



**Военная кафедра  
АО «Университет КАЗГЮУ»  
ОБЩЕВОИНСКАЯ ПОДГОТОВКА**



**Лекция**

**Тема 2: Баллистика**

**Учебные вопросы:**

- 1. Определение внутренней и внешней баллистики. Сущность явления выстрела, его периоды. Начальная скорость полета пули и ее практическое значение.**
- 2. Траектория и ее элементы. Прямой выстрел и ее практическое значение. Поражаемое, прикрытое и мертвое пространство, их определение и практическое использование в боевой обстановке.**
- 3. Рассеивание снарядов и пуль при стрельбе, причины рассеивания. Закон рассеивания.**

**Литература :**

- 1. Наставление по стрелковому делу. Основы стрельбы из стрелкового оружия, Главное управление боевой подготовки, Астана, 2002 г., стр. 3-78.**
- 2. Наставление по стрелковому делу. Основы стрельбы из стрелкового оружия, Воениздат, Москва, 1984 г., стр. 3-93.**

**Астана, 2016**



## Введение:

В многочисленных войнах на протяжении всей истории человечества враждующие стороны, доказывая своё превосходство, использовали сначала камни, копья и стрелы, а затем ядра, пули, снаряды и бомбы.

Успех сражения во многом определялся точностью попадания в цель.

При этом точный бросок камня, поражение противника летящим копьем или стрелой фиксировались воином визуально. Это позволяло при соответствующей тренировке повторять свой успех в следующем сражении. Однако, навык воина и разрешающей способности его глаза было недостаточно для точного попадания в цель с появлением артиллерии и дальнобойного огнестрельного оружия. Желание побеждать стимулировало появление **баллистики** (от греческого слова «*ballo*»-бросаю). Она возникла в XVI веке.

Для того чтобы освоить технику стрельбы из любого оружия, следует знать теоретические положения баллистики, без которых ни один стрелок не может показывать высоких результатов и его обучение будет малоэффективным.

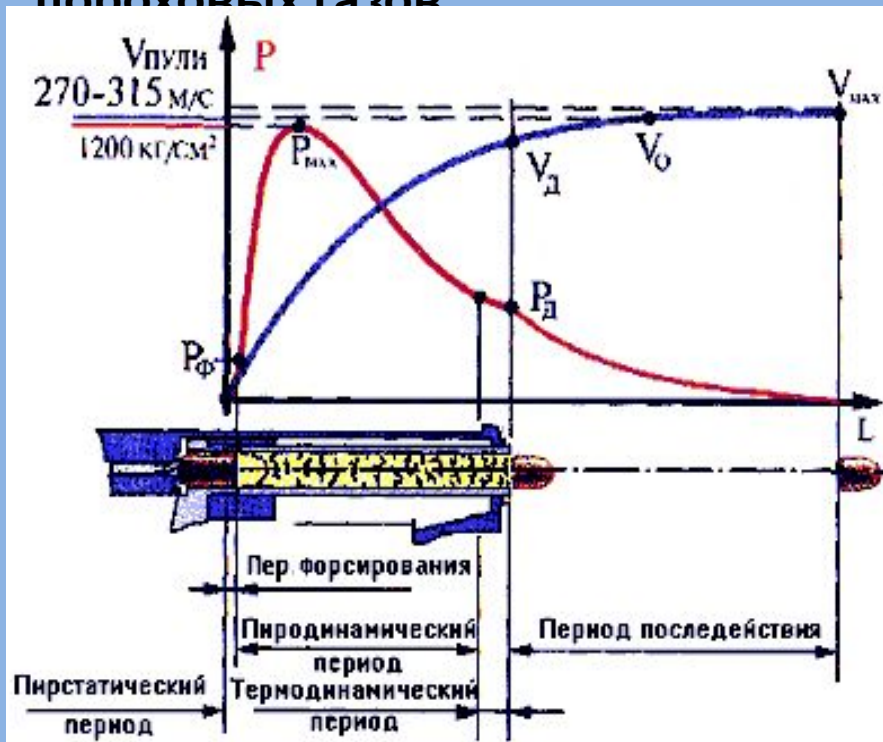
**Баллистика** – наука о движении тел, брошенных в пространство, основанная на математике и физике. Она занимается, главным образом, исследованием движения пуль и снарядов, выпущенных из огнестрельного оружия, реактивных снарядов и баллистических ракет.



## Учебный вопрос № 1:

**Определение внутренней и внешней баллистики. Сущность явления выстрела, его периоды. Начальная скорость полета пули и ее практическое значение.**

**Внутренняя баллистика** – наука, изучающая явления, происходящие в канале ствола во время выстрела, движение пули в канале ствола оружия под действием пороховых газов и других процессов, происходящих при выстреле в канале ствола и за его пределами в период последствия пороховых газов.



Основные разделы **внутренней баллистики**:

- пиростатика, изучающая закономерности горения пороха и газообразования в постоянном объеме;
- пиродинамика, исследующая процессы в канале ствола при выстреле и устанавливающая связь между ними, конструктивными характеристиками канала ствола и условиями заряжания;
- баллистическое проектирование оружия.



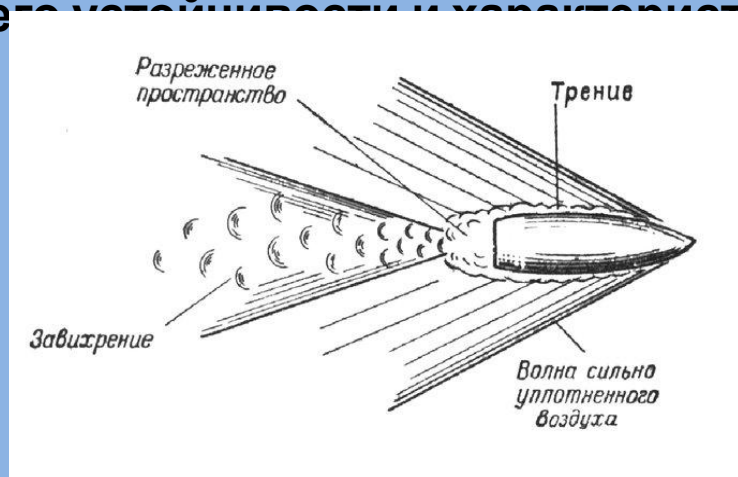
## Учебный вопрос № 1:

**Определение внутренней и внешней баллистики. Сущность явления выстрела, его периоды. Начальная скорость полета пули и ее практическое значение.**

**Внешняя баллистика** – наука, изучающая движение пули после прекращения воздействия на нее пороховых газов (ее силового взаимодействия со стволом оружия) и факторов, влияющих на это движение.

Основные разделы **внешней баллистики**:

- изучение сил и моментов, действующих на пулю в полете;
- изучение движения центра масс пули для расчета элементов траектории;
- изучение движения пули относительно центра масс с целью определения ее устойчивости и характеристик рассеивания.





## Учебный вопрос № 1:

**Определение внутренней и внешней баллистики. Сущность явления выстрела, его периоды. Начальная скорость полета пули и ее практическое значение.**



**Выстрелом** называется взрывание пули (гранаты) из канала ствола оружия энергией газов, образующихся при сгорании порохового заряда.

От удара бойка по капсюлю боевого патрона, посланного в патронник, взрывается ударный состав капсюля и образуется пламя, которое через затравочные отверстия в дне гильзы проникает к пороховому заряду и воспламеняет его.

При сгорании порохового (боевого) заряда образуется большое количество сильно нагретых газов, создающих в канале ствола высокое давление на дно пули, дно и стенки гильзы, а также на стенки ствола и затвор.



## Учебный вопрос № 1:

**Определение внутренней и внешней баллистики. Сущность явления выстрела, его периоды. Начальная скорость полета пули и ее практическое значение.**



врезается в нарезы; вращаясь по ним, продвигается по каналу ствола с непрерывно воз-растающей скоростью и выбрасывается наружу по направлению оси канала ствола. Давление газов на дно гильзы вызывает движение оружия (ствола) назад.

При выстреле из автоматического оружия, устройство которого основано на принципе использования энергии пороховых газов, отводимых через отверстие в стенке ствола (автомат АК-74, снайперская винтовка СВД), часть порохо-вых газов, кроме того, после прохождения через него в газовую камеру, ударя-ет в поршень и отбрасывает толкатель с затвором назад.



## Учебный вопрос № 1:

**Определение внутренней и внешней баллистики.  
Сущность явления выстрела, его периоды. Начальная  
скорость полета пули и ее практическое значение.**



Рис. 35. На открытом воздухе порох горит спокойно. В замкнутом пространстве порох взрывается



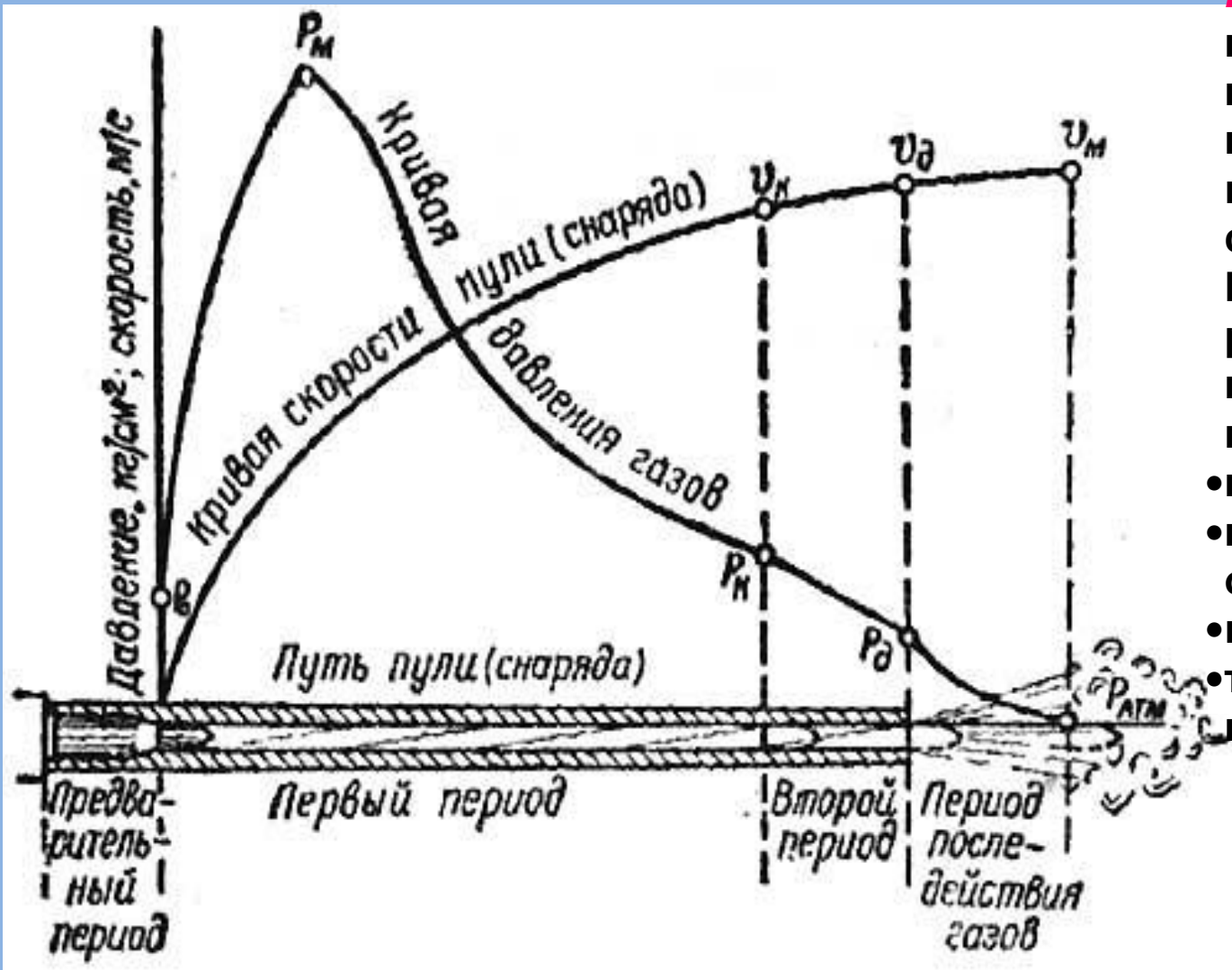
При **сгорании порохового заряда**:

- до **25-35%** выделяемой энергии затрачивается на сообщение пуле поступательного движения (основная работа);
- до **15-25 %** энергии - на совершение второстепенных работ (врезание и преодоление трения пули при движении по каналу ствола; нагревание стенок ствола, гильзы и пули; перемещение подвижной части оружия, газообразной и не сгоревшей части пороха);
- около **40 %** энергии не используется и теряется после вылета пули из ствола канала.



## Учебный вопрос № 1:

Определение внутренней и внешней баллистики. Сущность явления выстрела, его периоды. Начальная скорость полета пули и ее практическое значение.



**Выстрел**

происходит в очень короткий промежуток времени (0,001-0,06 сек.).

При выстреле различают четыре последовательных периода:

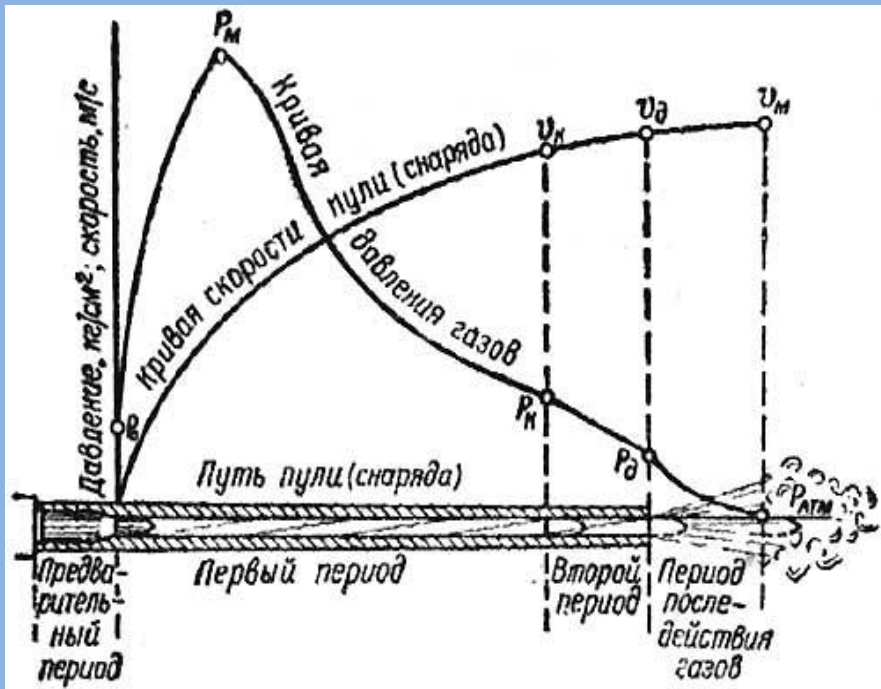
- предварительный;
- первый, или основной;
- второй;
- третий, или период последующего действия газов.





