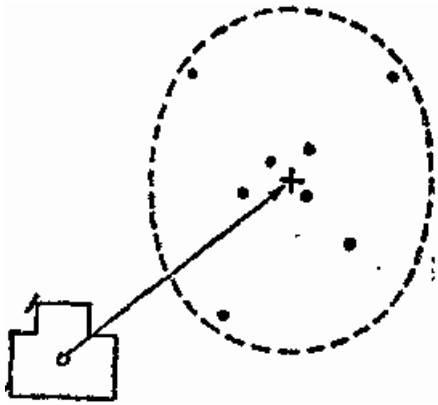


Рис.46. Характер рассеивания при стрельбе очередью с учетом ошибки в подготовке стрельбы.

На этом же основании для повышения результатов стрельбы рекомендуется ведение сосредоточенного огня из нескольких видов (образцов) оружия по одной цели. Рассеивание пуль при ведении сосредоточенного огня (при стрельбе подразделением) увеличивается примерно в 1,5 раза, ошибки одного стреляющего компенсируются рассеиванием пуль при стрельбе других стреляющих. Зависимость выстрелов учитывается при определении действительности стрельбы в различных условиях.

4.8. Зависимость характера и величины рассеивания от условий стрельбы.

Величины мер рассеивания, указанные в таблицах стрельбы, соответствуют опытным полигонным стрельбам и характеризуют рассеивание при нормальных условиях. При стрельбе в условиях, отличных от нормальных, характер и величины мер рассеивания изменяются.

Рассеивание, относящееся к определенному времени и условиям стрельбы, называется рассеиванием данного момента. Опытные данные показывают, что величины мер рассеивания данного момента могут быть в 1,5 – 2 раза больше или меньше табличных. Рассеивание данного момента учитывается при разработке правил стрельбы, курсов стрельб и норм расхода

боеприпасов для поражения различных целей, когда все расчеты производятся не только для средних, но и для лучших и худших условий.

При стрельбе из стрелкового оружия рассеивание по высоте и по боковому направлению увеличивается с увеличением дальности стрельбы.

Рассеивание по дальности с увеличением дальности стрельбы сначала возрастает, достигая наибольшего значения при определенных дальностях для каждого вида оружия, а затем постепенно уменьшается. Такой характер изменения рассеивания объясняется тем, что рассеивание по дальности зависит от двух факторов – рассеивания по высоте и угла падения. С увеличением дальности стрельбы величина обоих этих факторов возрастает. Величина рассеивания по дальности будет зависеть от того, что быстрее увеличивается. Если быстрее возрастает угол падения, то рассеивание по дальности уменьшается, и, наоборот, если быстрее возрастает рассеивание по высоте, то рассеивание по дальности увеличивается.

При стрельбе из стрелкового оружия на близкие расстояния наблюдается несимметричность рассеивания по дальности, которая объясняется настильностью траекторий. Вследствие большой настильности траекторий и значительной разницы в углах встречи для ближней и дальней частей площади рассеивания симметричный по высоте сноп траекторий (рис. 46) образует на горизонтальной поверхности несимметричную по размерам площадь рассеивания. Ближняя часть площади рассеивания, лежащая перед средней точкой попадания, меньше (короче) дальней, лежащей за средней точкой попадания. В соответствии с этим полосы срединных отклонений, а также ближняя и дальняя части сердцевинной полосы рассеивания оказываются по размерам неравными. Расположение же точек встречи в этих полосах в процентном отношении соответствует закону рассеивания.

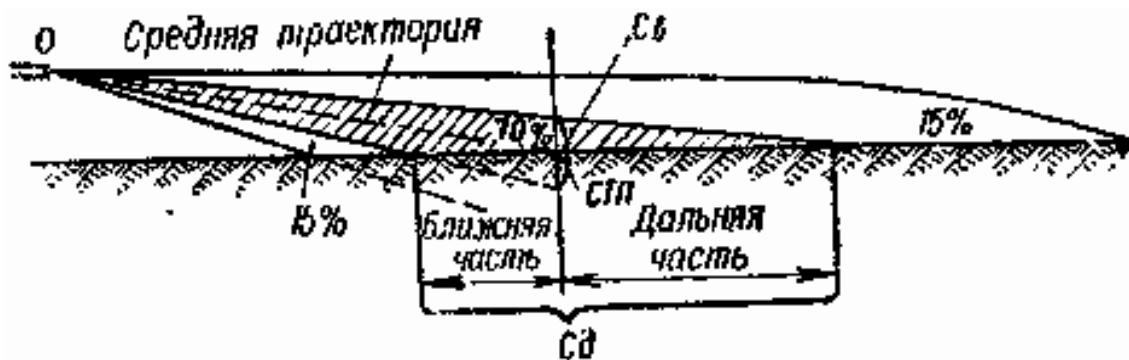


Рис. 46. Несимметричность рассеивания по дальности при стрельбе на ближние расстояния.

Величина и характер рассеивания при стрельбе из стрелкового автоматического оружия зависят от выучки стреляющего, положения для стрельбы и способа ведения огня. В связи с этим в таблицах стрельбы по наземным целям из стрелкового оружия калибра 7,62 мм № 61, изд. 1962 г., даются характеристики рассеивания для лучших и средних автоматчиков (пулеметчиков), коэффициенты, показывающие, во сколько раз увеличиваются характеристики рассеивания при изменении положения для стрельбы из автоматов и ручных пулеметов (при стрельбе из положения лежа с руки, с колена, стоя, на ходу с короткой остановки) и при изменении способа ведения огня из станкового пулемета (при стрельбе с открепленными механизмами, с рассеиванием пуль по фронту).

При стрельбе с искусственным рассеиванием по фронту (в глубину) точки встречи располагаются более или менее равномерно по фронту (в глубину), а расположение их по высоте (по боковому направлению) соответствует закону рассеивания (рис. 47). При одновременном искусственном рассеивании в обоих направлениях точки встречи располагаются более или менее равномерно по всей площади.

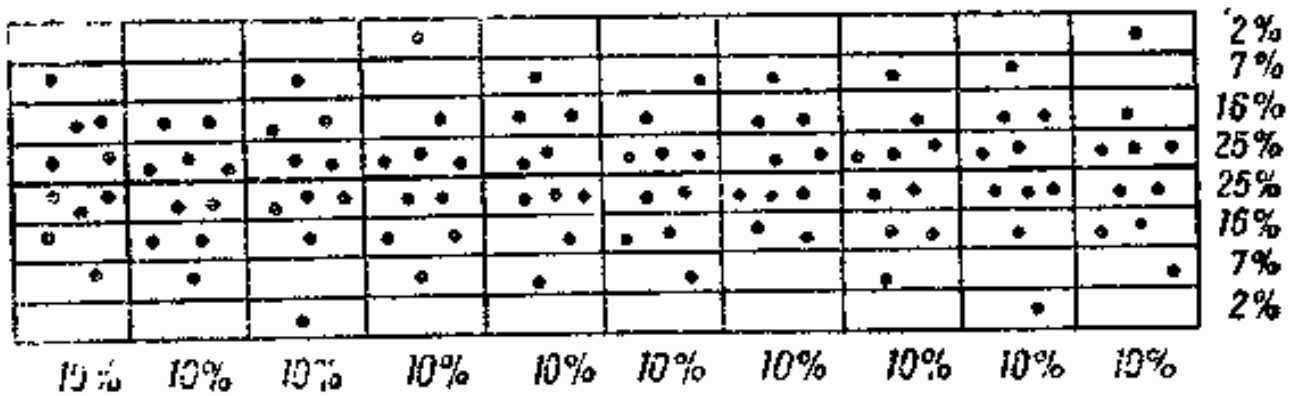


Рис. 47. Примерное расположение пробоин при стрельбе с искусственным рассеиванием по фронту.

При стрельбе из стрелкового оружия по скатам, обращенным в сторону оружия, рассеивание по дальности уменьшается, а при стрельбе по обратным скатам увеличивается (рис. 48).

