



*Военная кафедра при
Казахском национальном
исследовательском
техническом университете
имени К.И.Сатпаева*

**Цикл
Информационной
защиты**





Учебная дисциплина
«Общевойсковая подготовка»

Тема 2: «Баллистика»

Занятие 1: «Баллистика»



Огневая подготовка

Учебные вопросы:

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

Вопрос 1.

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

Огневая подготовка

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

При выстреле из стрелкового оружия происходит следующее. От удара бойка по капсюлю боевого патрона, досланного в патронник, взрывается ударный состав капсюлю 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.

Огневая подготовка

В результате давления газов на дно пули оно сдвигается с места и врезается в нарезы; вращаясь по ним, продвигается по каналу ствола с непрерывно возрастающей скоростью и выбрасывается наружу по направлению оси канала ствола. Давление газов на дно гильзы вызывает движения оружия (ствола) назад. От давления газов на стенке гильзы и ствола происходит их растяжение (упругая деформация), и гильза, плотно прижимаясь к патроннику, препятствует прорыву пороховых газов в сторону затвора

Огневая подготовка

Одновременно при выстреле возникает колебательное движение (вибрация) ствола и происходит его нагревание. Раскаленные газы и частицы несгоревшего пороха, истекающий из канала ствола вслед за пулей, при встрече с воздухом порождают пламя и ударную волну; последняя является источником звука при выстреле.

Огневая подготовка

При выстреле из автоматического оружия, устройство которого основано на принципе использования энергии пороховых газов, отводимых через отверстие в стенке ствола (например, автомат и пулеметы Калашникова, снайперская винтовка Драгунова, станковый пулемет Горюнова), часть пороховых газов, кроме того, после прохождения пулей газоотводного отверстия устремляется через него в газовую камеру, ударяет в поршень и отбрасывает поршень с затворной рамой (толкатель с затвором) назад.

Огневая подготовка

Пока затворная рама (стебель затвора) не пройдет определенной расстояние, обеспечивающее вылет пули из канала ствола, затвор продолжает запирает канал ствола. После вылета пули с канала ствола происходит его отпирание; затворная рама и затвор, двигаясь назад, сжимает возвратную (возвратно - боевую) пружину; затвор при этом извлекает из патронника гильзу. При движении вперед под действием сжатой пружины затвор досылает очередной патрон в патронник и вновь запирает канал ствола.

Огневая подготовка

При выстреле из автоматического оружия, устройство которого основано на принципе использования энергии отдачи (например, ПМ, автоматический пистолет Стечкина, автомат обр. 1941 г.), давление газов через дно гильзы передается в затвор и вызывает движение затвора с гильзой назад.

Огневая подготовка

Это движение начинается в момент, когда давление пороховых газов на дно гильзы преодолевает инерцию затвора и усилие возвратно – боевой пружины. Пуля к этому времени уже вылетает из канала ствола. Отходя назад, затвор сжимает возвратно - боевую пружину, затем под действием энергии сжатой пружины затвор движется вперед и досылает очередной патрон в патронник.

Огневая подготовка

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 стенок ствола, гильзы и пули; перемещение подвижных частей оружия, газообразной и несгоревшей частей пороха); около 40 % энергии не используется и теряется после выстрела пули из канала ствола. Выстрел происходит в очень короткий промежуток времени (0,001- 0,006 сек).

Огневая подготовка

При выстреле различают четыре последовательных периода:

- предварительный;
- первый (основной);
- второй;
- третий (период последствия газов);

Огневая подготовка

Предварительный период длится от начала горения порохового заряда до полного врезания оболочки пули в нарезы ствола. В течении 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 формирования; оно достигает $250 - 500 \text{ кг/см}^2$ в зависимости от устройства нарезов, веса пули и твердости ее оболочки (например, у стрелкового оружия под патрон обр. 1943 г. Давление форсирования равно около 300 кг/см^2). 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.

Огневая подготовка

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 (например, у стрелкового оружия под патрон обр. 1943 г. – 2800 кг/см^2 , а под винтовочный патрон - 2900 кг/см^2). Это давление называется максимальным давлением.