## Учебный вопрос № 1:

**Определение внутренней и внешней баллистики. Сущность явления выстрела, его периоды. Начальная скорость полета пули и ее практическое значение.**



**Предварительный период** длится от начала горения порохового заряда до полного врезания оболочки пули в нарезы ствола.

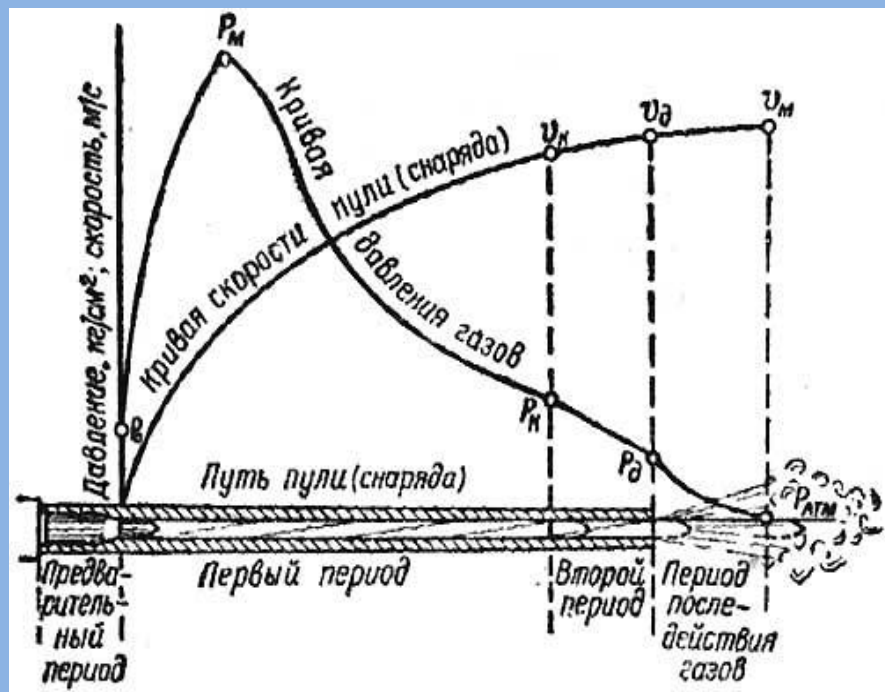
В течение этого периода в канале ствола создается давление газов, необходимое для того, чтобы сдвинуть пулю с места и преодолеть сопротивление ее оболочки врезанию в нарезы ствола.

Это давление называется **давлением форсирования**; оно достигает **250 - 500 кг/см<sup>2</sup>** в зависимости от устройства нарезов, веса пули и твердости ее оболочки. Принимают, что горение порохового заряда в этом периоде происходит в постоянном объеме, оболочка врезается в нарезы мгновенно, а движение пули начинается сразу же при достижении в канале ствола давления форсирования.



## Учебный вопрос № 1:

**Определение внутренней и внешней баллистики. Сущность явления выстрела, его периоды. Начальная скорость полета пули и ее практическое значение.**



**Первый, или основной период** длится от начала движения пули до момента полного сгорания порохового заряда.

В этот период горение порохового заряда происходит в быстро изменяющемся объеме. В начале периода, когда скорость движения пули по каналу ствола еще невелика, количество газов растет быстрее, чем объем запульного пространства (пространство между дном пули и дном гильзы), **давление газов** быстро повышается и достигает наибольшей величины (максимальное давление) – у

винтового патрона  $2900 \text{ кг/см}^2$ . Оно создается у стрелкового оружия при прохождении пулей 4 - 6 см пути. Затем вследствие быстрого движения пули объем запульного пространства увеличивается быстрее притока новых газов, и давление начинает падать, к концу периода оно равно примерно 2/3 максимальной давления. Скорость движения пули постоянно возрастает и к концу периода достигает примерно 3/4 начальной скорости. Пороховой заряд полностью сгорает незадолго до того, как пуля вылетит из канала ствола.



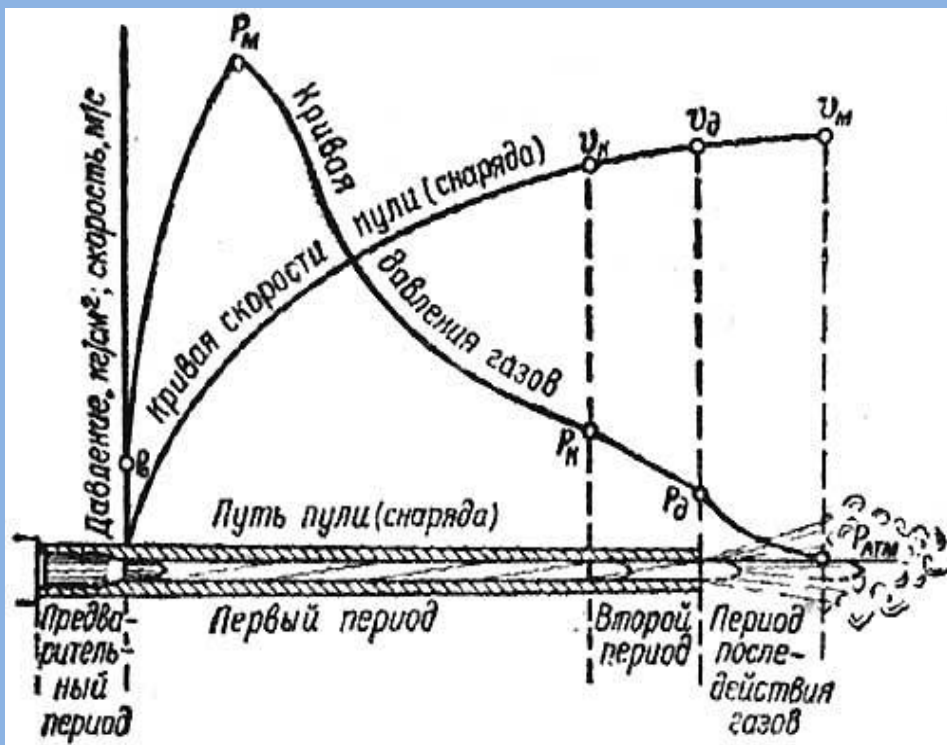
## Учебный вопрос № 1:

**Определение внутренней и внешней баллистики. Сущность явления выстрела, его периоды. Начальная скорость полета пули и ее практическое значение.**

**Второй период** длится до момента полного сгорания порохового заряда до момента вылета пули из канала ствола.

С началом этого периода приток пороховых газов прекращается, но сильно сжатые и нагретые газы расширяются и, оказывая давление на пулю, увеличивают скорость ее движения.

Спад давления во втором периоде происходит довольно быстро и у дульного среза дульное давление составляет у различных образцов оружия **300 - 900 кг/см<sup>2</sup>**. Скорость пули в момент вылета ее из канала ствола (дульная скорость) несколько меньше начальной скорости.





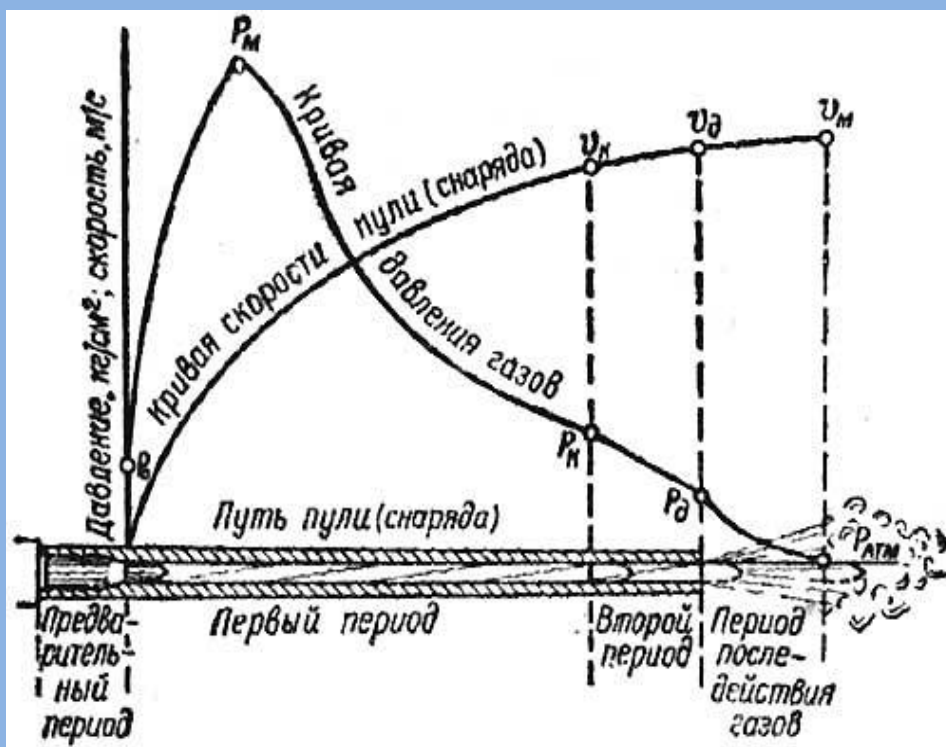
## Учебный вопрос № 1:

**Определение внутренней и внешней баллистики. Сущность явления выстрела, его периоды. Начальная скорость полета пули и ее практическое значение.**

**Третий период, или период после действия газов** длится от момента вылета пули из канала ствола до момента прекращения действия пороховых газов на пулю.

В течение этого периода пороховые газы, истекающие из канала ствола со скоростью **1200 - 2000 м/с**, продолжают воздействовать на пулю и сообщают ей дополнительную скорость.

Наибольшей (максимальной) скорости пуля достигает в конце третьего периода на удалении нескольких десятков сантиметров от дульного среза ствола. Этот период заканчивается в тот момент, когда давление пороховых газов на дно пули будет уравновешено сопротивлением воздуха.





## Учебный вопрос № 1:

**Определение внутренней и внешней баллистики. Сущность явления выстрела, его периоды. Начальная скорость полета пули и ее практическое значение.**

**Начальной скоростью** называется скорость движения пули у дульного среза ствола. За начальную скорость принимается условная скорость, которая несколько больше дульной и меньше максимальной. Ее определяют опытным путем с последующими расчетами. Величина начальной скорости пули указывается в таблицах стрельбы и в боевых характеристиках оружия.

**Начальная скорость** является одной из важнейших характеристик **боевых свойств оружия**. При увеличении начальной скорости увеличивается дальность полета пули, дальность прямого выстрела, убойное и пробивное действие пули, а также уменьшается влияние внешних условий на ее полет.

Величина начальной скорости пули зависит от:

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





## Учебный вопрос № 1:

**Определение внутренней и внешней баллистики. Сущность явления выстрела, его периоды. Начальная скорость полета пули и ее практическое значение.**



газы и тем больше начальная скорость. При постоянной длине ствола и постоянном весе порохового заряда начальная скорость тем больше, чем меньше вес пули.

**Изменение веса порохового заряда** приводит к изменению количества пороховых газов, а следовательно, и к изменению величины максимального давления в канале ствола и начальной скорости пули. Чем больше вес порохового заряда, тем больше максимальное давление и начальная скорость пули.



## Учебный вопрос № 1:

**Определение внутренней и внешней баллистики. Сущность явления выстрела, его периоды. Начальная скорость полета пули и ее практическое значение.**

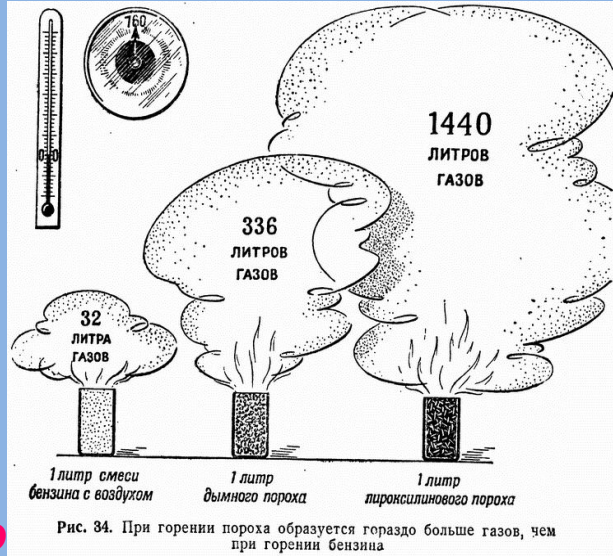


Рис. 34. При горении пороха образуется гораздо больше газов, чем при горении бензина



С по скоростью го-рения пороха, а поэтому увеличиваются максимальное давление и начальная скорость.

**При понижении температуры заряда** начальная скорость уменьшается. Увеличение (уменьшение) начальной скорости вызывает увеличение (уменьшение) дальности полета пули.

В связи с этим следует учитывать поправки дальности на температуру воздуха и заряда (температура заряда примерно равна температуре воздуха).



## Учебный вопрос № 1:

**Определение внутренней и внешней баллистики. Сущность явления выстрела, его периоды. Начальная скорость полета пули и ее практическое значение.**



Фактически начальная скорость пули зависит от количества пороха в заряде, а следовательно, и на начальную скорость пули. Они подбираются соответствующим образом при конструировании оружия.

**Плотностью заряжания** называется отношение веса заряда к объему гильзы при вставленной пуле (камеры сгорания заряда).

При глубокой посадке пули значительно увеличивается плотность заряжания, что может привести при выстреле к резкому скачку давления и вследствие этого к разрыву ствола, поэтому такие патроны нельзя использовать для стрельбы.