Рассеивание по дальности на наклонной местности во столько раз отличается от табличного, во сколько раз угол встречи отличается от угла падения.

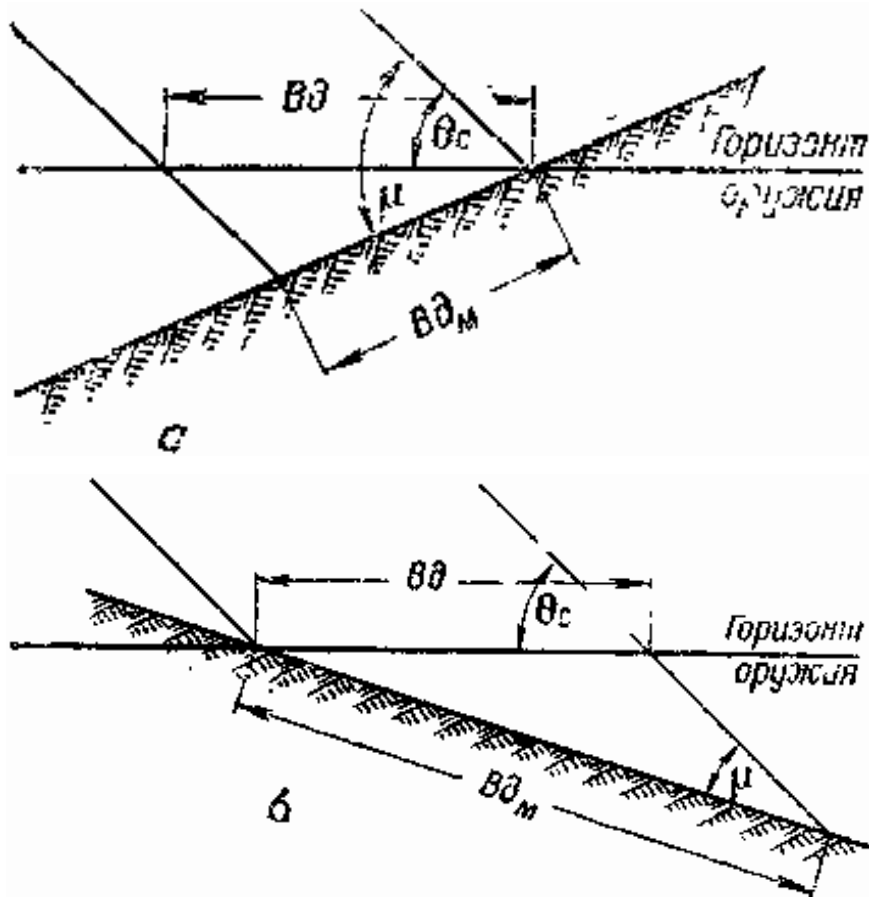


Рис. 48. Зависимость величины рассеивания по дальности от наклона местности:

a – на встречном скате; b – на обратном скате.

При стрельбе в условиях ограниченной видимости (ночью, в дыму, в пыли, в тумане и т.п.) видимость целей резко снижается; при стрельбе с бронетранспортера из-за вибрации (колебания) его строений затрудняется прицеливание. Все это влечет за собой увеличение ошибок в наводке (прицеливании), а, следовательно, и увеличение рассеивания пуль.

4.9. Меткость стрельбы и поражаемая зона.

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.

Стрельба признается меткой, если средняя точка попадания отклоняется от намеченной точки на цели не более чем на половину тысячной дальности стрельбы, что соответствует допустимому отклонению средней точки попадания от контрольной точки при приведении оружия к нормальному бою, а рассеивание не превышает табличных норм.

Меткость стрельбы обеспечивается точным приведением оружия к нормальному бою, тщательным сбережением оружия и боеприпасов и отличной выучкой стреляющего.

Для улучшения меткости стрельбы стреляющий должен уметь определять расстояние до цели, учитывать влияние метеорологических условий на полет пули и соответственно им выбирать установки прицела, целика и точку прицеливания, правильно выполнять приемы стрельбы, тщательно сберегать оружие и боеприпасы.

Основными причинами, снижающими меткость стрельбы, являются ошибки стреляющего в выборе точки прицеливания, установки прицела и целика, в изготовке, в наводке оружия и в производстве стрельбы.

При неправильной установке прицела и целика, а также неправильном выборе точки прицеливания пули будут перелетать цель (не долетать до цели) или отклоняться в сторону от нее.

При сваливании оружия средняя точка попадания отклоняется в сторону сваливания оружия и вниз.

При расположении упора впереди центра тяжести оружия (ближе к дульному срезу) средняя точка попадания отклоняется вверх, а при расположении упора сзади центра тяжести оружия (ближе к прикладу) отклоняется вниз. Изменение положения упора во время стрельбы приводит к увеличению рассеивания пуль.

Если приклад упирается в плечо нижним углом, то средняя точка попадания отклоняется вверх, а если верхним углом, то она отклоняется вниз.

При крупной мушке (мушка выше краев прорези прицела) средняя точка попадания отклоняется вверх, а при мелкой мушке – вниз. Мушка, придержанная к правой стенке прорези прицела, приводит к отклонению средней точки попадания вправо, а мушка, придержанная к левой стенке прорези прицела, приводит к отклонению ее влево. Неоднообразное прицеливание приводит к увеличению рассеивания пуль.

Неплавный спуск курка с боевого взвода (дерганье) влечет за собой, как правило, отклонение средней точки попадания вправо и вниз.

Меткость стрельбы снижается из-за различных неисправностей оружия и боеприпасов. Так, например, при погнутости прицельной планки (рамки) и ствола средняя точка попадания отклоняется в сторону погнутости. При погнутости мушки и забоинах на дульном срезе средняя точка попадания отклоняется в сторону, противоположную погнутости (забоине). При боковой качке прицела, поражении и растертости канала ствола вследствие неправильной чистки оружия, качке ствола, штыка, станка, сошки и т.д. увеличивается рассеивание пуль и изменяется положение средней точки попадания. Различие весовых характеристик боеприпасов влияет на меткость

стрельбы, изменяя положение средней точки попадания и увеличивая рассеивание пуль.

На меткость стрельбы оказывают влияние освещение и метеорологические условия. Например, если солнце светит с правой стороны, то на правой стороне мушки получается отблеск, который стреляющий при прицеливании принимает за сторону мушки, при этом мушка будет отклонена влево, отчего и пули отклонятся влево. Боковой ветер, дующий справа, отклоняет пулю влево, а ветер слева – в правую сторону.

Пространство, в пределах которого может быть поражена цель определенной высоты при стрельбе на одних и тех же установках прицельных приспособлений, называется *поражаемой зоной*.



Рис. 49. Глубина поражаемого пространства.

Глубина поражаемой зоны на горизонтальной плоскости при стрельбе из стрелкового оружия складывается из полного рассеивания по дальности и поражаемого пространства для данной цели (рис. 49). Ширина поражаемой зоны равна величине полного рассеивания по боковому направлению.

Глубина поражаемой зоны на наклонной местности во столько раз меньше (больше), чем на горизонтальной плоскости, во сколько раз угол встречи больше (меньше) угла падения.

5. ДЕЙСТВИТЕЛЬНОСТЬ СТРЕЛЬБЫ

5.1. Понятие о действительности стрельбы.

При стрельбе из стрелкового оружия и гранатометов в зависимости от характера цели, расстояния до нее, способа ведения огня, вида боеприпасов и других факторов могут быть достигнуты различные результаты. Для выбора наиболее эффективного в данных условиях способа выполнения огневой задачи необходимо произвести оценку стрельбы, т.е. определить ее действительность.

Действительностью стрельбы называется степень соответствия результатов стрельбы поставленной огневой задаче. Она может быть определена заранее расчетным путем или по результатам опытных стрельб.

Знание закономерностей и характеристик рассеивания, возможных ошибок в подготовке исходных данных и некоторых других условий стрельбы позволяет определить заранее расчетным путем ожидаемые результаты стрельбы.