Огневая подготовка

Оно создается у стрелкового оружия при прохождении пулей 4 – 6 см пути. Затем, вследствие быстрого увеличения скорости движения пули, объем запульного пространства увеличивается быстрее притока новых газов, и давление начинает падать, к концу периода оно равно примерно $2/3$ максимального давления. Скорость движения пули постоянно возрастает и к концу периода достигает примерно $3/4$ начальной скорости. Пороховой заряд полстью сгорает незадолго до того, как пуля вылетит из канала ствола.

Огневая подготовка

Второй период длится от момента полного сгорания порохового заряда до момента вылета пули из канала ствола. С началом этого периода приток пороховых газов прекращается, однако сильно сжатые и нагретые газы расширяются и, оказывая давления 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/см². Скорость пули в момент вылета ее из канала ствола (дульная скорость) несколько меньше начальной скорости.

Огневая подготовка

Третий период, или период последствия газов, длится от момента вылета пули из канала ствола до момента прекращения действия пороховых газов на пулю. В течении этого периода пороховые газы, истекающие из канала ствола со скоростью 1200 – 2000 м/сек, продолжает 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 воздуху.

Огневая подготовка

Сведения из внутренней баллистики.

Внутренняя баллистика рассматривает явления, которые происходят при выстреле, особенно при движении пули (гранаты) по каналу ствола.

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

Огневая подготовка

При выстреле из стрелкового оружия происходят следующие явления. От удара бойка по капсюлю боевого патрона, досланного 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 нафетых газов, создающих в канале ствола высокое давление на дно пули, дно и стенки гильзы, а также на стенки ствола и затвора.

Огневая подготовка

Начальная скорость — это скорость движения пули у дульного среза ствола. Она зависит от длины ствола, массы пули, массы порохового заряда, его температуры, влажности и других факторов.

Огневая подготовка

Давление газов при выстреле на дно гильзы вызывает движение оружия (ствола) назад. Это движение называется отдачей. Она ощущается в виде толчка в плечо, руку и грунт. Сила давления пороховых газов (сила отдачи) и сила сопротивления отдачи (упор приклада, рукоятки, центр тяжести оружия и т. д.) расположены не на одной прямой и направлены в противоположные стороны. Они образуют пару сил, под действием которой дульная часть ствола оружия отклоняется кверху. Кроме того, при выстреле ствол оружия совершает колебательные движения (вибрирует).

Огневая подготовка

Колебания ствола, отдача оружия и другие причины приводят к образованию угла между направлением оси канала ствола до выстрела и направлением ее в момент вылета пули. Этот угол называется **углом вылета**.

В целях уменьшения вредного влияния отдачи на результаты стрельбы в некоторых образцах стрелкового оружия применяются специальные устройства — дульные тормоза и компенсаторы.

Огневая подготовка

Сведения из внешней баллистики. Внешняя баллистика рассматривает движение пули (гранаты) в воздухе. Вылетев из канала ствола, пуля движется по инерции (противотанковая граната к гранатомету РПГ-7 движется по инерции после окончания истечения газов из реактивного двигателя, т. е. после прекращения действия реактивной силы). В момент выстрела ствол оружия занимает определенное положение. Прямая линия, представляющая продолжение оси канала ствола в момент выстрела пули (гранаты), называется линией бросания.

Огневая подготовка

Сила тяжести направлена вниз и заставляет пулю (гранату) постепенно понижаться, а сила сопротивления воздуха направлена навстречу движению пули (гранаты) и непрерывно замедляет ее движение, а также стремится опрокинуть ее головной частью назад. Под действием этих двух сил пуля (граната) летит в воздухе не по линии бросания, а по неравномерно изогнутой кривой линии, расположенной ниже линии бросания. Кривая линия, которую описывает центр тяжести пули (гранаты) при полете в воздухе, называется **траекторией**

Огневая подготовка



Действие силы сопротивления воздуха на полет гранаты

Вопрос 2.