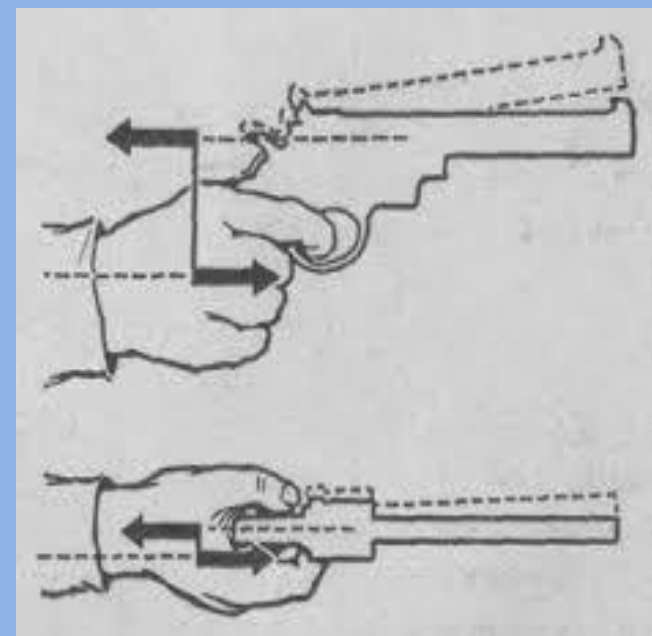
При уменьшении (увеличении) плотности заряжания увеличивается (уменьшается) начальная скорость пули.





## Учебный вопрос № 1:

**Определение внутренней и внешней баллистики. Сущность явления выстрела, его периоды. Начальная скорость полета пули и ее практическое значение.**



**Отдачей** называется движение оружия назад во время выстрела. Она ощущается в виде толчка в плечо, руку или грунт.

Действие отдачи оружия примерно во столько раз меньше начальной скорости пули, во сколько раз пуля легче оружия. Энергия отдачи у ручного стрелкового оружия обычно не превышает **2 кг/м** и воспринимается стреляющим безболезненно.



## Учебный вопрос № 1:

**Определение внутренней и внешней баллистики. Сущность явления выстрела, его периоды. Начальная скорость полета пули и ее практическое значение.**



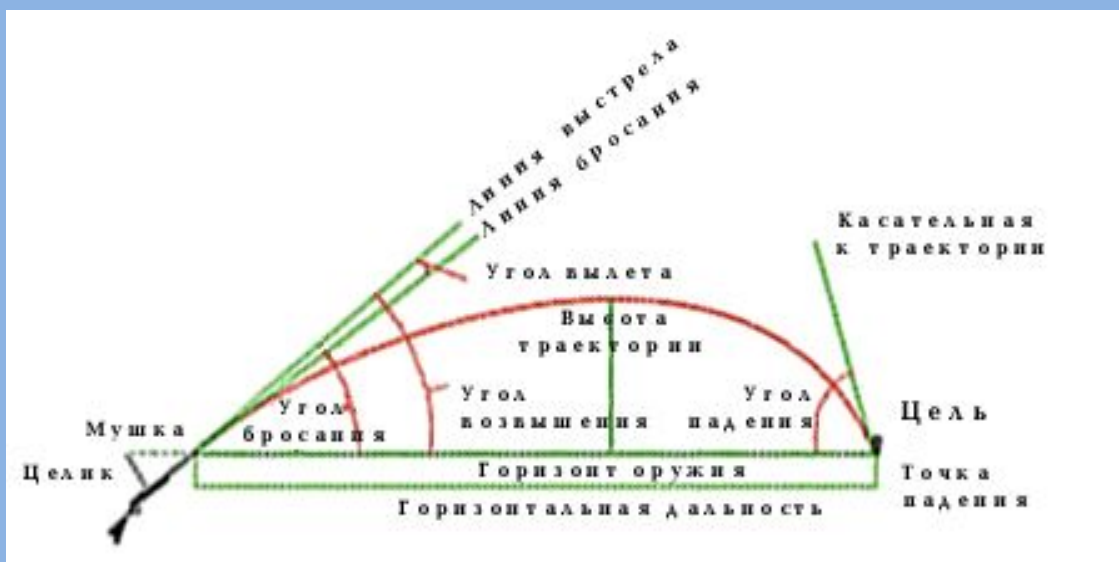
Сила отдачи и сила сопротивления отдаче (упор приклада) расположены не на одной прямой и направлены в противоположные стороны. Они образуют пару сил, под воздействием которой дульная часть ствола оружия отклоняется квер-ху. Величина отклонения дульной части ствола оружия тем больше, чем больше плечо этой пары сил.

Кроме того, при выстреле ствол оружия совершает колебательные движения - вибрирует. В результате вибрации дульная часть ствола в момент вылета пули может также отклоняться от первоначального положения в любую сторону (вверх, вниз, вправо, влево).



## Учебный вопрос № 1:

**Определение внутренней и внешней баллистики. Сущность явления выстрела, его периоды. Начальная скорость полета пули и ее практическое значение.**



Величина этого отклонения увеличивается при неправильном использовании упора для стрельбы, загрязнении оружия и т.п.

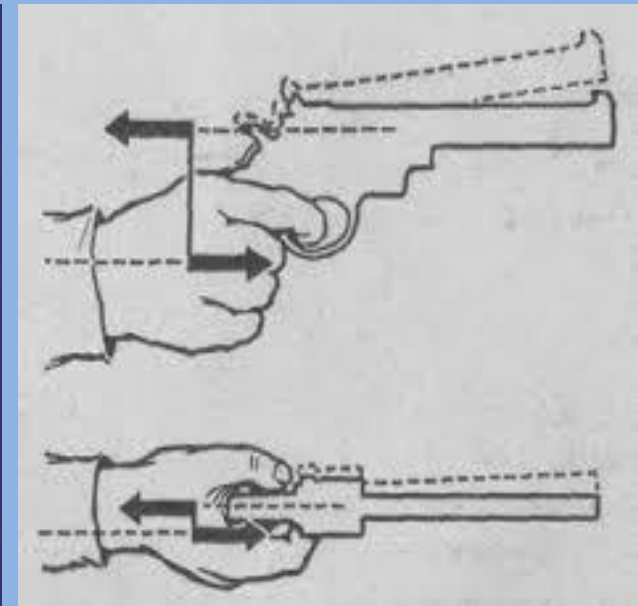
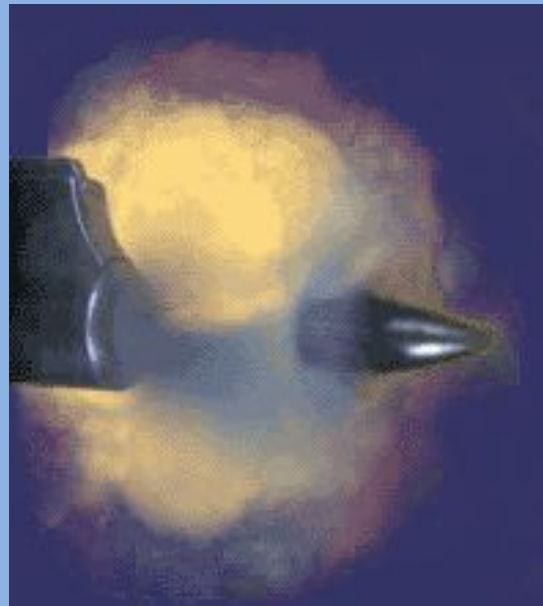
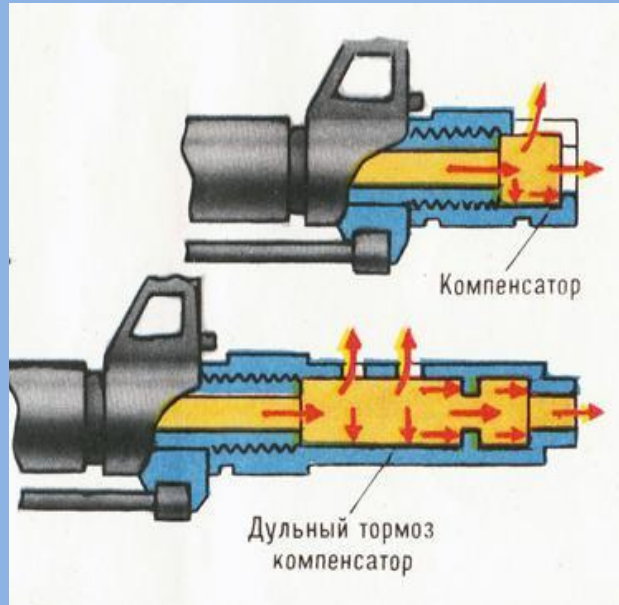
Сочетание влияния вибрации ствола, отдачи оружия и других причин приводят к образованию угла между направлением оси канала ствола до выстрела и ее направлением в момент вылета пули из канала ствола. Этот угол называется **углом вылета**.

Угол вылета считается положительным, когда ось канала ствола в момент вылета пули выше ее положения до выстрела, отрицательным - когда ниже.



## Учебный вопрос № 1:

**Определение внутренней и внешней баллистики. Сущность явления выстрела, его периоды. Начальная скорость полета пули и ее практическое значение.**



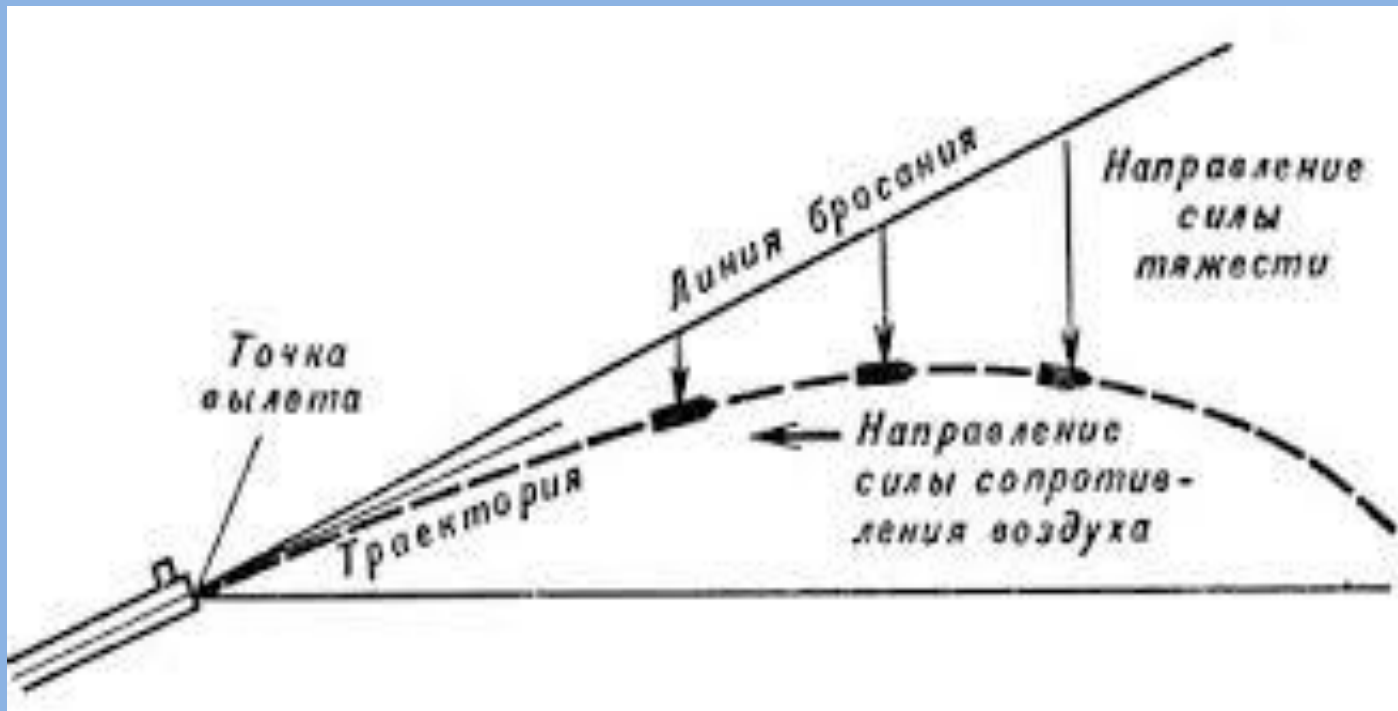
Влияние угла вылета на стрельбу устраняется при приведении его к нормаль-ному бою. Однако при нарушении правил прикладки оружия, использовании упора, а также правил ухода за оружием и его сбережением, изменяется величина угла вылета и бой оружия. С целью уменьшения вредного влияния отдачи на результаты стрельбы применяются компенсаторы.

Итак, явления выстрела, начальная скорость пули, отдача оружия имеют большое значение при стрельбе и влияют на полет пули.



## Учебный вопрос № 2:

Траектория и ее элементы. Прямой выстрел и ее практическое значение. Поражаемое, прикрытое и мертвое прост-ранство, их определение и практическое использование в боевой обстановке.