Для оценки возможных результатов стрельбы из стрелкового оружия и гранатометов обычно принимаются следующие показатели:

- вероятность поражения одиночной цели (состоящей из одной фигуры);
- математическое ожидание числа (процента) пораженных фигур в групповой цели (состоящей из нескольких фигур);
- математическое ожидание числа попаданий;
- средний ожидаемый расход патронов (гранат) для достижения необходимой надежности стрельбы;
- средний ожидаемый расход времени на выполнение огневой задачи.

Кроме того, при оценке действительности стрельбы учитывается степень убойного и пробивного действия пули (гранаты).

Убойность пули характеризуется ее энергией в момент встречи с целью. Для нанесения поражения человеку (вывода его из строя) достаточна энергия, равная 10 кгм. Пуля стрелкового оружия сохраняет убойность практически до предельной дальности стрельбы.

Пробивное действие пули (гранаты) характеризуется ее способностью пробить преграду (укрытие) определенной плотности и толщины. Пробивное действие пули указывается в наставлениях по стрелковому делу для каждого вида оружия. Кумулятивная граната к гранатометам пробивает броню любого современного танка, самоходно-артиллерийской установки, бронетранспортера.

При определении действительности стрельбы опытным путем обычно учитывается количество (процент) попаданий в одиночную цель, количество (процент) пораженных фигур в групповой цели, степень пробивного или убойного действия пули (гранаты), расход боеприпасов и времени на стрельбу или на поражение одной цели (фигуры).

Для расчета показателей действительности стрельбы необходимо знать характеристики рассеивания пуль (гранат), ошибки в подготовке стрельбы, а также способы определения вероятности попадания в цель и вероятности поражения целей.

К ошибкам в подготовке стрельбы относятся ошибки в технической подготовке оружия (в приведении его к нормальному бою, выверке прицельных приспособлений, допуски в изготовлении механизмов и т.д.) и ошибки в подготовке исходных установок для стрельбы (в определении расстояния до цели, в учете поправок на отклонение условий стрельбы от нормальных, в округлениях при назначении установок и т.д.).

Ошибкой измерения или просто ошибкой в теории вероятностей называется разность между полученным результатом измерения и истинным значением измеряемой величины.

Если значение измеряемой величины неизвестно, то за неизвестное истинное значение измеряемой величины принимают средний результат отдельных измерений.

Средним результатом называется частное от деления суммы результатов измерений, взятых с их знаками, на число измерений.

Ошибки могут быть положительными, если измеренная величина больше истинной, и отрицательными, когда измеренная величина меньше истинной. Ошибки могут быть систематическими и случайными.

Систематические (постоянные) ошибки вызываются постоянно действующими причинами, оказывают одинаковое влияние на все измерения и могут быть учтены. Например, вследствие смещения на автомате Калашникова мушки влево на 0,5 мм пули при дальности стрельбы на 100 м отклоняются от точки прицеливания вправо на 13 см. Достаточно передвинуть мушку вправо на 0,5 мм, и ошибка будет устранена.

Случайными называются такие ошибки, которые являются результатом действия большого числа источников ошибок и при каждом новом измерении (испытании) получают новые, случайные значения. Случайные ошибки невозможно учесть и нельзя ввести заблаговременно поправки на их устранение. Примером действия случайных ошибок является рассеивание пуль (гранат).

В распределении или частоте появления случайных ошибок при большом числе измерений (испытаний) проявляется определенная закономерность, которую принято называть *нормальным законом случайных ошибок*. Эта закономерность выражается следующими основными положениями.

При достаточно большом числе измерений (испытаний) ошибки измерений появляются: неравномерно – меньшие ошибки появляются чаще, а большие – реже; симметрично – число положительных и отрицательных ошибок, заключенных в равных по величине пределах, одинаково, и каждой положительной ошибке соответствует отрицательная ошибка, равная ей по абсолютной величине; небеспрельдно – для каждого способа измерения существует предел величины ошибок, больше которого ошибки практически не могут быть.

В стрелковой практике для суждения о точности измерения принята срединная ошибка, так как она наглядно (численно) характеризует нормальный закон случайных ошибок.

Срединной ошибкой называется такая ошибка, которая по своей абсолютной величине (независимо от знака) больше каждой из ошибок одной половины их и меньше каждой из ошибок другой половины ошибок, выписанных в возрастающем или убывающем порядке.

Для определения величины срединной ошибки необходимо выписать все ошибки в ряд в возрастающем или убывающем порядке по абсолютной величине и отсчитать половину ошибок справа или слева. Ошибка, стоящая посередине этого ряда, и будет срединной ошибкой. Если ряд состоит из четного числа ошибок, то для определения величины срединной ошибки надо взять две ошибки, стоящие посередине, и разделить сумму их абсолютных величин на два.

ПРИМЕР. Расстояние до ориентира измерили шагами шесть автоматчиков. Результаты измерений следующие: 675; 590; 720; 665; 610; 640 м. Определить средний результат, ошибки измерения и срединную ошибку.

РЕШЕНИЕ. Средний результат равен

$$\frac{675 + 590 + 720 + 665 + 610 + 640}{6} = \frac{3900}{6} = 650 \text{ м}$$

Ошибки измерений равны:

$$675 - 650 = + 25; 590 - 650 = - 60; 720 - 650 = + 70;$$

$$665 - 650 = + 15; 610 - 650 = - 40; 640 - 650 = - 10.$$

Выписав абсолютное значение всех ошибок в возрастающем порядке, получим: 10; 15; 25; 40; 60; 70.

Срединная ошибка равна

$$E = \frac{25 + 40}{2} = 32,5 \text{ м}$$

Более точно при малом числе ошибок срединная ошибка определяется по средней квадратической ошибке.

Численно нормальный закон случайных ошибок выражается шкалой ошибок, показывающей вероятности появления ошибок в определенных пределах. На рис. 40 дана шкала ошибок. Цифры шкалы округлены до целых чисел.

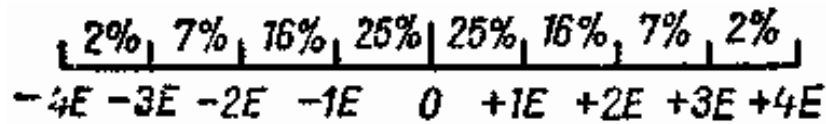


Рис. 50. Шкала ошибок.

Для нормального закона случайных ошибок предельной считают ошибку в ± 4 срединные ошибки ($\pm 4E$), так как вероятность получения ошибок, больших $\pm 4E$, очень мала (0,7%) и ими можно пренебречь.

Принимая средний результат за истинное значение измеряемой величины, допускается ошибка. Судить о том, на какую величину средний результат может отличаться от истинного значения измеряемой величины, дает возможность срединная ошибка среднего результата.

Срединная ошибка среднего результата определяется как отношение срединной ошибки способа измерения к корню квадратному из количества измерений, по которым получена срединная ошибка.

ПРИМЕР. По условиям предыдущего примера определить срединную ошибку среднего результата.

РЕШЕНИЕ. Срединная ошибка среднего результата равна

$$R = \frac{T}{\sqrt{6}} = \frac{32,5}{2,45} = 13,2 \text{ м}$$

Средний результат может отличаться от истинного на величину от 0 до ± 4 срединных ошибок среднего результата,

Практикой установлены следующие значения срединных ошибок в подготовке стрельбы:

№ по пор.	Наименование ошибок	Величина срединной ошибки
1	Ошибка в определении расстояния до цели:	
	– глазомером	10 % D
	– промером местности шагами	4 % D
	– по карте	5 % D
2	Ошибка в определении скорости ветра (без прибора)	1,5 м/с
3	Ошибка в определении скорости цели (без прибора)	20 % V_0
4	Ошибка в определении температуры воздуха (без приборов)	5° С

5	Ошибка приведения оружия к нормальному бою	0,3 тыс.
6	Ошибка наводки оружия: – лежа с руки – с колена без упора – на ходу с короткой остановки	0,4 тыс. 0,8 тыс. 2,0 тыс.
7	Ошибка в определении курсового угла цели	0,1 радиана

Срединная ошибка по высоте (E_B) равняется срединной ошибке по дальности (E_D) до цели, умноженной на тангенс угла падения при стрельбе на эту дальность (θ_c), т.е.

$$E_B = E_D \times \operatorname{tg} \theta_c$$

Для малых углов с достаточной для практики точностью можно заменить величину тангенса угла значением $\operatorname{tg} \theta_c = \frac{\theta_c}{1000}$. Тогда формула примет вид

$$E_B = E_D \times \frac{\theta_c}{1000}$$

ПРИМЕР. Определить срединную ошибку по высоте при стрельбе из автомата Калашникова, если расстояние до цели, определенное глазомерно, равно 400 м.