Траектория и ее элементы. Прямой выстрел и ее практическое значение

Огневая подготовка

Траекторией называется кривая линия, описываемая центром тяжести пули (гранаты) в полете.

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

Огневая подготовка

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 установкой прицела.

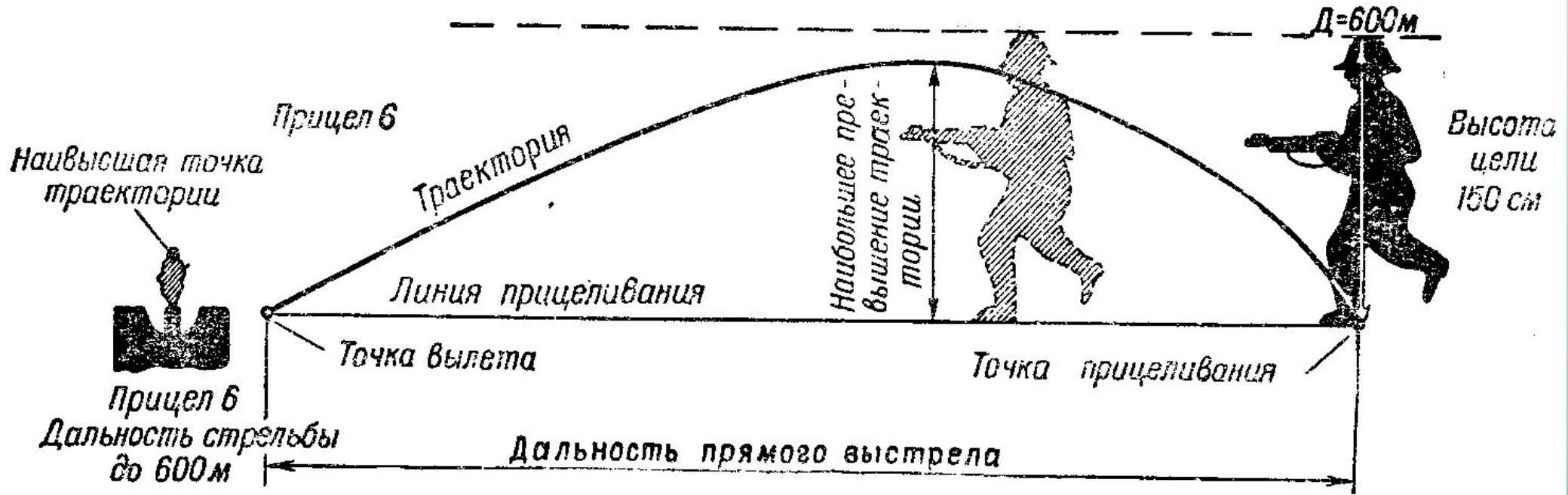
Дальность прямого выстрела можно определить по таблицам путем сравнения высоты цели с величинами наибольшего превышения траектории над линией прицеливания или с высотой траектории.

Огневая подготовка

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

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

Огневая подготовка



Прямой выстрел по бегущей фигуре при стрельбе из автомата и ручного пулемета

Огневая подготовка

Округленные дальности прямого выстрела по различным целям при стрельбе из некоторых видов стрелкового оружия приведены в таблице.

Кроме сил тяжести и сопротивления воздуха на полет пули оказывают влияние атмосферное давление, влажность воздуха, направление ветра, температура воздуха.

Атмосферное давление при повышении местности (в сравнении с уровнем моря) на каждые 100 м понижается в среднем на 9 мм рт. ст. (округленно на 10 мм рт. ст.). Поэтому при стрельбе в горах плотность и сила сопротивления воздуха уменьшаются, а дальность полета пули (гранаты) увеличивается.

Огневая подготовка

Изменение **влажности воздуха** оказывает незначительное влияние на плотность воздуха и, следовательно, на дальность полета пули (гранаты), поэтому оно не учитывается при стрельбе.

При попутном ветре пуля (граната) летит дальше, чем при безветрии, а при встречном ветре — ближе.