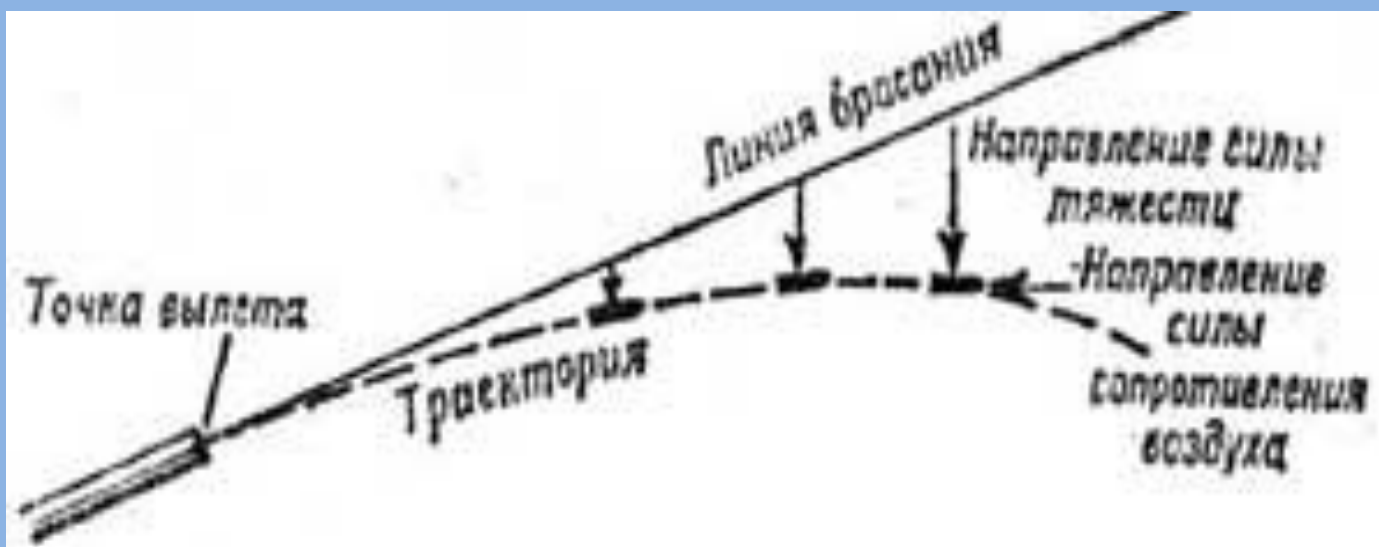
**Траекторией** называется кривая линия, описываемая центром тяжести пули в полете.

Пуля при полете в воздухе подвергается действию двух сил: **силы тяжести** и **силы сопротивления воздуха**.



## Учебный вопрос № 2:

**Траектория и ее элементы. Прямой выстрел и ее практическое значение. Поражаемое, прикрытое и мертвое прост-ранство, их определение и практическое использование в боевой обстановке.**



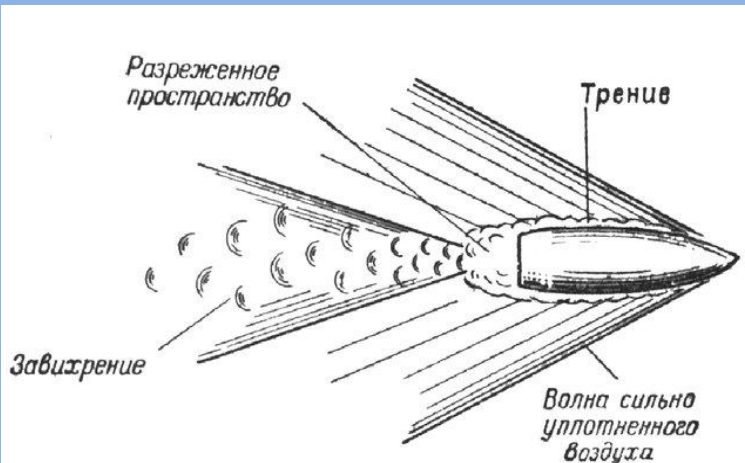
**Сила тяжести** заставляет пулю постепенно понижаться, а сила сопротивления воздуха непрерывно замедляет движение пули и стремится опрокинуть ее. В результате действия этих сил скорость полета пули постепенно уменьшается, а ее траектория представляет собой по форме неравномерно изогнутую кривую линию.

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



## Учебный вопрос № 2:

**Траектория и ее элементы. Прямой выстрел и ее практическое значение. Поражаемое, прикрытое и мертвое прост-ранство, их определение и практическое использование в боевой обстановке.**



**Сила сопротивления воздуха** вызывается трением воздуха, образованием завихрений и образованием баллистической волны.

Частицы воздуха, соприкасающиеся с движущейся пулей (гранатой), вследствие внутреннего сцепления (вязкости) и сцепления с ее поверхностью создают **трение** и уменьшают скорость полета пули (грана-ты).

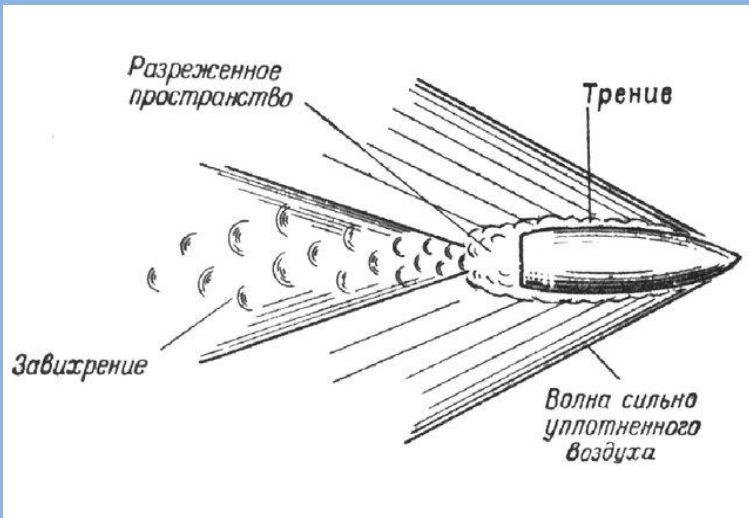
Примыкающий к поверхности пули (гранаты) слой воздуха, в котором движение частиц изменяется от скорости пули (гранаты) до нуля, называется **пограничным слоем**. Этот слой воздуха, обтекая пулю, отрывается от ее поверхности и не успева-ет сразу же сомкнуться за донной частью.

За донной частью пули образуется разреженное пространство, вследствие чего по-является разность давлений на головную и донную части. Эта разность создает си-лу, направленную в сторону, обратную движению пули, и уменьшающую скорость ее полета. Частицы воздуха, стремясь заполнить разрежение, образовавшееся за пу-лей, создают **завихрение**.



## Учебный вопрос № 2:

**Траектория и ее элементы. Прямой выстрел и ее практическое значение. Поражаемое, прикрытое и мертвое прост-ранство, их определение и практическое использование в боевой обстановке.**



Пуля (граната) при полете сталкивается с частицами воздуха и заставляет их колебаться. Вследствие этого перед пулей (гранатой) повышается плотность воздуха и образуются звуковые волны. Поэтому полет пули (гранаты) сопровождается характерным звуком.

При скорости полета пули (гранаты), меньшей скорости звука, образование этих волн оказывает незначительное влияние на ее полет, так как волны распространяются быстрее скорости полета пули (гранаты).

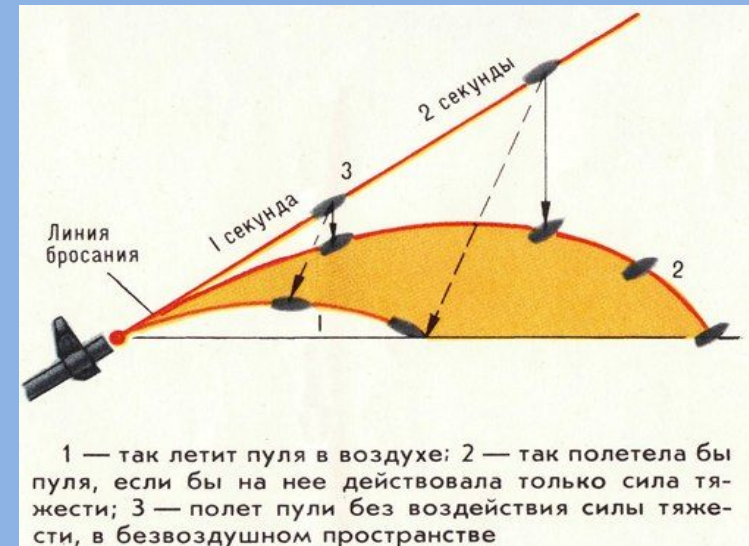
При скорости полета пули, большей скорости звука, от набегания звуковых волн друг на друга создается волна сильно уплотненного воздуха - **баллистическая волна**, замедляющая скорость полета пули, так как пуля тратит часть своей энергии на создание этой волны.





## Учебный вопрос № 2:

Траектория и ее элементы. Прямой выстрел и ее практическое значение. Поражаемое, прикрытое и мертвое прост-ранство, их определение и практическое использование в боевой обстановке.



Равнодействующая (суммарная) всех сил, образующихся вследствие влияния воздуха на полет пули, составляет **силу сопротивления воздуха**.

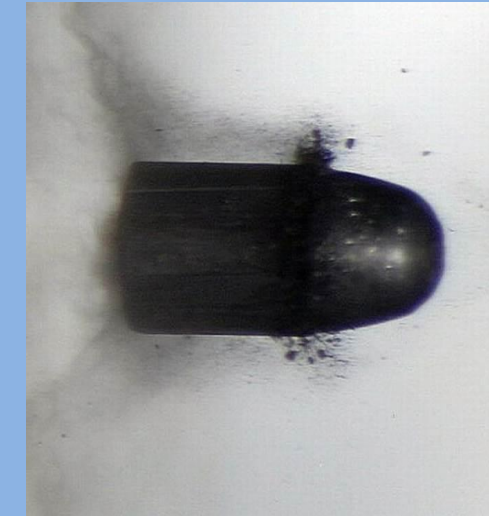
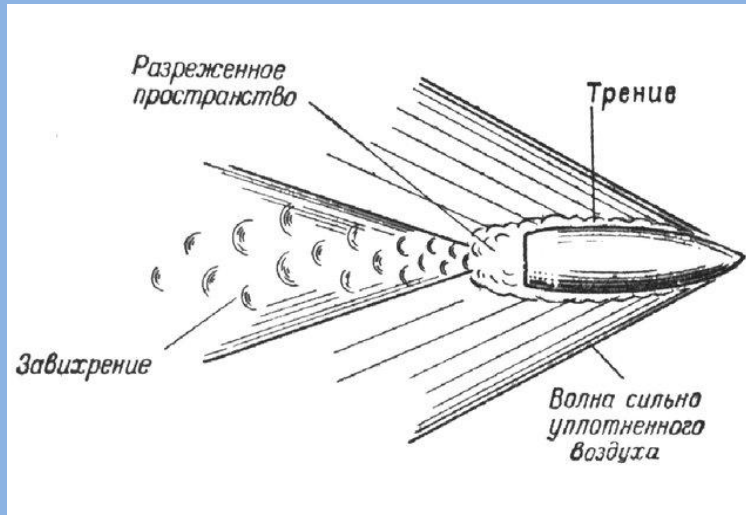
Точка приложения силы сопротивления называется **центром сопротивления**.

Действие силы сопротивления воздуха на полет пули очень велико; оно вызывает уменьшение скорости и дальности полета пули. Например, пуля обр. 1930 г. при угле бросания  $15^\circ$  и начальной скорости 800 м/с в безвоздушном пространстве полетела бы на дальность **32620 м**; дальность полета этой пули при тех же условиях, но при наличии сопротивления воздуха равна лишь **3900 м**.



## Учебный вопрос № 2:

**Траектория и ее элементы. Прямой выстрел и ее практическое значение. Поражаемое, прикрытое и мертвое прост-ранство, их определение и практическое использование в боевой обстановке.**



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

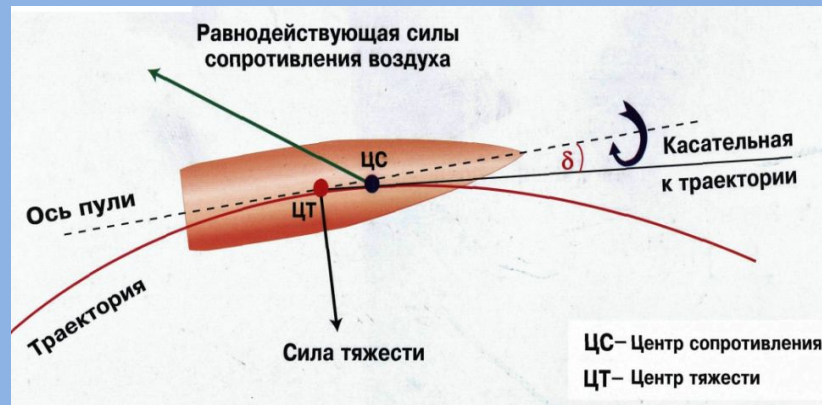
**Сила сопротивления воздуха** воз-растает с увеличением скорости полета пули, ее калибра и плотности воздуха.

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



## Учебный вопрос № 2:

**Траектория и ее элементы. Прямой выстрел и ее практическое значение. Поражаемое, прикрытое и мертвое прост-ранство, их определение и практическое использование в боевой обстановке.**



Чем глаже поверхность пули, тем меньше сила трения и сила сопротивления воздуха. Под действием начальных возмущений (толчков) в момент вылета пули из канала ствола между осью пули и касательной к траектории образуется угол ( $\delta$ ) и сила сопротивления воздуха действует не вдоль оси пули, а под углом к ней, стремясь не только замедлить движение пули, но и опрокинуть ее.

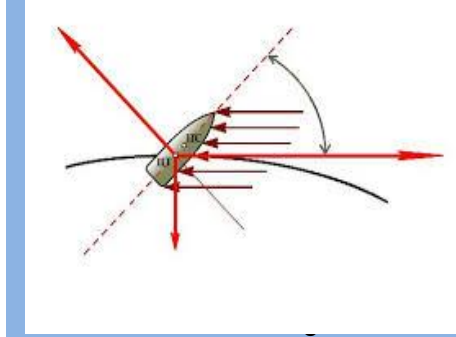
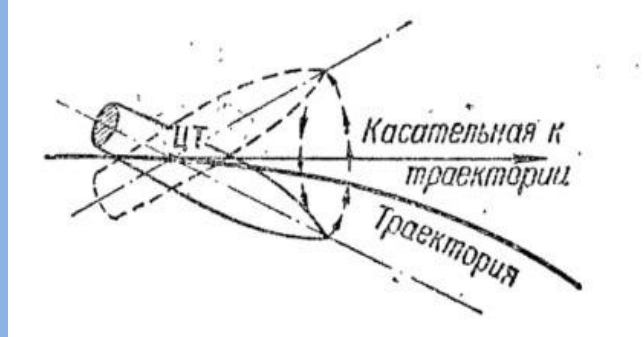
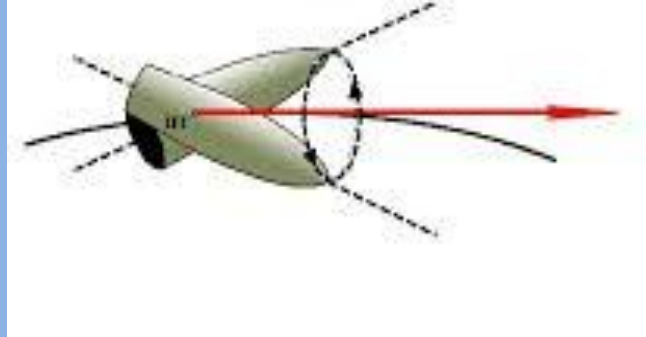
Для того чтобы пуля не опрокидывалась под действием силы сопротивления воздуха, ей придают с помощью нарезов в канале ствола быстрое вращательное движение. Например, при выстреле из автомата АК-74 **скорость вращения пули в момент вылета из канала ствола равна около 3000 оборотов в секунду.**

При полете быстро вращающейся пули в воздухе происходят следующие явления. Сила сопротивления воздуха стремится повернуть пулю головной частью вверх и назад.