РЕШЕНИЕ: 1. Определяем срединную ошибку по дальности (E_D):

$$E_D = 400 \text{ м} \times 0,1 = 40 \text{ м.}$$

2. По таблице находим угол падения (θ_c); он равен 8,6 тысячных.

3. Определяем срединную ошибку по высоте (E_B):

$$E_B = E_D \times \frac{\theta_c}{1000} = 40 \times \frac{8,6}{1000} \approx 0,34 \text{ м}$$

Суммарная срединная ошибка подготовки стрельбы по высоте (дальности) или направлению равна корню квадратному из суммы квадратов ошибок, входящих в данное направление, и определяется по формуле

$$E_{\text{сум}} = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + \dots + E_n^2},$$

где $E_{\text{сум}}$ – суммарная срединная ошибка;

E_1, E_2, \dots, E_n – срединные ошибки, составляющие суммарную срединную ошибку по данному направлению.

Ошибки в подготовке стрельбы приводят к отклонению средней траектории от середины цели (намеченной точки). Эти отклонения случайные как по направлению, так и по величине, однако они подчиняются тем же закономерностям, что и отклонение пуль (гранат) из-за рассеивания. Общая (суммарная) площадь разброса пуль (гранат) будет определяться рассеиванием и возможными отклонениями средних траекторий из-за ошибок в подготовке стрельбы (рис. 50). Поэтому при определении действительности стрельбы с учетом ошибок в стрельбе необходимо брать размеры суммарных (приведенных) срединных отклонений, совмещая центр суммарного рассеивания с серединой цели.

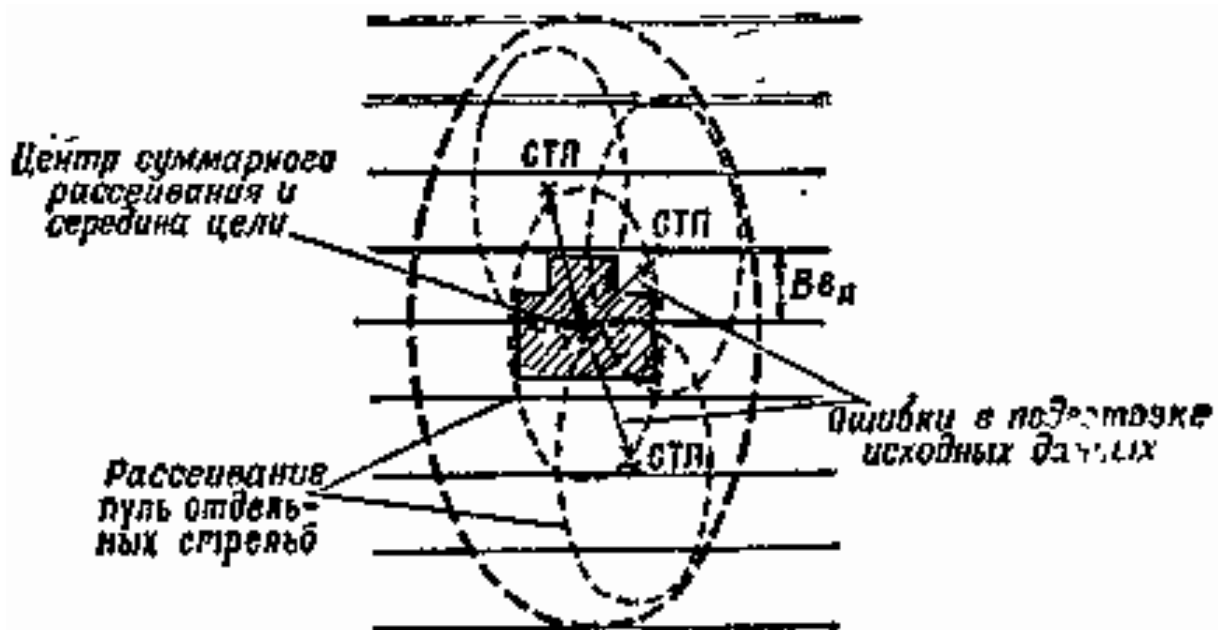


Рис. 50. Площадь рассеивания с учетом ошибок в подготовке стрельбы.

Суммарное (приведенное) срединное отклонение (B_n) по любому направлению равняется среднему квадратическому из суммарной срединной ошибки подготовки стрельбы ($E_{сум}$) и суммарного срединного отклонения из-за рассеивания пуль (гранат) ($B_{сум}$), т.е.

$$B_n = \sqrt{E_{сум}^2 + B_{сум}^2}$$

5.2. Вероятность попадания и ее зависимость от различных причин

Вследствие рассеивания пуль (гранат) и ошибок в подготовке стрельбы при выстреле можно попасть в цель или сделать промах. Возможность попасть в цель характеризуется вероятностью попадания.

Вероятностью попадания называется число, характеризующее степень возможности попадания в цель при данных условиях стрельбы.

Вероятность попадания изменяется от нуля до единицы, так как попадания могут появиться при всех выстрелах, или только при части их, или совсем не появиться. Вероятность попадания выражается обычно десятичной дробью или в процентах.

Для определения вероятности попадания необходимо в каждом отдельном случае найти ту часть площади рассеивания, которой будет накрыта цель, и на основании закона рассеивания подсчитать процент попаданий, приходящийся на площадь цели.

Вероятность попадания может быть определена на основании результатов опытных стрельб.

Отношение числа попаданий к числу всех произведенных выстрелов называется **частотой (частотой) попадания**.

При достаточно большом числе стрельб, произведенных в возможно одинаковых условиях, частота попадания изменяется в очень узких пределах, колеблясь около среднего значения. Среднее значение частоты попадания, найденное в результате этих стрельб, и будет вероятностью попадания для данных условий.

Величина вероятности попадания зависит:

- от положения средней точки попадания относительно центра цели (рис. 51); чем ближе средняя точка попадания к центру цели, тем более кучной частью площади рассеивания будет накрываться цель, тем больше будет вероятность попадания;

- от размеров цели (рис. 52); при совпадении средней точки попадания с центром цели и при одних и тех же размерах площади рассеивания вероятность попадания будет тем больше, чем больше размеры цели;
- от размеров площади рассеивания (рис. 53); при одних и тех же размерах цели вероятность попадания будет тем больше, чем меньше будет площадь рассеивания; если рассеивание не выходит из пределов цели, то вероятность попадания будет равна 100 %;
- от направления стрельбы (рис. 54); если цель имеет большое протяжение по фронту и малое в глубину, то наибольшая вероятность попадания будет при стрельбе во фланг цели; если же цель глубокая, то наибольшая вероятность попадания будет при фронтальном обстреле.

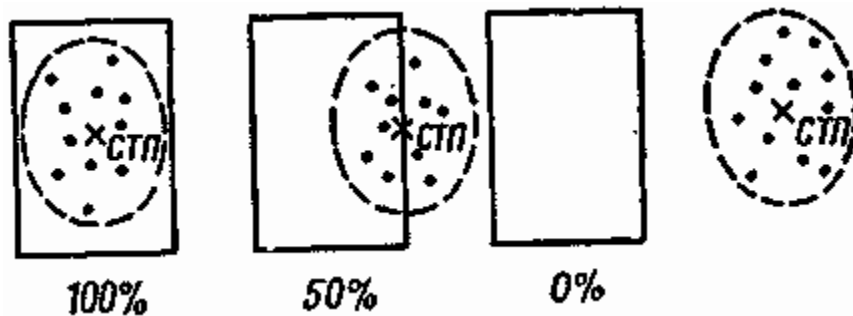


Рис. 51. Зависимость вероятности попадания от положения средней точки попадания.