Наибольшее превышение траектории при стрельбе из АКМ-129 см,

РПК-121 см, АК-74-74 см, РПК-74-63 см

Огневая подготовка

Высота целей, их название и номера мишеней	Округленные дальности прямого выстрела			
Цели высотой 0,5—0,55 м: грудная фигура противотанковый гранатомет; пулемет(мишени № 6, 9а, 10)	600	400	400	350
Цели высотой 0,75—0,8 м: пулеметный расчет; БТР в окопе; безоткатное орудие(ПТУР) на автомобиле в окопе; артиллерийское орудие в окопе (мишени № 10а, 176, 19а)	700	500	500	400

Огневая подготовка

Высота целей, их название и номера мишеней	Округленные дальности прямого выстрела			
Цели высотой 1—1,1 м: поясная фигура; ручной противотанковый гранатомет; противотанковое орудие (мишени № 7, 9, 11)	800	550	550	450
Цели высотой 1,5 м: бегущая фигура; безоткатное орудие (ПТУР) на автомобиле (мишени № 8, 17, 17а)	900	650	600	500
Цели высотой 1,9—2,5 м: БТР; пехота наавтомобиле (мишени № 13а, 22)	1000	750	700	500

Огневая подготовка

Боковой ветер справа отклоняет пулю в левую сторону, ветер слева — в правую сторону.

Противотанковая граната при стрельбе из гранатомета РПГ-7 на активном участке полета (при работе реактивного двигателя) отклоняется в сторону, откуда дует ветер: при ветре справа—вправо, при ветре слева—влево. Такое явление объясняется тем, что боковой ветер поворачивает хвостовую часть гранаты в направлении ветра, а головную часть — против ветра и под действием реактивной силы, направленной вдоль оси, граната летит в сторону ветра.

Огневая подготовка

На пассивном участке траектории (при полете гранаты по инерции) граната, как и пуля, отклоняется в сторону, куда дует ветер.

При повышении температуры плотность воздуха уменьшается, а вследствие этого уменьшается сила сопротивления воздуха и увеличивается дальность полета пули (гранаты). Наоборот, с понижением температуры плотность и сила сопротивления воздуха увеличиваются, а дальность полета пули (гранаты) уменьшается.

Огневая подготовка

Рассеивание пуль (гранат) при стрельбе. При стрельбе из одного и того же оружия вследствие ряда случайных причин каждая пуля (граната) описывает свою траекторию и имеет свою точку попадания (встречи), не совпадающую с другими. Происходит разбрасывание пуль (гранат).

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

Огневая подготовка

Совокупность траекторий пуль (гранат), полученных вследствие их естественного рассеивания, называется снопом траекторий (см. рис. 3), а траектория, проходящая в середине снопа траекторий, называется **средней траекторией**.

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

Огневая подготовка

Действительность 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 огневых задач необходимо произвести оценку стрельбы, т.е. определить ее действительность.

Огневая подготовка

Действительностью стрельбы называется степень соответствия результатов стрельбы поставленной огневой задаче. Она может быть определена заранее расчетным путем или по результатам стрельб. Действительность стрельбы зависит от положения, из какого ведется стрельба (от способа ведения огня), дальности стрельбы, характера цели, условий наблюдения, степени обученности стреляющих и других факторов. С увеличением дальности до цели уменьшается действительность стрельбы. Чем больше размеры цели и лучше условия наблюдения, тем действительнее стрельба. Действительность стрельбы, кроме того, определяется степенью убойного и пробивного действия пули (гранаты).

Вопрос 3.

Поражаемое, прикрытое и мертвое пространство, их определение и практическое использование в боевой обстановке.

Огневая подготовка

Расстояние на местности, на протяжении которого нисходящая ветвь траектории не превышает высоты цели, называется **поражаемым пространством (глубиной поражаемого пространства)**.

Глубина поражаемого пространства 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 переднем скате она уменьшается, на обратном скате – увеличивается).

Огневая подготовка

Глубину поражаемого пространства (Ппр) можно определить по таблицам превышения траектории на линией прицеливания.

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.

Часть прикрытого пространства, на котором цель не может быть поражена при данной траектории, называется **мертвым (непоражаемым) пространством**.