## Учебный вопрос № 2:

**Траектория и ее элементы. Прямой выстрел и ее практическое значение. Поражаемое, прикрытое и мертвое прост-ранство, их определение и практическое использование в боевой обстановке.**



Но головная часть пули в результате быстрого вращения согласно свойству гирос-копа стремится сохранить приданное положение и отклониться не вверх, а весьма незначительно в сторону своего вращения под прямым углом к направлению дейст-вия силы сопротивления воздуха, т. е, вправо. Как только головная часть пули от-клонится вправо, изменится направление действия силы сопротивления воздуха – она стремится повернуть головную часть пули в право и назад, но поворот головной части пули произойдет не вправо, а вниз и т. д. Так как действие силы сопротивле-ния воздуха непрерывно, а направление ее относительно пули меняется с каждым отклонением оси пули, то головная часть пули описывает окружность, а ее ось – ко-нус с вершиной в центре тяжести. Происходит так называемое медленное коничес-кое, или прецессионное, движение, и пуля летит головной частью вперед, т. е. как бы следит за изменением кривизны траектории.



## Учебный вопрос № 2:

**Траектория и ее элементы. Прямой выстрел и ее практическое значение. Поражаемое, прикрытое и мертвое прост-ранство, их определение и практическое использование в боевой обстановке.**



Ось медленного конического движения пули отклоняется в сторону вращения (вправо при правой нарезке ствола). Ось медленного конического движения отклоняется в сторону вращения (вправо при правой нарезке ствола). Отклонение пули от плоскости стрельбы в сторону ее вращения называется **деривацией**.

Таким образом, причинами деривации являются: вращательное движение пули, сопротивление воздуха и понижение под действием силы тяжести касательной к траектории.

При отсутствии хотя бы одной из этих причин деривации не будет. В таблицах стрельбы деривация дается как поправка направления в тысячных. Однако при стрельбе из стрелкового оружия величина деривации незначительная (например, на дальности 500 м она не превышает 0,1 тысячной) и ее влияние на результаты стрельбы практически не учитывается.



## Учебный вопрос № 2:

**Траектория и ее элементы. Прямой выстрел и ее практическое значение. Поражаемое, прикрытое и мертвое прост-ранство, их определение и практическое использование в боевой обстановке.**



Для изучения траектории пули (гранаты) приняты следующие определения: Центр дульного среза ствола называется **точкой вылета**. Точка вылета является нача-лом траектории.

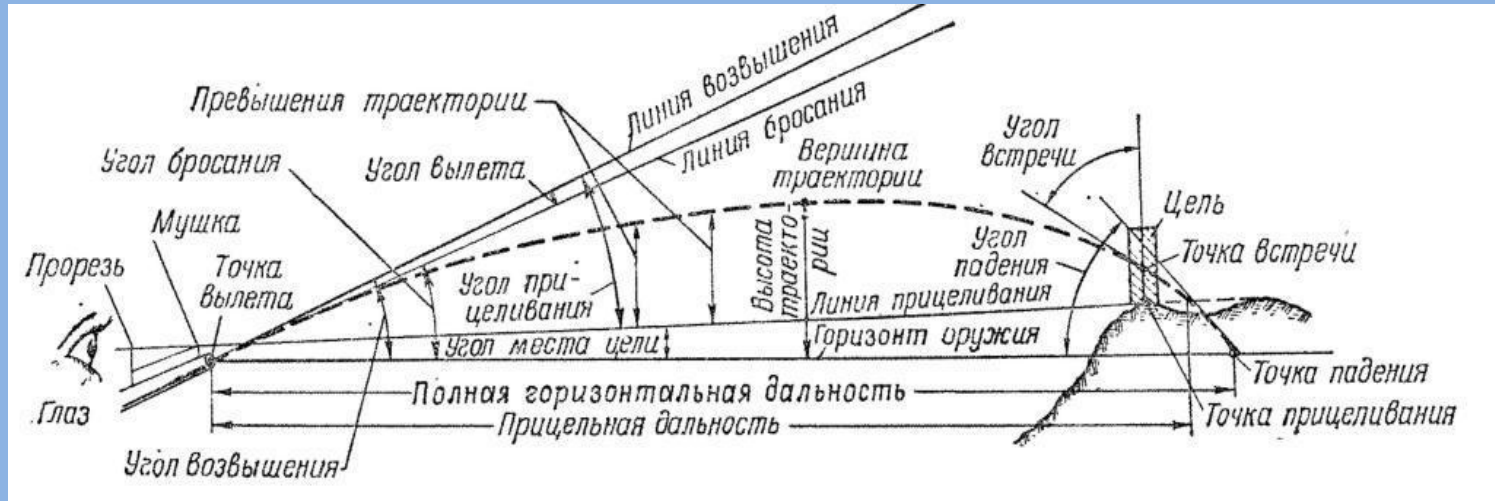
Горизонтальная плоскость, проходящая через точку вылета, называется **горизонтом оружия**. На чертежах, изображающих оружие и траекторию сбоку, горизонт оружия имеет вид горизонтальной линии. Траектория дважды пересекает горизонт оружия: в точке вы-лета и в точке падения.

Прямая линия, являющаяся продолжением оси канала ствола наведенного оружия, на-зывается **линией возвышения**.



## Учебный вопрос № 2:

**Траектория и ее элементы. Прямой выстрел и ее практическое значение. Поражаемое, прикрытое и мертвое прост-ранство, их определение и практическое использование в боевой обстановке.**



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

Угол, заключенный между линией возвышения и горизонтом оружия, называется **углом возвышения ( $\varphi$ )**.

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

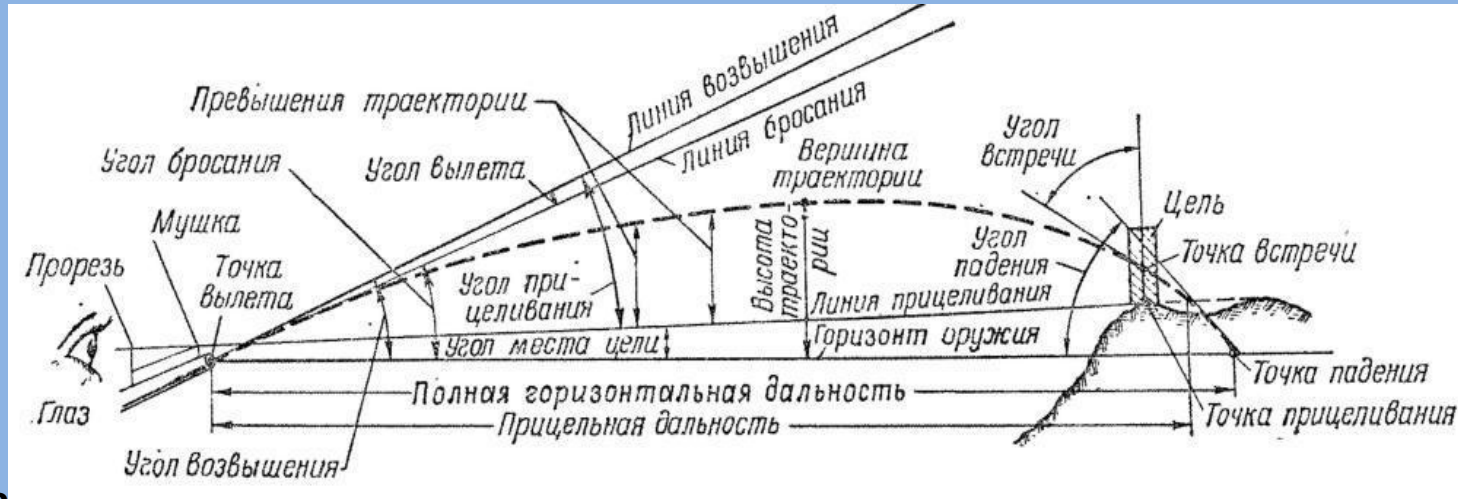
Прямая линия являющаяся продолжением оси канала ствола в момент вылета пули, называется **линией бросания**.

Угол, заключенный между линией бросания и горизонтом оружия, называется **углом бросания ( $\theta_0$ )**.



## Учебный вопрос № 2:

**Траектория и ее элементы. Прямой выстрел и ее практическое значение. Поражаемое, прикрытое и мертвое прост-ранство, их определение и практическое использование в боевой обстановке.**



Угол, заключенный между линией возвышения и линией бросания, называется **углом вылета ( $\gamma$ )**.

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

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

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

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

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





## Учебный вопрос № 2:

**Траектория и ее элементы. Прямой выстрел и ее практическое значение. Поражаемое, прикрытое и мертвое прост-ранство, их определение и практическое использование в боевой обстановке.**



Наивысшее

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

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

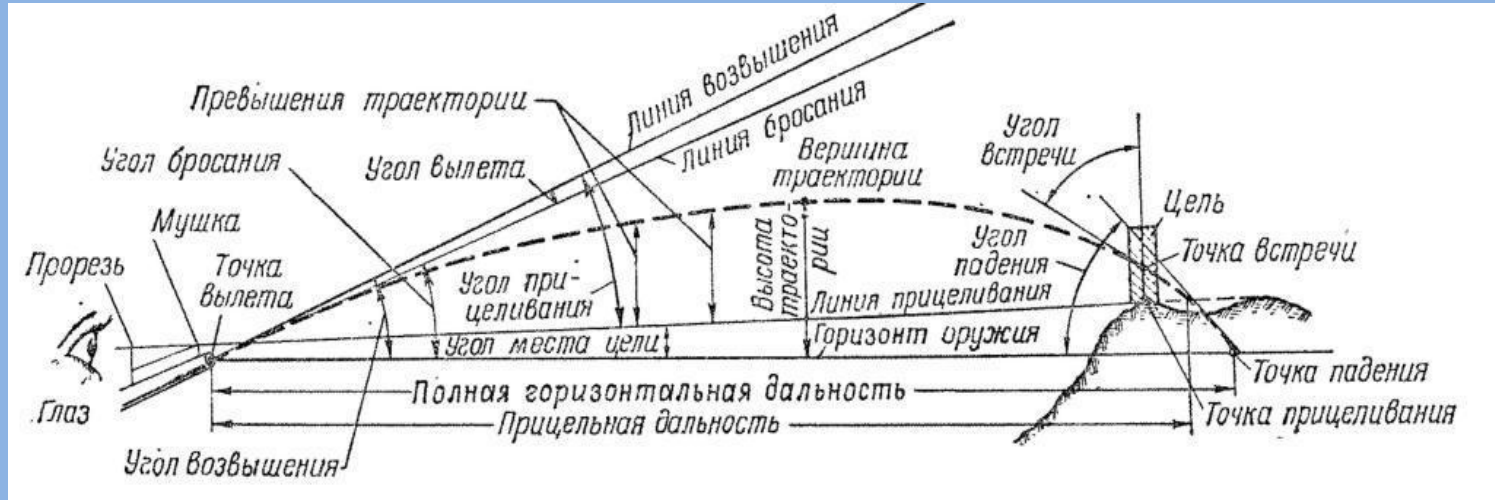
Точка на цели или вне ее, в которую наводится оружие, называется **точкой прицеливания (наводки)**.

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



## Учебный вопрос № 2:

**Траектория и ее элементы. Прямой выстрел и ее практическое значение. Поражаемое, прикрытое и мертвое прост-ранство, их определение и практическое использование в боевой обстановке.**



Угол, заключенный между линией возвышения и линией прицеливания, называется **углом прицеливания** ( $\alpha$ ).

Угол, заключенный между линией прицеливания и горизонтом оружия, называется **углом места цели** ( $\epsilon$ ).

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

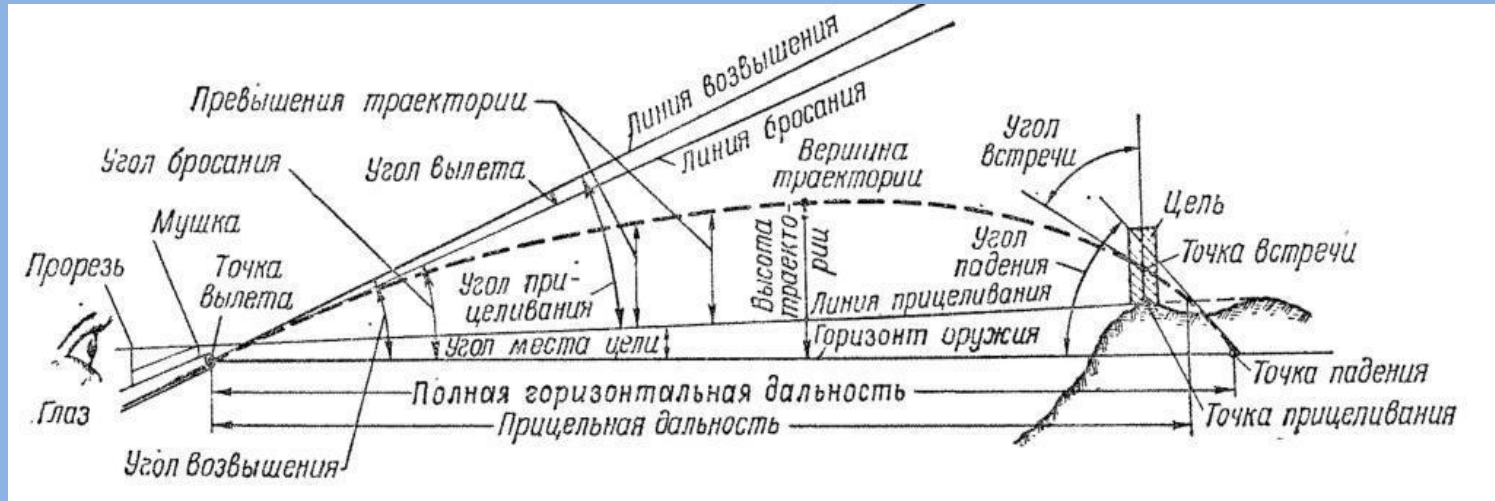
Кратчайшее расстояние от любой точки траектории до линии прицеливания называется **превышением траектории над линией прицеливания**.