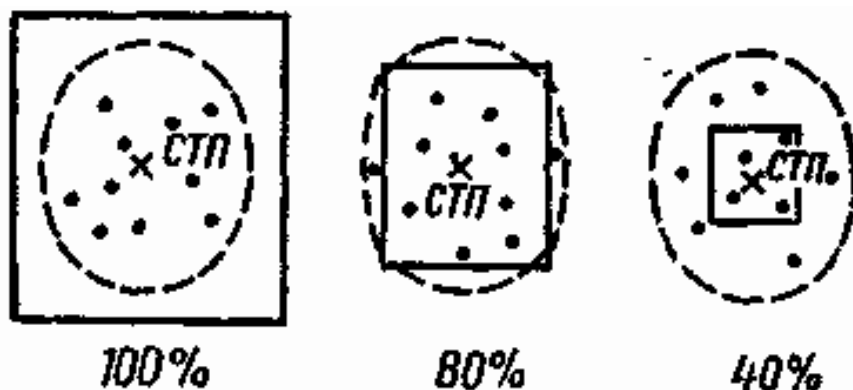


Рис. 52. Зависимость вероятности попадания от размеров цели.

Для увеличения вероятности попадания необходимо:

- тщательно производить выверку прицельных приспособлений и приводить оружие к нормальному бою;
- умело выбирать прицел и точку прицеливания, обеспечивающие совмещение средней точки попадания с серединой цели;
- использовать для стрельбы моменты, когда цель наиболее уязвима (поднялась во весь рост, подставила свой фланг или борт и т.п.);
- принимать меры к уменьшению действия причин, приводящих к рассеиванию пуль (гранат), и возможно точнее наводить оружие в цель.

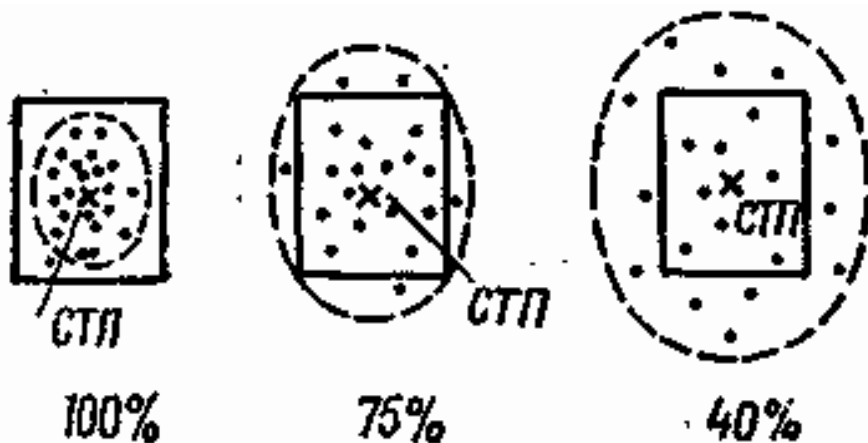


Рис. 53. Зависимость вероятности попадания от размеров площади рассеивания.

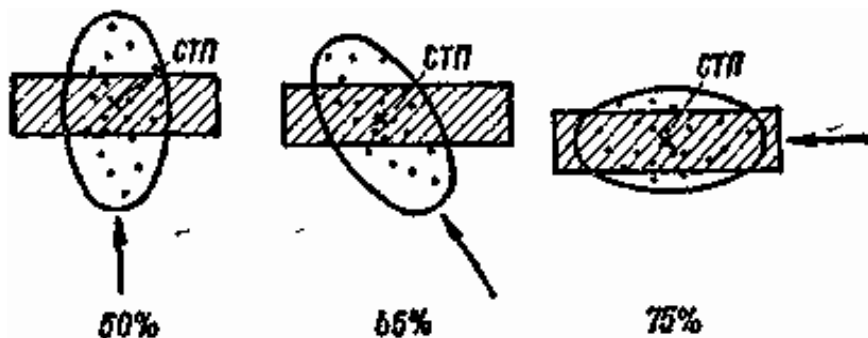


Рис. 54. Зависимость вероятности попадания от направления стрельбы.

5.3. Зависимость действительности стрельбы от различных причин.

Действительность стрельбы зависит от способа ведения огня, дальности стрельбы, характера цели, условий наблюдения, степени обученности стреляющих и ряда других причин.

Огонь из стрелкового оружия наиболее действителен с места из устойчивых положений (лежа с упора, стоя из окопа и т.д.), но это не значит, что эти положения должны быть основными. При выборе способа стрельбы необходимо руководствоваться сложившейся обстановкой.

С увеличением дальности стрельбы уменьшается действительность огня. Объясняется это тем, что с увеличением дальности увеличивается рассеивание, возрастают ошибки в подготовке стрельбы, уменьшается вероятность попадания (поражения цели).

Чем больше размеры цели и лучше условия наблюдения, тем действительнее стрельба. Если цель ведет ответный огонь, то сокращается время на стрельбу, увеличиваются ошибки в наводке и в подготовке стрельбы и, следовательно, снижается действительность стрельбы.

Лучше подготовленный стреляющий допускает меньшие ошибки в подготовке стрельбы и наводке оружия, что приводит к увеличению вероятности попадания и действительности стрельбы.

При стрельбе подразделением по рубежам, по маскам, в условиях ограниченной видимости действительность огня повышается с увеличением плотности огня.

Плотностью огня называется количество пуль, приходящихся на погонный метр определенного рубежа, выпускаемых подразделением в единицу времени (в минуту) из всех видов оружия.

Плотность огня зависит от количества оружия, его видов и боевой скорострельности и от ширины участка, по которому ведется огонь.

Боевой скорострельностью оружия называется число выстрелов, которое можно произвести в единицу времени (в минуту) при точном выполнении приемов и правил стрельбы, с учетом времени, необходимого для перезаряжания оружия, корректирования и переноса огня с одной цели на другую.

Технической скорострельностью (темпом стрельбы) автоматического оружия называется количество выстрелов непрерывного огня, которое данный образец оружия может дать в единицу времени.

ПРИМЕР. Определить плотность огня мотострелкового взвода в обороне по рубежу шириной 400 м, если во взводе 16 автоматов, 2 ручных и 2 станковых пулемета.

РЕШЕНИЕ. 1. Определяем общее количество пуль, выпускаемых из всех видов оружия в одну минуту:

Вид оружия	Количество оружия	Боевая скорострельность	Всего пуль в минуту
Станковый пулемет	2	250	500
Ручной пулемет	2	150	300
Автомат	16	100	1600
Итого			2400

2. Определяем плотность огня. Она равна

$$\frac{2400}{400} = 6 \text{ пуль на 1 погонный метр в минуту.}$$

Признаками действительности огня являются: видимое поражение цели и изменение в поведении противника (прекращение передвижения, перемещение цели в укрытое место, замешательство в боевом порядке противника, ослабление или прекращение огня противника).

Признаками, указывающими на малую действительность своего огня, являются: отсутствие потерь у противника, меткий и организованный огонь противника, безостановочное движение противника и т.п.

По степени наносимого противнику поражения из стрелкового оружия могут применяться:

- огонь на уничтожение;
- огонь на подавление цели.

Огонь на уничтожение цели заключается в нанесении ей такого поражения, при котором она полностью теряет свою боеспособность.

Уничтожение цели достигается при вероятности поражения цели (математическом ожидании числа пораженных фигур), равной не менее 80 %.