Вопрос 4.

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

Огневая подготовка

Если из одного оружия в одинаковых условиях произвести несколько выстрелов, строго соблюдая точность и однообразие их производства, то теоретически все выпущенные пули должны описать единую траекторию и попасть в одну точку. Однако, на практике аналогичного явления наблюдать мы не сможем по причине невозможности создания полностью одинаковых условий при производстве даже двух выстрелов. При каждом выстреле будут незначительно отличаться размеры зерен пороха, вес порохового заряда и пули, степень закрепления пули в дульце гильзы, форма гильзы и пули, воспламеняющие свойства капсюля.

Огневая подготовка

Также для каждого выстрела свойственны свои особенности движения пули в канале ствола, зависящие от его температуры и степени загрязнения, и особенности движения пули в воздухе, зависящие от влияния метеорологических условий и от погрешностей, допускаемых стрелком при прицеливании и производстве выстрела.

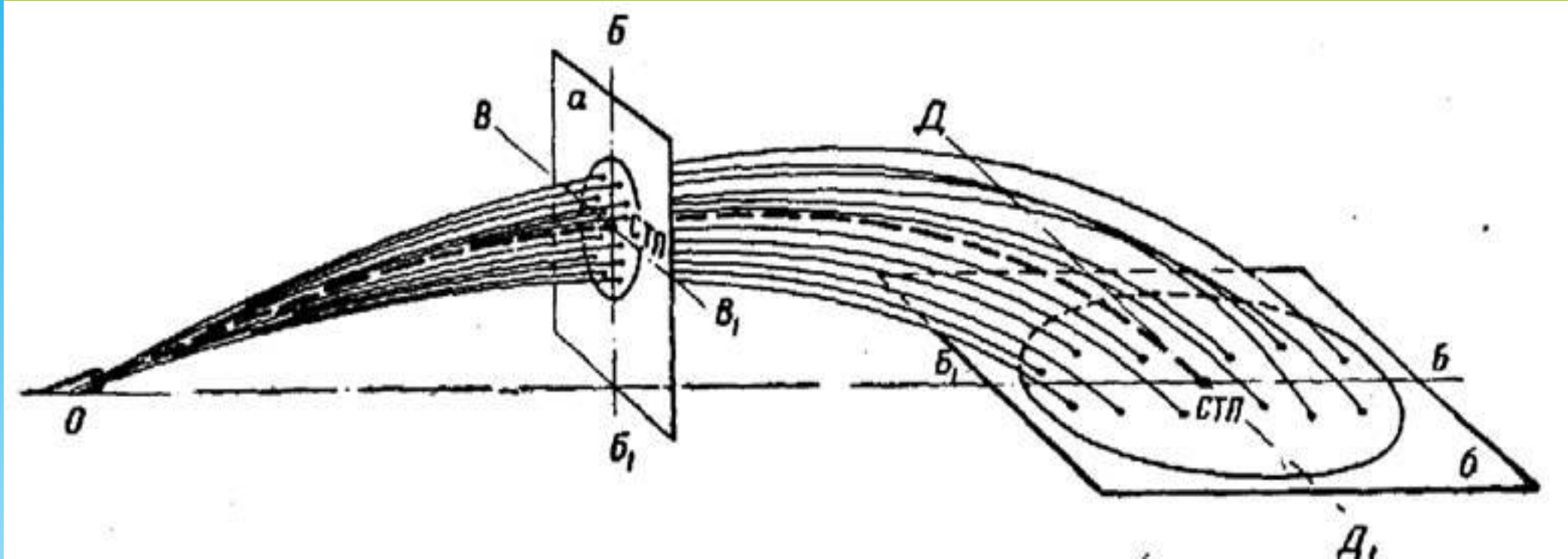
Огневая подготовка

Поэтому при стрельбе из одного и того же оружия в реальных условиях ввиду влияния рассмотренных причин каждая пуля формирует свою собственную траекторию, отличающуюся от траекторий других пуль, и поражает цель в точке, отличной от точек встречи других пуль.

Данное явление называется естественным рассеиванием пуль или рассеиванием траекторий.