Прямая, соединяющая точку вылета с целью, называется **линией цели**.



## Учебный вопрос № 2:

**Траектория и ее элементы. Прямой выстрел и ее практическое значение. Поражаемое, прикрытое и мертвое прост-ранство, их определение и практическое использование в боевой обстановке.**



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

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

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



## Учебный вопрос № 2:

**Траектория и ее элементы. Прямой выстрел и ее практическое значение. Поражаемое, прикрытое и мертвое прост-ранство, их определение и практическое использование в боевой обстановке.**



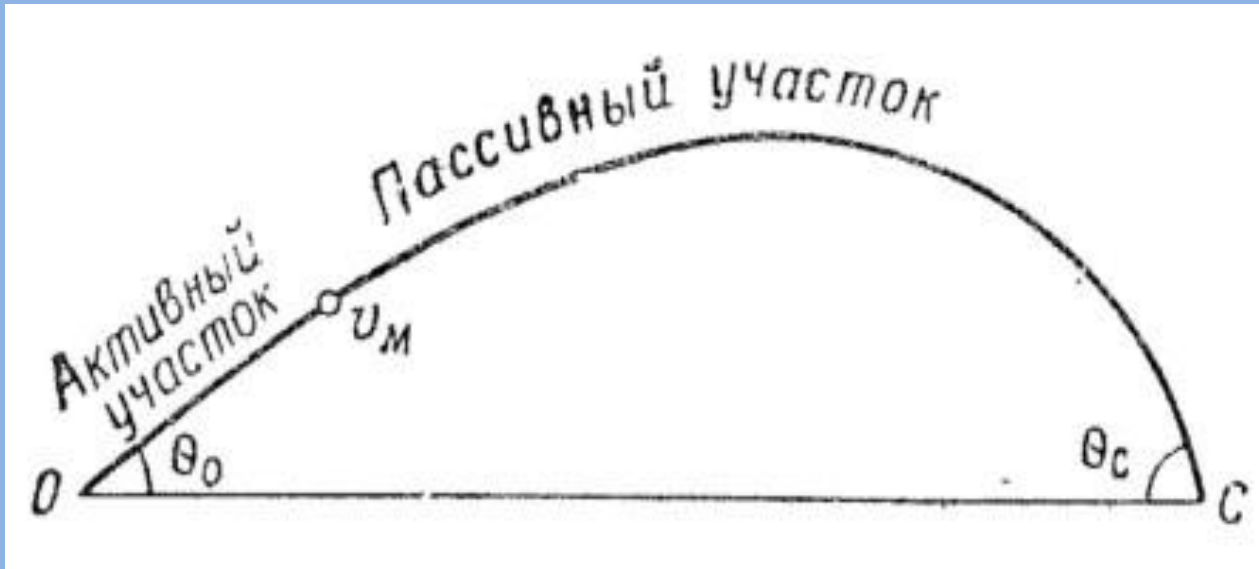
**Траектория пули в воздухе** имеет следующие свойства:

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



## Учебный вопрос № 2:

Траектория и ее элементы. Прямой выстрел и ее практическое значение. Поражаемое, прикрытое и мертвое прост-ранство, их определение и практическое использование в боевой обстановке.



Траекторию гранаты в воздухе можно разделить на два участка: **активный** – полет гранаты под действием реактивной силы (от точки вылета до точки, где действие реактивной силы прекращается) и **пассивный** полет гранаты по инер-ции. Форма траектории гранаты примерно такая же, как и у пули.



## Учебный вопрос № 2:

**Траектория и ее элементы. Прямой выстрел и ее практическое значение. Поражаемое, прикрытое и мертвое прост-ранство, их определение и практическое использование в боевой обстановке.**



Форма траектории зависит от величины **УГЛА ВОЗВЫШЕНИЯ**.

С увеличением угла возвышения высота траектории и полная горизонтальная дальность полета пули (гранаты) увеличиваются, но это происходит до известного предела. За этим пределом высота траектории продолжает увеличиваться, а полная горизонтальная дальность начинает уменьшаться.

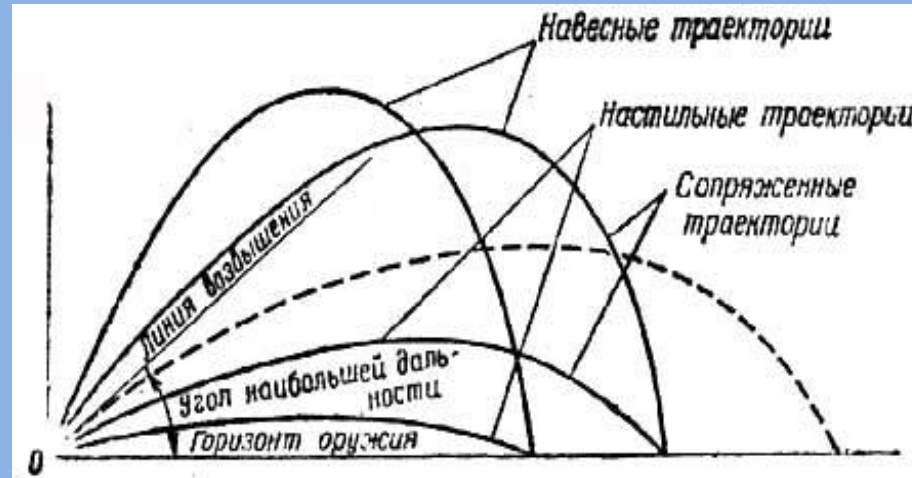
Угол возвышения, при котором полная горизонтальная дальность полета пули (гранаты) становится наибольшей, называется **УГЛОМ НАИБОЛЬШЕЙ ДАЛЬНОСТИ**.

Величина угла наибольшей дальности для пуль различных видов оружия составляет **около 35°**.



## Учебный вопрос № 2:

**Траектория и ее элементы. Прямой выстрел и ее практическое значение. Поражаемое, прикрытое и мертвое прост-ранство, их определение и практическое использование в боевой обстановке.**



Траектории, получаемые при углах возвышения, меньших угла наибольшей дальности, называются **НАСТИЛЬНЫМИ**.

Траектории, получаемые при углах возвышения, больших угла наибольшей дальности, называются **НАВЕСНЫМИ**.

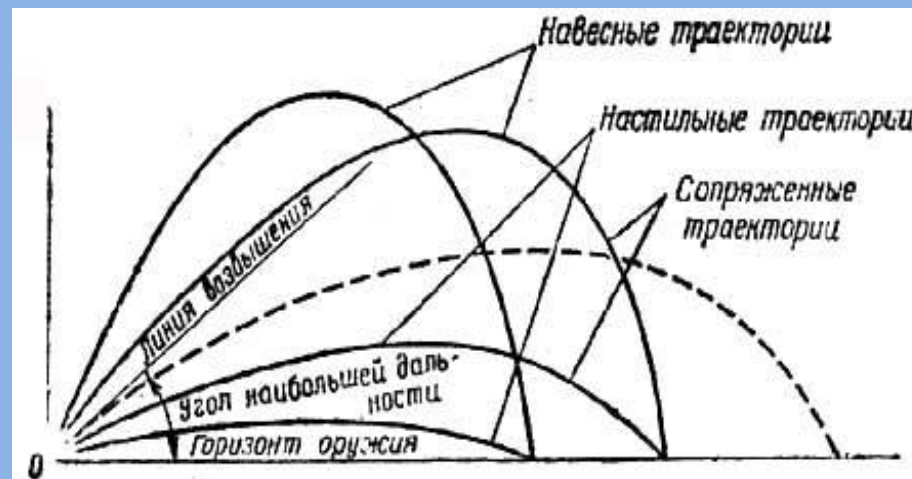
При стрельбе из одного и того же оружия (при одинаковых начальных скоростях) можно получить две траектории с одинаковой горизонтальной дальностью: настильную и навесную.

Траектории, имеющие одинаковую горизонтальную дальность при разных углах возвышения, называются **СОПРЯЖЕННЫМИ**.



## Учебный вопрос № 2:

Траектория и ее элементы. Прямой выстрел и ее практическое значение. Поражаемое, прикрытое и мертвое прост-ранство, их определение и практическое использование в боевой обстановке.



При стрельбе из стрелкового оружия и гранатометов используются **ТОЛЬКО НАСТИЛЬНЫЕ** траектории.

Чем настильнее траектория, тем на большем протяжении местности цель может быть поражена с одной установкой прицела (тем меньшее влияние на результаты стрельбы оказывают ошибка в определении установки прицела): в этом заключается практическое значение траектории.

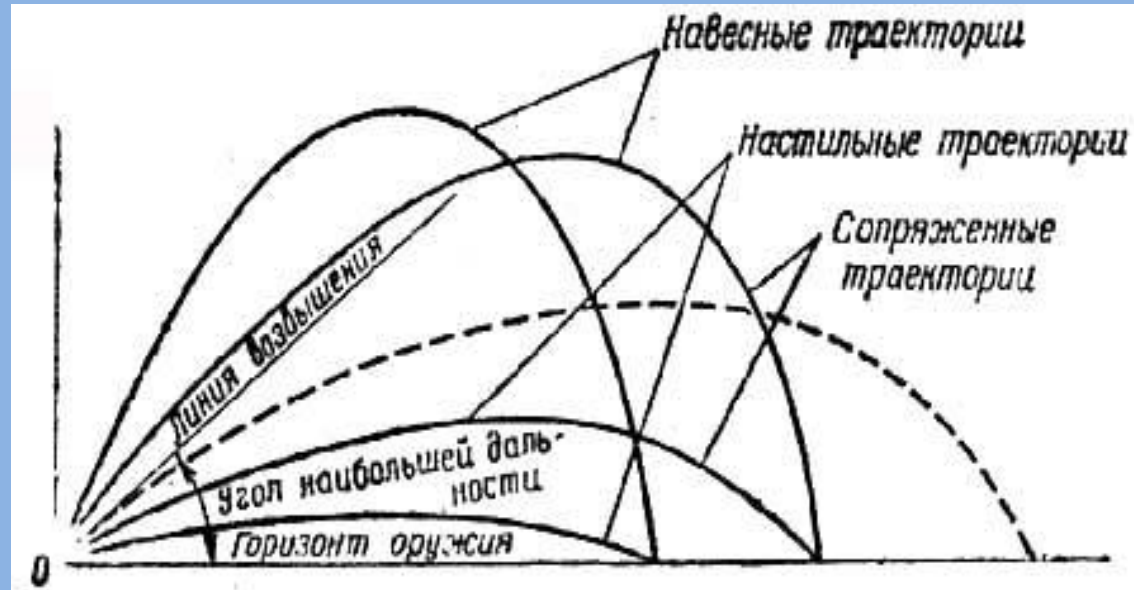
Настильность траектории характеризуется наибольшим ее превышением над линией прицеливания. При данной дальности траектория тем более настильная, чем меньше она поднимается над линией прицеливания.





## Учебный вопрос № 2:

**Траектория и ее элементы. Прямой выстрел и ее практическое значение. Поражаемое, прикрытое и мертвое прост-ранство, их определение и практическое использование в боевой обстановке.**



Кроме того, о настильности траектории можно судить по величине угла падения: траектория тем более настильна, чем меньше угол падения.

Настильность траектории влияет на

- величину дальности прямого выстрела.
- величину поражаемого пространства.
- величину прикрытого пространства.
- величину мертвого пространства.



## Учебный вопрос № 2:

**Траектория и ее элементы. Прямой выстрел и ее практическое значение. Поражаемое, прикрытое и мертвое прост-ранство, их определение и практическое использование в боевой обстановке.**



Выстрел, при котором траектория не поднимается над линией прицеливания выше цели на всем своем протяжении, называется **прямым выстрелом**. В пределах дальности прямо-го выстрела в напряженные моменты боя стрельба может вестись без перестановки при-цела, при этом точка прицеливания по высоте, как правило, выбирается на нижнем краю цели.

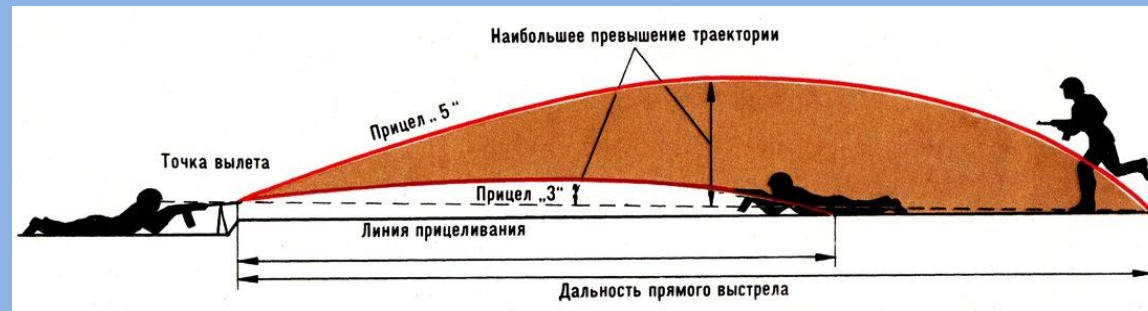
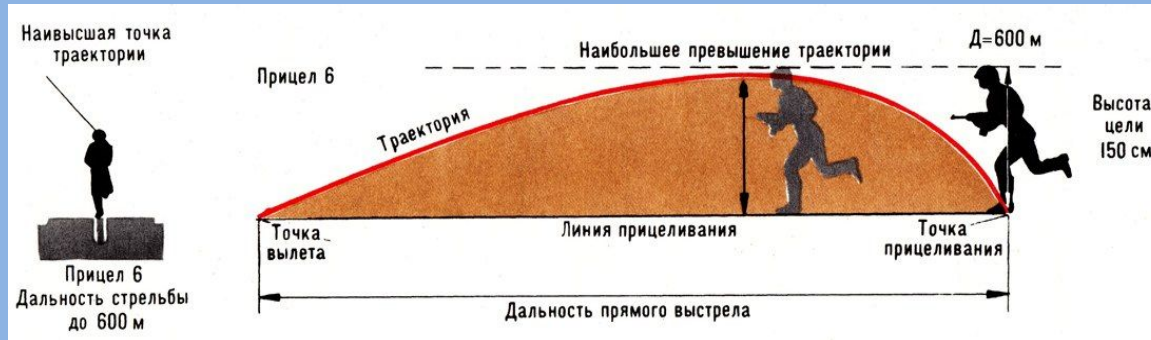
Дальность прямого выстрела зависит от

- высоты цели.
- настильности траектории.