Огонь на подавление цели заключается в нанесении ей такого поражения, которое временно лишает ее боеспособности, ограничивает или воспрещает маневр и нарушает управление. Подавление цели достигается при вероятности поражения цели (математическом ожидании числа пораженных фигур), равной не менее 50 %.

В зависимости от направления стрельбы различают следующие виды огня из стрелкового оружия (рис. 55):

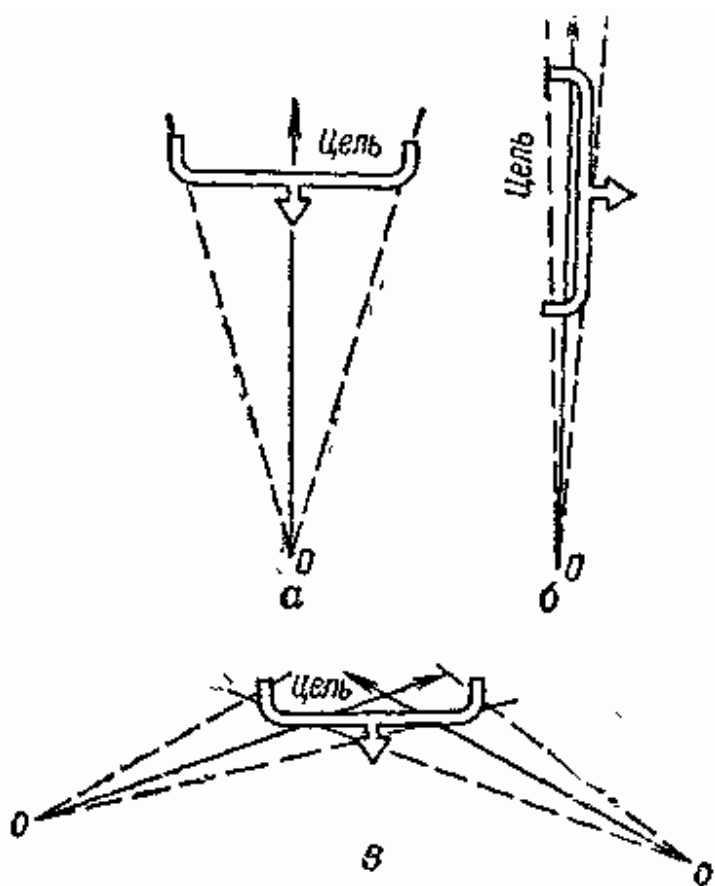


Рис. 55. Виды огня из стрелкового оружия в зависимости от направления стрельбы:
а – фронтальный; б – фланговый; в – перекрестный.

- фронтальный – огонь, направленный к фронту цели, он более действителен по глубоким целям и менее действителен по широким целям;
- фланговый – огонь, направленный во фланг цели. Этот вид огня наиболее действителен;

- перекрестный – огонь, ведущийся по одной цели не менее чем с двух направлений. Перекрестный огонь наиболее действителен, если открывается внезапно.

По тактическому назначению огонь бывает:

- кинжальный – огонь из пулеметов, открываемый внезапно с близких расстояний в одном определенном направлении. Он подготавливается на расстояниях, не превышающих дальность прямого выстрела для грудных фигур, и ведется с тщательно замаскированной позиции с предельным напряжением огня до полного уничтожения противника или до воспреещения его попыток продвижения в данном направлении;
- сосредоточенный – огонь нескольких пулеметов, гранатометов, автоматов и т.д., а также огонь одного или нескольких подразделений, направленный по одной цели или по части боевого порядка противника. Сосредоточенным огнем достигается наиболее быстрое уничтожение или подавление противника.

По напряженности стрельбы из стрелкового оружия различают следующие виды огня:

- из винтовок и карабинов – одиночными выстрелами;
- из автоматов – короткими и длинными очередями и одиночными выстрелами;
- из пулеметов – короткими и длинными очередями и непрерывный.

По способу стрельбы из станковых и крупнокалиберных пулеметов огонь бывает:

- огонь в точку, ведущийся при закрепленных механизмах наводки по одиночным целям;
- огонь с рассеиванием по фронту, ведущийся для поражения широких целей при открепленном механизме горизонтальной наводки;
- огонь с рассеиванием в глубину, ведущийся по глубоким целям при открепленном механизме тонкой наводки;

- огонь с одновременным рассеиванием по фронту и в глубину, ведущийся по широким и глубоким целям, расположенным на некоторой площади, а также по хорошо замаскированным целям.

На основании исследования явлений, сопровождающих стрельбу, и оценки ее действительности вырабатываются правила стрельбы, обеспечивающие при систематическом их применении получение наилучших результатов поражения цели с наименьшим расходом боеприпасов и времени, и требования к образцам вооружения. Заблаговременно разработанные на основании теории стрельбы правила и требования уточняются опытными стрельбами. Из теории стрельбы известно, что наилучших результатов стрельбы и наименьшего расхода боеприпасов и времени можно ожидать при совмещении средней точки попадания (центра рассеивания) с серединой цели. Поэтому правила стрельбы для стрелкового оружия предусматривают положение о том, как необходимо выбирать (определять) установки прицела, целика и точку прицеливания в зависимости от расстояния до цели, ее характера (движущаяся, групповая и т.д.) и условий стрельбы (безветрие, ветер, мороз и т.д.), при которых средняя траектория прошла бы через середину цели, и как необходимо вести стрельбу, корректировать огонь, чтобы цель была поражена в кратчайший срок с наименьшим расходом боеприпасов (способ стрельбы, вид огня и т.д.).

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1.

Мера измерения углов – тысячная.

За единицу измерения углов (меру углов) в стрелковой практике принимают центральный угол, длина дуги которого равна 1/6000 части длины окружности (рис. 56). Эту угловую единицу называют делением угломера.

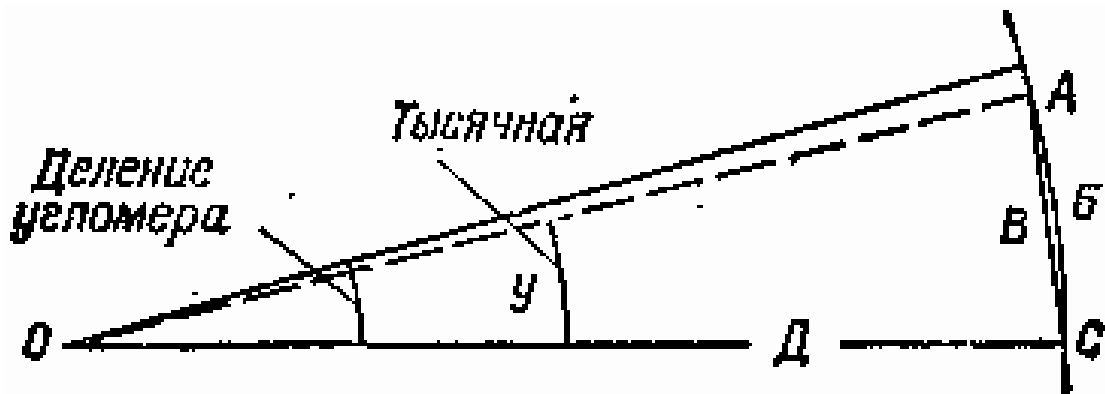


Рис. 56. Деление угломера и тысячная:
ABC – дуга; AC – хорда.

Как известно из геометрии, длина окружности равна $2\pi R$, или $6,28 R$ (R – радиус окружности). Если окружность разделить на 6000 равных частей, то каждая такая часть будет равна

$$\frac{6,28R}{6000} = \frac{1}{955} R \text{ или округленно } \frac{1}{1000} R$$

Длина дуги, соответствующая этому углу, равна 1/955 (округленно 1/1000) длины радиуса этой окружности. Поэтому деление угломера обычно называют *тысячной*.

Относительная ошибка, которая получается при этом округлении, равна 4,5 %, или округленно 5 %, т.е. тысячная на 5 % меньше деления угломера. В практике этой ошибкой пренебрегают.