Совокупность траекторий пуль, образованных в результате их естественного рассеивания, называется снопом траекторий.

Огневая подготовка



Сноп траекторий, площадь рассеивания, оси рассеивания:
а — на вертикальной плоскости; б — на горизонтальной плоскости; средняя траектория обозначена пунктирной линией; СТП — средняя точка попадания; ВВ і — ось рассеивания по высоте, ББі — ось рассеивания по боковому направлению; ДДі — ось рассеивания по дальности.

Огневая подготовка

При этом траектория, находящаяся в середине снопа траекторий, называется средней траекторией.

Точка, в которой средняя траектория пересекается с поверхностью цели, называется средней точкой попадания или центром рассеивания.

Площадь, которую занимают все пробойны, образованные при пересечении снопа траекторий с какой-либо вертикальной или горизонтальной плоскостью, будет являться площадью рассеивания.

Огневая подготовка

Площадь рассеивания, как правило, имеет форму эллипса, вытянутого по высоте при стрельбе по вертикальной цели, или по дальности при стрельбе по горизонтальной цели.

Линии, являющиеся перпендикулярными друг другу, проходящие через среднюю точку попадания таким образом, что одна из них совпадает с направлением стрельбы, называются осями рассеивания.

Кратчайшие расстояния от какой-либо пробойны до осей рассеивания называются ее отклонениями.

Огневая подготовка

Причины, вызывающие рассеивание пуль при стрельбе, составляют три группы:

- а) причины, вызывающие разнообразие начальных скоростей пуль;**
- б) причины, вызывающие разнообразие углов бросания и направления стрельбы;**
- в) причины, вызывающие разнообразие условий полетов пуль.**

Огневая подготовка

Причины, вызывающие разнообразие начальных скоростей пуль, включают в себя:

- разнообразие в весе пороховых зарядов и пуль, в форме и размерах пуль и гильз, в качестве пороха, плотности заряжания и т. д., в результате неточностей (допусков) при изготовлении патронов;
- разнообразие температур зарядов, зависящее от температуры окружающего воздуха и различного времени нахождения патрона в нагретом при стрельбе стволе;
- разнообразие в степени нагрева и качественном состоянии ствола.

Огневая подготовка

Причины, вызывающие разнообразие углов бросания и направления стрельбы, включают в себя:

- разнообразие в горизонтальной и вертикальной наводке оружия, возникающее в результате ошибок в прицеливании;

- разнообразие углов вылета и боковых смещений оружия, вызываемое неоднобразной изготовкой к стрельбе, неустойчивым и неоднобразным удержанием автоматического оружия, особенно во время стрельбы очередями, неправильным использованием упоров и неплавным спуском курка;

- угловые колебания ствола при стрельбе автоматическим огнем, возникающие вследствие движения и ударов подвижных частей оружия.

Огневая подготовка

Причины, вызывающие разнообразие условий полетов пуль, включают в себя:

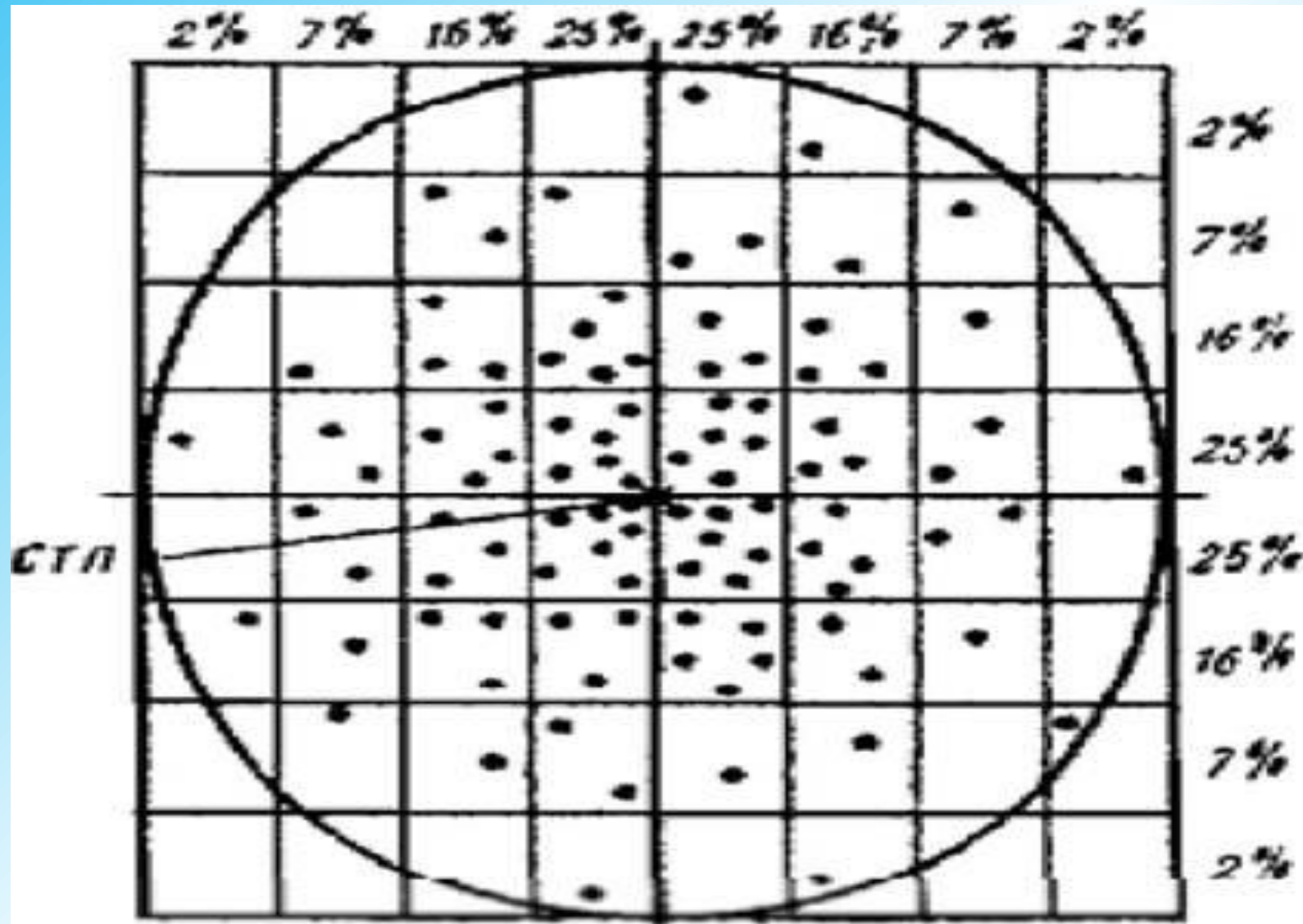
- разнообразие в атмосферных условиях, в особенности в направлении и скорости ветра между выстрелами (очередями);
- разнообразие в весе, форме и размерах пуль, приводящее к изменению величины сопротивления воздуха.

Огневая подготовка

Закон рассеивания

При большом количестве выстрелов (более 20) в расположении пробойн на площади рассеивания наблюдается определенная закономерность. Рассеивание пуль подчиняется нормальному закону случайных ошибок, который в отношении к рассеиванию пуль называется законом рассеивания.

Огневая подготовка



Огневая подготовка

Закономерность рассеивания

1. 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, так называемую среднюю точку попадания, относительно которой распределение пробоин симметрично: число пробоин 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. Пробоины в каждом частном случае занимают не беспредельную, а ограниченную площадь.

Огневая подготовка

Исходя из этого, закон рассеивания можно сформулировать таким образом: при достаточно большом количестве выстрелов, произведенных в практически одинаковых условиях, рассеивание пуль неравномерно, симметрично и небеспредельно. Определение средней точки попадания

Для того, чтобы оружие точно поражало мишень, необходимо добиться, чтобы средняя точка попадания располагалась максимально близко к ее центру. Поэтому при приведении оружия к нормальному бою в обязательном порядке определяется средняя точка попадания.