## Учебный вопрос № 2:

**Траектория и ее элементы. Прямой выстрел и ее практическое значение. Поражаемое, прикрытое и мертвое прост-ранство, их определение и практическое использование в боевой обстановке.**



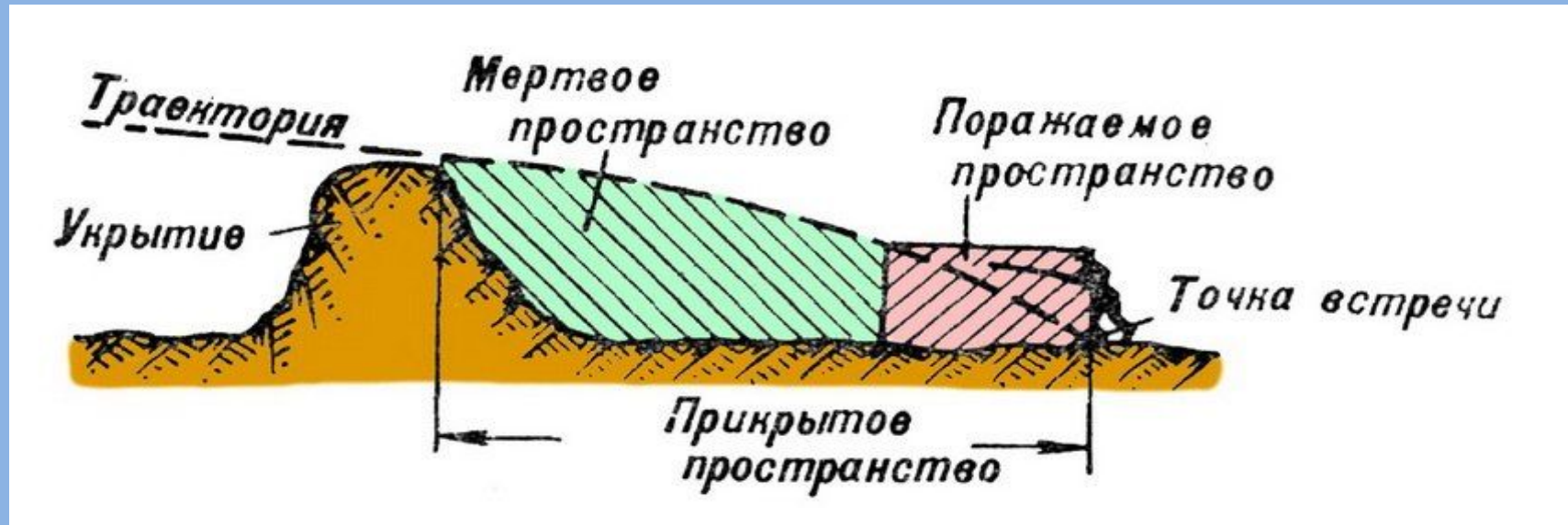
Чем **выше цель** и чем **настильнее траектория**, тем **больше дальность прямого выстрела** и тем на большем протяжении местности цель может быть поражена с одной установкой прицела.

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



## Учебный вопрос № 2:

Траектория и ее элементы. Прямой выстрел и ее практическое значение. Поражаемое, прикрытое и мертвое прост-ранство, их определение и практическое использование в боевой обстановке.

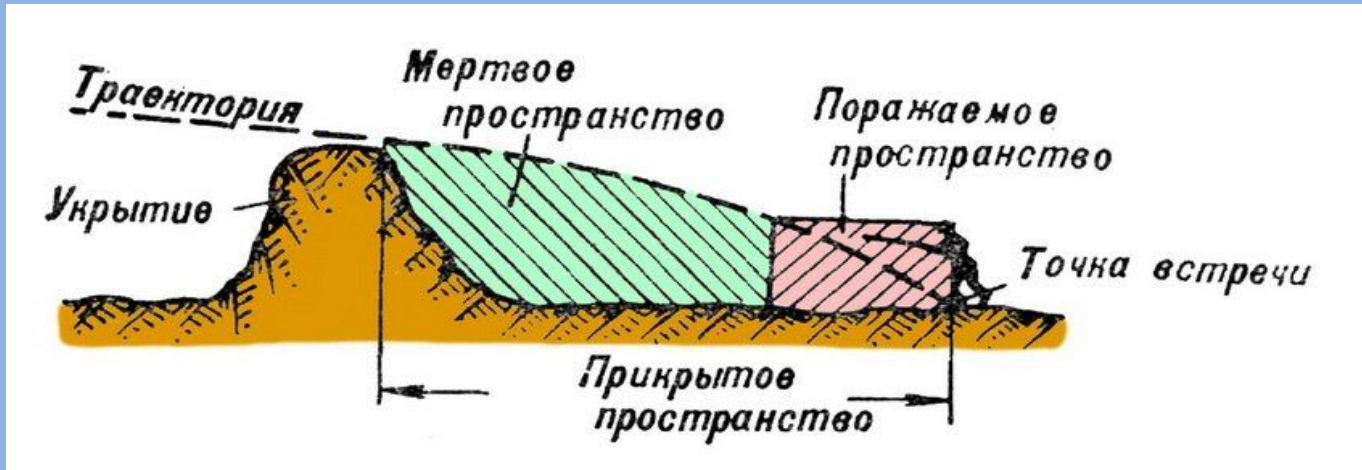


При стрельбе по целям, находящимся на расстоянии, большем дальности прямого выстрела, траектория вблизи ее вершины поднимается выше цели и цель на каком-то участке не будет поражаться при той же установке прицела. Однако около цели будет такое пространство (расстояние), на котором траектория не поднимается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



## Учебный вопрос № 2:

**Траектория и ее элементы. Прямой выстрел и ее практическое значение. Поражаемое, прикрытое и мертвое прост-ранство, их определение и практическое использование в боевой обстановке.**



**ГЛУБИНА ПОРАЖАЕМОГО ПРОСТРАНСТВА** зависит от:

- высоты цели (она будет тем больше, чем выше цель).
- настильности траектории (она будет тем больше, чем настильнее траектория).
- от угла наклона местности (на переднем скате она уменьшается, на обратном скате – увеличивается).

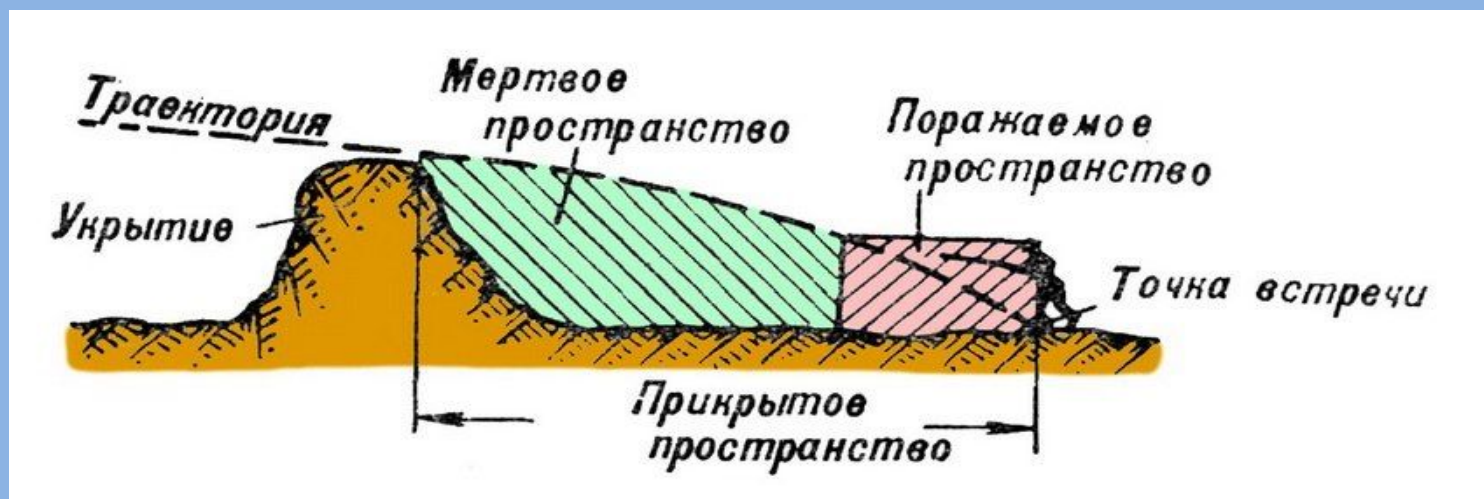
Поражаемое пространство в некоторой степени компенсирует ошибки, допускаемые при выборе прицела, и позволяет округлять измеренное расстояние до цели в большую сторону.

Для увеличения глубины поражаемого пространства на наклонной местности огневую позицию нужно выбирать так, чтобы местность в расположении противника по возможности совпадала с линией прицеливания.



## Учебный вопрос № 2:

Траектория и ее элементы. Прямой выстрел и ее практическое значение. Поражаемое, прикрытое и мертвое прост-ранство, их определение и практическое использование в боевой обстановке.



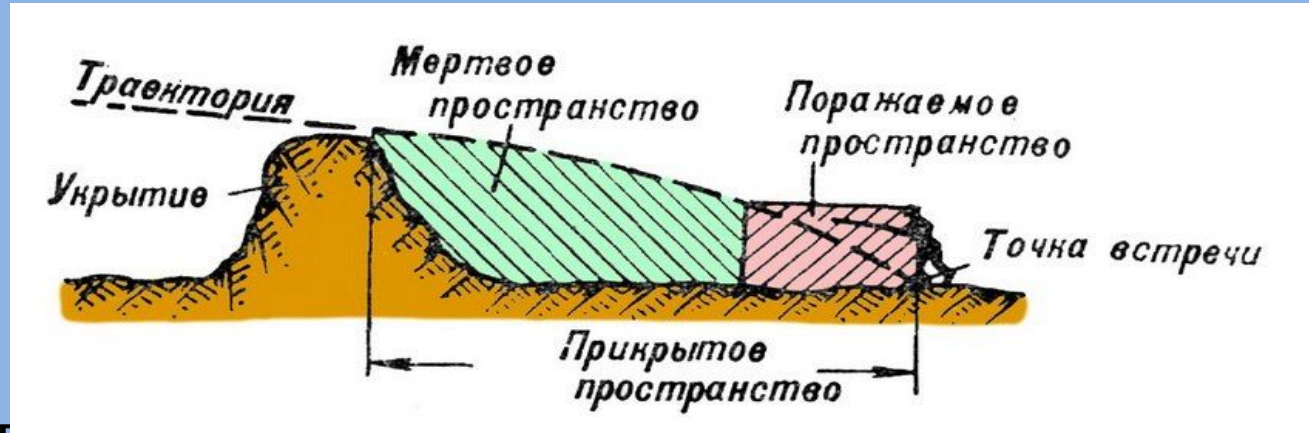
Пространство за укрытием, не пробиваемым пулей, от его гребня до точки встречи называется **прикрытым пространством**.

Прикрытое пространство будет тем больше, чем больше высота укрытия и чем настильнее траектория. Глубину прикрытого пространства можно определить по таблицам превышения траектории 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. Разность между определенной дальностью стрельбы и дальностью до укрытия представляет со-бой величину глубины прикрытого пространства.



## Учебный вопрос № 2:

**Траектория и ее элементы. Прямой выстрел и ее практическое значение. Поражаемое, прикрытое и мертвое прост-ранство, их определение и практическое использование в боевой обстановке.**



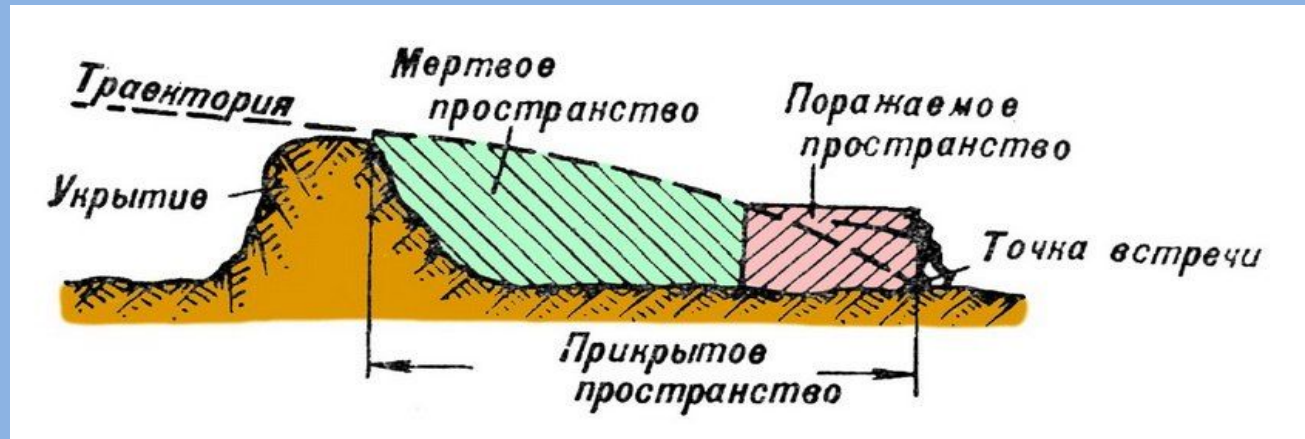
Из пулеметов на станках глубина прикрытого пространства может быть определена по углам прицеливания. Для этого устанавливают прицел, соответствующий расстоянию до укрытия, и наводят пулемет в гребень укрытия. После этого, не сбивая наводки пулемета, отмечают пулеметом под основание укрытия. Разница между этими прицелами, выраженная в метрах, и есть глубина прикрытого пространства. При этом предполагается, что местность за укрытием является продолжением линии прицеливания, направленной под основание укрытия.