Деление угломера (тысячная) позволяет легко переходить от угловых единиц к линейным и обратно, так как длина дуги, соответствующая делению

угломера, на всех расстояниях равна одной тысячной длины радиуса, равного дальности стрельбы.

Углу в одну тысячную соответствует дуга, равная на расстоянии 1000 м – 1 м (1000 м : 1000), на расстоянии 500 м – 0,5 м (500 : 1000) и т.д.

Углу в несколько тысячных соответствует длина дуги B , равная одной тысячной дальности $\left(\frac{D}{1000}\right)$, умноженной на угол, содержащий U тысячных, т.е.

$$B = \frac{D \times U}{1000}, \text{ откуда}$$

$$D = \frac{B \times 1000}{U} \text{ и } U = \frac{B \times 1000}{D}$$

Полученные формулы называются **формулами тысячной** и имеют широкое применение в стрелковой практике.

В данных формулах D – дальность до предмета в метрах; U – угол, под которым виден предмет в тысячных; B – высота (ширина) предмета в метрах, т.е. длина хорды, а не дуги, однако при малых углах (до 15°) разница между длиной дуги и хорды не превышает одной тысячной, поэтому при практической работе они считаются равными.

ПРИМЕР 1. Танк противника высотой 2,8 м виден под углом 0-05. Определить расстояние до цели (D).

$$\text{РЕШЕНИЕ. } D = \frac{2,8 \times 1000}{5} = 560 \text{ м}$$

ПРИМЕР 2. После первого выстрела по пулемету противника на расстоянии 500 м снайпер наблюдал отклонение трассы влево на одну фигуру от середины цели. Определить боковую поправку в тысячных (U).

$$\text{РЕШЕНИЕ. } U = \frac{0,75 \times 1000}{500} = 1,5 \text{ тысячных}$$

Измерение углов в делениях угломера (тысячных) может производиться: угломерным кругом буссоли, сеткой бинокля и перископа, артиллерийским кругом (на карте), целиком прицела, механизмом боковых поправок снайперского прицела и подручными предметами.

Точность углового измерения с помощью того или иного прибора зависит от точности шкалы на нем.

При использовании для измерения углов подручных предметов необходимо заранее определить их угловую величину. Для этого нужно вытянуть руку с подручным предметом на уровне глаза и заметить на местности у краев предмета какие-либо точки, затем с помощью угломерного прибора (бинокля, буссоли и т.п.) точно измерить угловую величину между этими точками.

Угловую величину подручного предмета можно также определить с помощью миллиметровой линейки. Для этого ширину (толщину) предмета в миллиметрах необходимо умножить на 2 тысячных, так как одному миллиметру линейки при ее удалении на 50 см от глаза соответствует по формуле тысячной угловая величина в 2 тысячных.

Углы, выраженные в тысячных, записываются через черточку и читаются раздельно: сначала сотни, а затем десятки и единицы. При отсутствии сотен или десятков записывается и читается ноль.

Например:

1705 тысячных записываются 17-05, читаются – семнадцать ноль пять;

130 тысячных записываются 1-30, читаются – один тридцать;

100 тысячных записываются 1-00, читаются – один ноль;

одна тысячная записывается 0-01, читается – ноль ноль один.

При решении огневых задач бывает необходимо перейти от градусного измерения углов к тысячной и наоборот.

Так как окружность имеет 360° , или 6000 делений угломера (тысячных), то одному делению угломера (тысячной) будет соответствовать $3',6$

$$\left(\frac{360 \times 60'}{6000} = \frac{21600'}{6000} = 3',6 \right) \text{т. е. } 0-01 = 3',6$$

Применяя подобные решения, определено, что $1^\circ \approx 0-17$, $1-00 = 6^\circ$ и т.п.

Приложение 2.

Обоснование правил проверки боя стрелкового оружия и приведения его к нормальному бою

Одним из существенных факторов, влияющих на результаты стрельбы, является качество проверки боя оружия и приведения его к нормальному бою. Поэтому проверка боя оружия и приведение его к нормальному бою должны производиться с особой тщательностью и точностью.

Проверка боя оружия производится в целях выявления соответствия положения средней точки попадания и рассеивания пуль установленным нормам. Эти нормы даются для каждого вида оружия в соответствующих наставлениях по стрелковому делу.

Проверка боя оружия производится:

- при поступлении его в подразделение;
- после ремонта оружия и замены частей, которые могли бы изменить его бой;
- при обнаружении во время стрельбы значительных отклонений пуль;
- в условиях боевой обстановки – периодически по возможности.

Перед проверкой боя оружие должно быть тщательно осмотрено и, если нужно, отремонтировано.

Если при проверке боя окажется, что положение средней точки попадания или рассеивание пуль не удовлетворяет установленным требованиям, то оружие приводится к нормальному бою.

Приведение оружия к нормальному бою производится стрельбой с последующей регулировкой прицельных приспособлений.

При приведении оружия к нормальному бою прицельной линии придается необходимое положение по отношению к оси канала ствола. После приведения оружия к нормальному бою на одной установке прицела всем остальным установкам прицела будут соответствовать необходимые углы

прицеливания и превышения средних траекторий над линией прицеливания для данного экземпляра оружия на все дальности стрельбы.

Стрельба при проверке боя и приведении оружия к нормальному бою производится лично стрелком, за которым закреплено это оружие.

Стрельба при проверке боя оружия и приведении его к нормальному бою производится в ясные, безветренные дни или на защищенном от ветра участке стрельбища. Прицельные приспособления должны быть укрыты от прямых солнечных лучей и не должны блестеть. С целью облегчения устранения сваливания оружия и для удобства прицеливания щиты с мишенями устанавливаются строго по отвесу, а точка прицеливания должна находиться примерно на высоте (уровне) головы стрелка.

Стрельба из винтовки, карабина и автомата производится из положения лежа с упора. В качестве упора может быть использован мешок, не туго набитый древесными опилками или песком. Можно применять упор из дерна. Стрельба из пулеметов производится из положения лежа на грунте средней плотности (дернистом грунте). Стрельба из пистолета (револьвера) производится из положения стоя или лежа как с упора, так и без него.

Наиболее выгодной формой мишени для приведения оружия к нормальному бою является прямоугольник или круг черного цвета. Ширина мишени должна быть равна видимой ширине мушки. При прицеливании по такой мишени мушка своими боковыми гранями сливается с краями прямоугольника, что позволяет стрелку замечать незначительные отклонения по боковому направлению. Высота мишени (диаметр круга) устанавливается опытным путем; она должна обеспечивать четкую видимость точки прицеливания.

Дальность стрельбы для проверки боя оружия и приведения его к нормальному бою определяется возможностью проверить качество оружия, избежать влияния метеорологических условий на полет пули и иметь хорошую точность прицеливания. Такой дальностью является: для пистолетов

(револьверов) – 25 – 50 м; для автоматов – 50 – 100 м; для остальных видов оружия – 100 м.

При стрельбе на дальность, больше установленной, на бой оружия заметное влияние оказывают метеорологические условия. При стрельбе на дальность, меньше установленной, ненормальности, если они имеются в оружии, не сказываются заметно на его бое.

Установка прицела для проверки боя оружия и приведения его к нормальному бою определяется наиболее часто применяющейся в бою дальностью стрельбы. Для большинства видов стрелкового оружия такой установкой является прицел «3».

Положение контрольной точки (нормальное положение средней точки попадания) зависит от установки прицела и дальности стрельбы и определяется превышением средней траектории над линией прицеливания (точкой прицеливания).

Стрельба при проверке боя оружия и приведении его к нормальному бою должна производиться патронами с обыкновенными пулями.

Число выстрелов при проверке боя оружия и приведении его к нормальному бою определяется заданной точностью приведения оружия к нормальному бою и возможностью оценить рассеивание пуль (кучность боя).

Под точностью приведения оружия к нормальному бою понимается точность совмещения центра рассеивания с контрольной точкой. Точность совмещения центра рассеивания с контрольной точкой тем больше, чем точнее определено положение средней точки попадания и исправлено положение мушки (целика) на оружии.