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



## Учебный вопрос № 2:

Траектория и ее элементы. Прямой выстрел и ее практическое значение. Поражаемое, прикрытое и мертвое прост-ранство, их определение и практическое использование в боевой обстановке.



Часть прикрытого пространства, на которой 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. Глубина мертвого пространства равна разности прикрытого и поражаемого пространства.

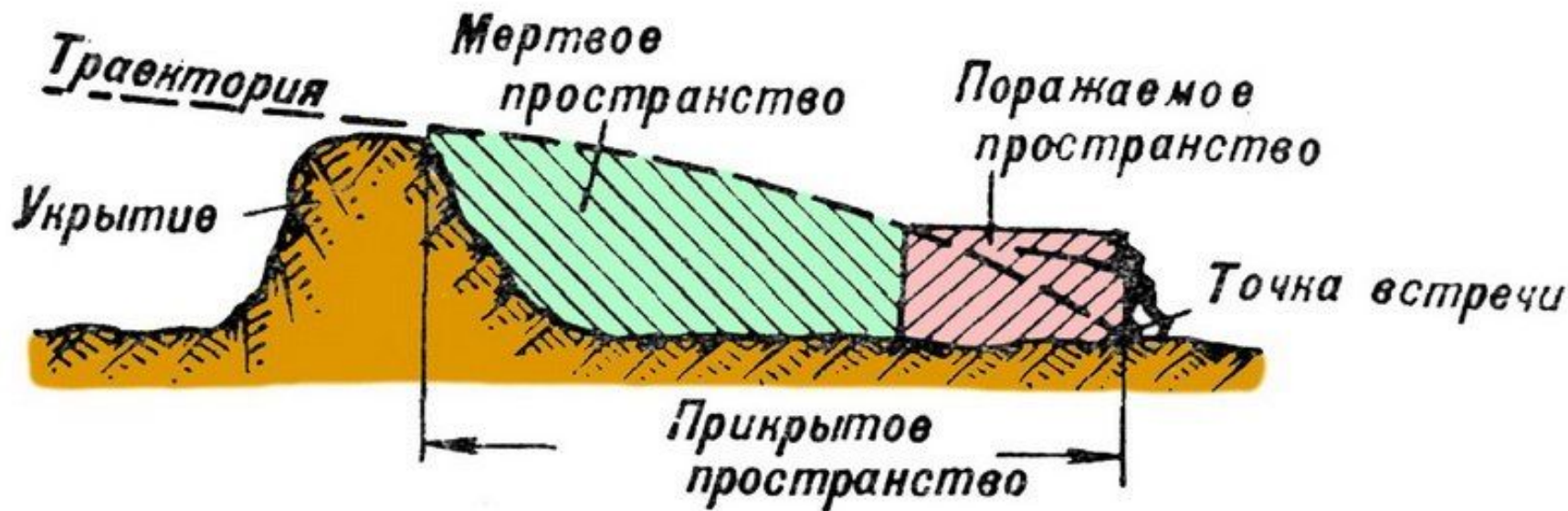
Знание величины мертвого пространства позволяет правильно использовать укрытия для защиты от огня противника, а также принимать меры для уменьшения мертвых прост-ранств путем правильного выбора огневых позиций и обстрела целей из оружия с более навесной траекторией.





## Учебный вопрос № 2:

**Траектория и ее элементы. Прямой выстрел и ее практическое значение. Поражаемое, прикрытое и мертвое прост-ранство, их определение и практическое использование в боевой обстановке.**



Знание величины поражаемого пространства, прикрытого пространства, 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.



## Учебный вопрос № 3:

Рассеивание снарядов и пуль при стрельбе, причины рассеивания. Закон рассеивания.



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

Явление разбрасывания пуль (гранат) 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**.



## Учебный вопрос № 3:

### Рассеивание снарядов и пуль при стрельбе, причины рассеивания. Закон рассеивания.

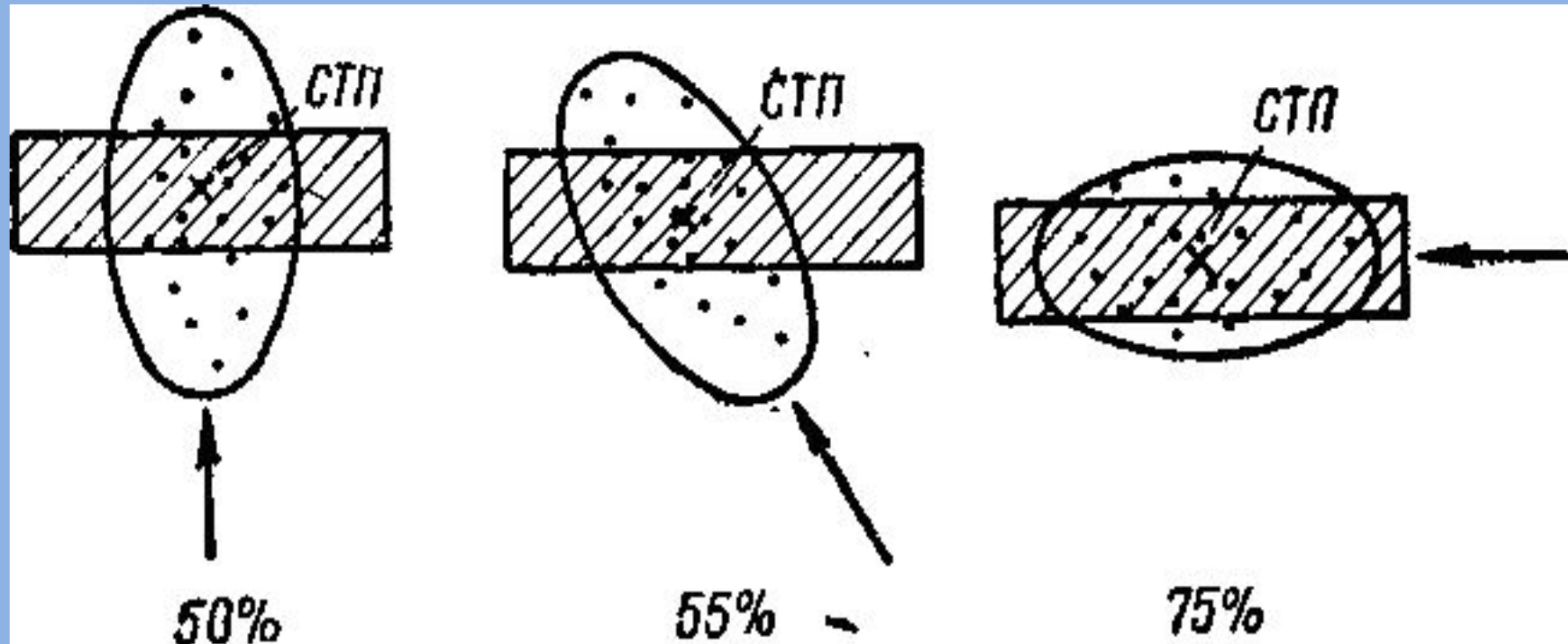


Почему происходит рассеивание? От ряда причин, действие которых невозможно учесть заранее при прицеливании. Например, как бы точно ни изготовлялись патроны, в них все-гда будет некоторое разнообразие в массе и качестве порохового заряда, капсюльного во-спламеняющего состава, форме и массе пуль и гильз, качестве крепления пули в гильзе и т.д. Это разнообразие ведет к колебаниям в начальной скорости пули, а от величины на-чальной скорости зависит форма траектории. Разнообразие в форме и линейных разме-рах пуль приводит к колебаниям величины сопротивления воздуха, от которой тоже зави-сит форма траектории. Большое значение для рассеивания имеет качество оружия, чисто-та обработки канала ствола и его сохранность, качество сборки и отладки оружия. Кроме того, при каждом выстреле будет наблюдаться некоторая неточность наводки, разнообра-зие воздушных возмущений и т. д. Нельзя учесть все причины, влияющие на рассеивание. Для каждого выстрела нельзя предсказать, на какую величину и куда отклонится пуля от полагающейся ей точки попадания.



### Учебный вопрос № 3:

Рассеивание снарядов и пуль при стрельбе, причины рассеивания. Закон рассеивания.



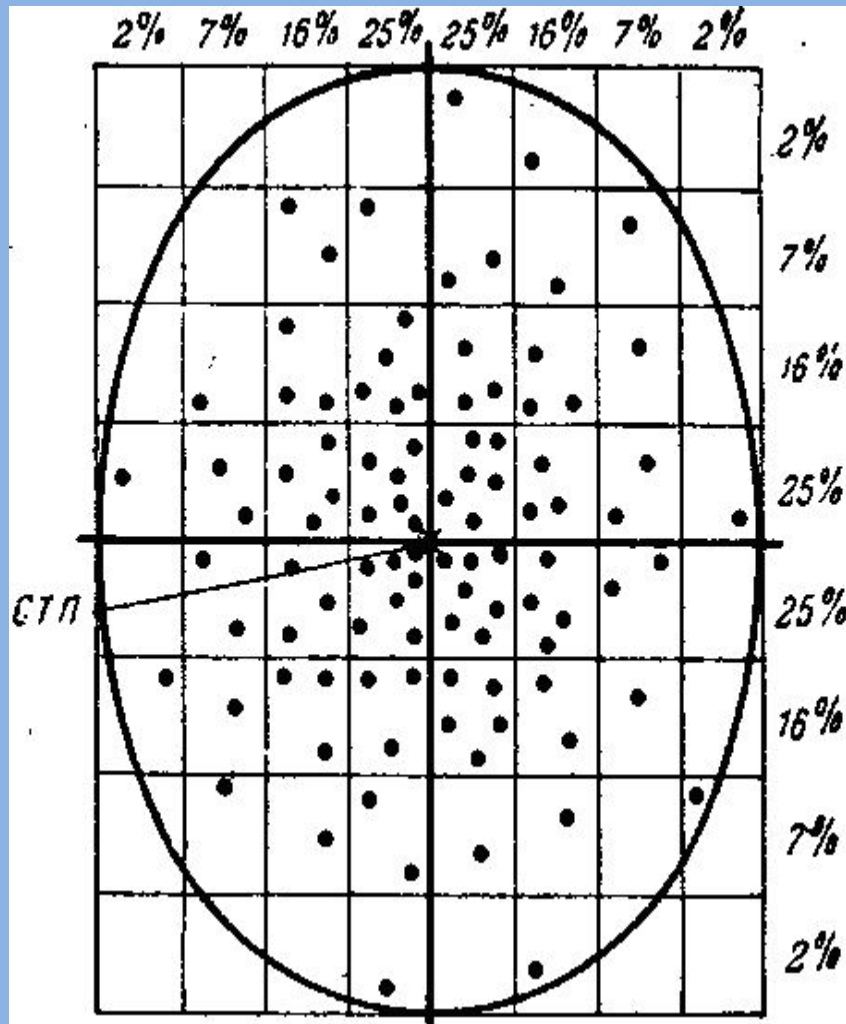
Место расположения каждого отдельного выстрела случайно и неопределенно, поэтому пробойны на поражаемой вертикальной поверхности занимают некоторую площадь, кото-рая называется **площадью рассеивания**.

На площади рассеивания всегда можно найти такую точку, которая будет средней по от-ношению ко всем пробойнам. Эта точка называется **средней точкой попадания**, сокращен-но **СТП**.



## Учебный вопрос № 3:

### Рассеивание снарядов и пуль при стрельбе, причины рассеивания. Закон рассеивания.



Рассеивание пуль подчиняется определенному **закону рассеивания**, который выражается в следующем:

- площадь рассеивания всегда ограничена некоторым пределом и имеет форму эллипса (овала), вытянутого сверху вниз;
- пробоины располагаются относительно СТП (центра рассеивания) симметрично, то есть каждому отклонению от СТП в одну сторону отвечает такое же примерно по величине отклонение в противоположную сторону;
- пробоины располагаются неравномерно: чем ближе к средней точке попадания (центру рассеивания), тем гуще, чем дальше от центра - тем реже;
- размеры площади рассеивания находятся в прямой зависимости от дальности стрельбы.



## Учебный вопрос № 3:

### Рассеивание снарядов и пуль при стрельбе, причины рассеивания. Закон рассеивания.



Чем меньше эллипс рассеивания, тем лучшей считается кучность боя оружия. **Кучность боя** - основной показатель качества снайперской винтовки. За него идет постоянная борьба путем отбора наиболее кучных стволов, подбора боеприпасов кучного боя, испытания этих боеприпасов на отборных стволах и балансировочной отладки оружия. В снайперской практике принято жесткое понятие кучности стрельбы, которое определяется величиной фактического рассеивания выстрелов при стрельбе из конкретной системы или конкретного образца оружия. Для снайперского оружия калибра 7,62-мм рассеивание определяется на дистанции 100 метров. Если в инструкции написано, что разброс винтовки СВД соответствует 8x7, это значит, что на дистанции 100 м разброс оружия по вертикальной мишени должен вкладываться в эллипс размером 8 см по вертикали и 7 см по горизонтали, и не более того. Если разброс превышает эти табличные данные, оружие бракуется - для точной снайперской стрельбы оно непригодно. Чем кучнее бой ствола, тем лучше качество оружия. Кучность боя ствола той же винтовки СВД может быть и лучше, чем указанная в табличных нормах. Во многом кучность боя конкретного ствола зависит от качества его изготовления, качества боеприпасов и правильного их подбора к конкретному стволу. Поэтому нередки случаи достижения кучности стрельбы из винтовки СВД 4x3 см и даже 3x2.



## Учебный вопрос № 3:

Рассеивание снарядов и пуль при стрельбе, причины рассеивания. Закон рассеивания.

### Оценка стрельбы



**Меткость стрельбы** определяется совмещением СТП (центра рассеивания) с намеченной точкой прицеливания на мишени. Меткость зависит от кучности боя и от умения стреляющего - насколько правильно он может выполнять приемы работы с оружием при стрельбе, от того, насколько он тренирован и насколько правильно им установлены прицельные приспособления.



***Спасибо за внимание!***