Точность определения положения средней точки попадания зависит от количества выстрелов (групп выстрелов). Чем больше будет произведено выстрелов, тем точнее можно определить положение средней точки попадания. Опытным путем и расчетами установлено, что для достижения достаточной для практики точности в определении положения средней точки попадания при стрельбе одиночными выстрелами требуется 4 патрона. Увеличение числа

выстрелов незначительно повышает точность определения средней точки попадания, но в то же время приводит к увеличенному расходу патронов.

При приведении оружия к нормальному бою автоматическим огнем ошибка в прицеливании влияет на отклонение всей очереди и одна очередь может дать неверное представление о положении средней точки попадания. Поэтому для определения средней точки попадания с достаточной точностью необходимо производить две-три очереди установленной длины, на что потребуется не менее 8 – 10 патронов. Кроме того, при таком количестве выстрелов автоматическим огнем более полно выявляется рассеивание.

Четыре выстрела одиночным огнем и 8 – 10 выстрелов автоматическим огнем позволяют также сделать правильный вывод о кучности боя оружия.

Если после первой стрельбы кучность боя или отклонение средней точки попадания от контрольной точки незначительно отличается от установленных норм, допускается повторная стрельба, так как это могло произойти по причинам, зависящим от стрелка, а не от оружия.

Явно отклонившейся пробойной при четырех одиночных выстрелах следует считать ту, которая оказалась вне габарита и отклонилась от средней точки попадания, найденной по трем наиболее кучно расположенным пробоинам, на расстояние больше 2,5 радиуса рассеивания этих трех пробоин.

Рассматривать пробойну как явно отклонившуюся и исключать ее при определении средней точки попадания и величины рассеивания можно только в том случае, если рассеивание всех четырех пробоин превышает установленные соответствующим наставлением по стрелковому делу нормы.

Для оценки кучности боя при проверке боя оружия и приведении его к нормальному бою применяется габарит в форме круга (окружности) определенной величины, так как рассеивание в вертикальной плоскости при стрельбе на близкие расстояния имеет форму круга.

Диаметр этого круга (габарита) для каждого вида оружия определяется на основании опытных стрельб и принимается таким, чтобы при данном количестве выстрелов оружие, имеющее нормальную кучность боя, не могло

быть забраковано, а оружие с ненормальной кучностью боя не могло быть признано хорошим. Он равен примерно 2,5 – 3 средним отклонениям, при этом допускается исключение явно отклонившейся пробойны.

Величина отклонения средней точки попадания от контрольной точки при приведении оружия к нормальному бою определяется влиянием допустимых отклонений на действительность стрельбы и практической возможностью совмещения средней точки попадания с контрольной точкой при ограниченном количестве выстрелов. Допустимое же отклонение средней точки попадания от контрольной устанавливается на основании опытных стрельб. Оно равно примерно 2,5 среднего отклонения среднего результата.

Среднее отклонение среднего результата равно частному от деления среднего отклонения на корень квадратный из количества отклонений (выстрелов).

При приведении оружия к нормальному бою величина необходимого перемещения мушки при отклонении средней точки попадания от контрольной точки находится из подобия треугольников ABC и ADE (рис. 57).

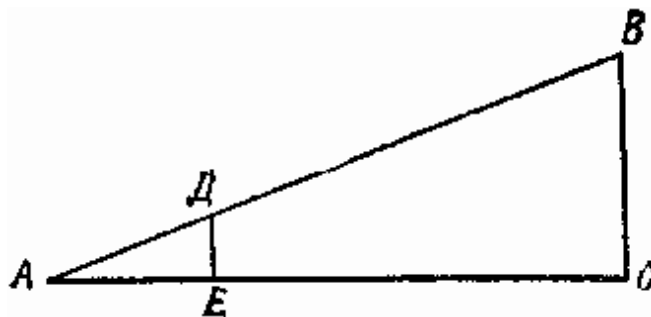


Рис. 57. Определение величины перемещения мушки при отклонении СТП от КТ.

ПРИМЕР. Определить величину перемещения мушки, если при приведении самозарядного карабина Симонова к нормальному бою средняя точка попадания отклонилась от контрольной на 10 см.

РЕШЕНИЕ. Дальность стрельбы

$$AC = 100 \text{ м} = 100\,000 \text{ мм};$$

отклонение средней точки попадания от контрольной точки

$$BC = 10 \text{ см} = 100 \text{ мм};$$

длина прицельной линии карабина $AE = 48 \text{ см} = 480 \text{ мм};$

величина перемещения мушки $DE = \frac{AE \times BC}{AC} = \frac{480 \times 100}{100000} = 0,48 \text{ мм}$ или

округленно 0,5 мм, т.е. перемещение мушки карабина на 0,5 мм вызывает отклонение средней точки попадания на 10 см.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Малышев В.А. «Основы стрельбы из боевого пистолета». Пособие. – С.Пб, 1993.
2. Наставление по стрелковому делу. – М., Воениздат, 1985.
3. Лови А.А. «Основы стрельбы из стрелкового, артиллерийского и танкового оружия». Выстрел, 1958.
4. Семиколонов Н.П. «Основы стрельбы из оружия стрелковых подразделений». – М., 1958
5. Юрьев А.А. Пулевая стрельба. – М., ФиС, 1973.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ВЗРЫВЧАТЫЕ ВЕЩЕСТВА.....	3
2. ВНУТРЕННЯЯ БАЛЛИСТИКА	8
2.1. Выстрел и его периоды.....	8
2.2. Прочность и «живучесть» стволов	13
2.3. Начальная скорость пули и ее значение.	16
2.4. Отдача оружия и образование угла вылета.	19
3. СВЕДЕНИЯ ИЗ ВНЕШНЕЙ БАЛЛИСТИКИ.	24
3.1. Траектория полета пули.....	24
3.2. Действие сопротивления воздуха на пулю продолговатой формы.....	29
3.3. Элементы траектории.	33
3.4. Форма траектории и ее практическое значение.	35
3.5. Прицеливание (наводка оружия).	40
3.6. Зависимость формы траектории от величины начальной скорости пули, ее формы и поперечной нагрузки.....	43
3.7. Влияние условий стрельбы на полет пули и их учет.....	46
3.8. Влияние движения цели на точность стрельбы.	49
4. РАССЕЙВАНИЕ ПУЛЬ ПРИ СТРЕЛЬБЕ	51
4.1. Явление рассеивания.....	51
4.2. Причины рассеивания.	52
4.3. Закон рассеивания.	54
4.4. Определение средней точки попадания.	55
4.5. Меры рассеивания и зависимость между ними.	58
4.6. Характер рассеивания при стрельбе одиночными выстрелами.	66
4.7. Характер рассеивания при стрельбе автоматическим огнем (очередями).66	
4.8. Зависимость характера и величины рассеивания от условий стрельбы....	72
4.9. Меткость стрельбы и поражаемая зона.....	76
5. ДЕЙСТВИТЕЛЬНОСТЬ СТРЕЛЬБЫ	79
5.1. Понятие о действительности стрельбы.	79
5.2. Вероятность попадания и ее зависимость от различных причин.....	86
5.3. Зависимость действительности стрельбы от различных причин.	88
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	94
Приложение 1.....	94
Приложение 2.....	97
ЛИТЕРАТУРА:	103

Составители:

Костин Юрий Викторович, к.и.н., доцент,

Егоров Владимир Васильевич

История России:

Учебное пособие для поступающих в ОрЮОИ МВД России.

Часть 1.

Технический редактор

Паньков С.Л.

Корректор

Ермакова О.А.

Свидетельство о государственной аккредитации

Рег. № 0543 от 15.03.02 г.

Подписано в печать _____ г. Гарнитура Таймс.

Формат 60x90¹/₁₆. Бумага кн.-журн. Печать ризография.

Усл.изд.л. - _____. Тираж _____. Заказ № _____.

Орловский юридический институт МВД РФ.

302027, Орел, Игнатова, 2.

