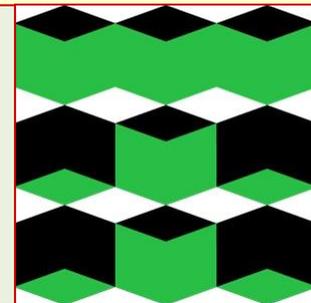




Военный учебный центр при Томском политехническом университете



Цикл
№2

**«Боевое применение подразделений,
вооружённых зенитными артиллерийскими
самоходными установками с радиоприборными
комплексами»**



КУРС ЛЕКЦИЙ

**Автор: преподаватель 2 цикла
*подполковник запаса Гаврилов А. А.***



Военный учебный центр Томского политехнического университета



Дисциплина: «Устройство и эксплуатация зенитной самоходной установки» Раздел 1. « Основы построения ЗАК»



Контроль

Тема №1 Принципы построения ЗАК



Занятие №3 Траектория полета снаряда

Цели занятия:

Изучить:

- траекторию полета снаряда и её элементы;
- зоны зенитных орудий;
- измерение углов в зенитной артиллерии.

ВИД ЗАНЯТИЯ: – ГРУППОВОЕ.

Актуальность занятия:

Обусловлено:

- **необходимостью иметь глубокие и твердые знания о траектории полета снаряда и её элементах;**
- **зонах зенитных орудий;**
- **измерении углов в зенитной артиллерии.**

Вопросы занятия:

1. Траектория полета снаряда и её элементы.
2. Зоны зенитных орудий.
3. Измерение углов в зенитной артиллерии.

В.А. Подгорный



ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ
ЗЕНИТНЫХ АРТИЛЛЕРИЙСКИХ
КОМПЛЕКСОВ



Литература:

1. Учебное пособие
«Основы построения
зенитных артиллерийских
комплексов» В.А. Подгорный
стр.29-34, 21-22.

Вопрос 1

Траектория полета снаряда и её элементы

Траектория

Траектория – это кривая, описываемая центром массы снаряда при его движении в воздухе.

Траектория по стрельбой, называется **расчет**.

Элементы траектории в точке вылета

Точка вылета (O) - положение центра массы снаряда в момент прохождения дна снаряда через дульный срез орудия.
Горизонт орудия - горизонтальная плоскость, проходящая через точку вылета.
Линия цели - прямая линия, соединяющая точку вылета с целью.
Линия выстрела - линия, соединяющая точку вылета с дульным срезом.

Элементы траектории

Ось канала ствола - прямая, соединяющая центры казенного и дульного срезов орудия.
Угол места цели ϵ - угол между линией выстрела и линией выстрела.
Угол прицеливания - угол между линией выстрела и линией выстрела.
Плоскость выстрела - плоскость, содержащая ось канала ствола и линию выстрела.

Элементы траектории

Угол вылета γ — угол, составленный линией бросания и линией выстрела. Этот угол получается при огневом воздействии упругой деформации полой заготовки несимметричного устройства системы.
Угол вылета θ_0 — угол между линией бросания и линией выстрела.
Угол бросания θ_0 — измеряется от горизонта вылета: $\theta_0 = \phi + \gamma$.

Общие свойства траектории в воздухе

1. Траектория снаряда в воздухе представляет собой кривую, несимметричную относительно своей вершины: восходящая ветвь траектории длиннее нисходящей.

Общие свойства траектории в воздухе

2. В точках M_1 и M_2 траектории, скорости v_1 и v_2 в соответствия с этими скоростями v , а угол падения снаряда на нисходящей ветви траектории больше среднего.

Общие свойства траектории в воздухе

3. Средняя скорость снаряда на восходящей ветви траектории больше средней скорости на нисходящей ветви траектории.
4. Достижимость стрельбы по горизонту у современных зенитных орудий зависит от угла возвышения снаряда.

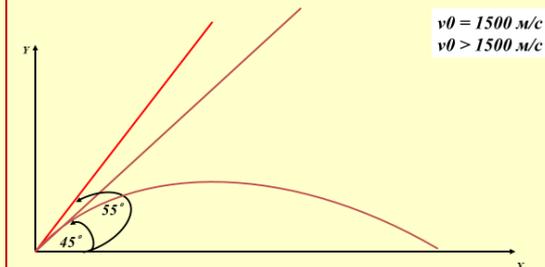
Общие свойства траектории в воздухе

Общие свойства траектории в воздухе

5. Дальность стрельбы зависит от угла возвышения снаряда.

Общие свойства траектории в воздухе

6. Угол бросания θ_0 , отвечающий максимальной полной горизонтальной дальности, зависит от начальной скорости v_0 и баллистического коэффициента.

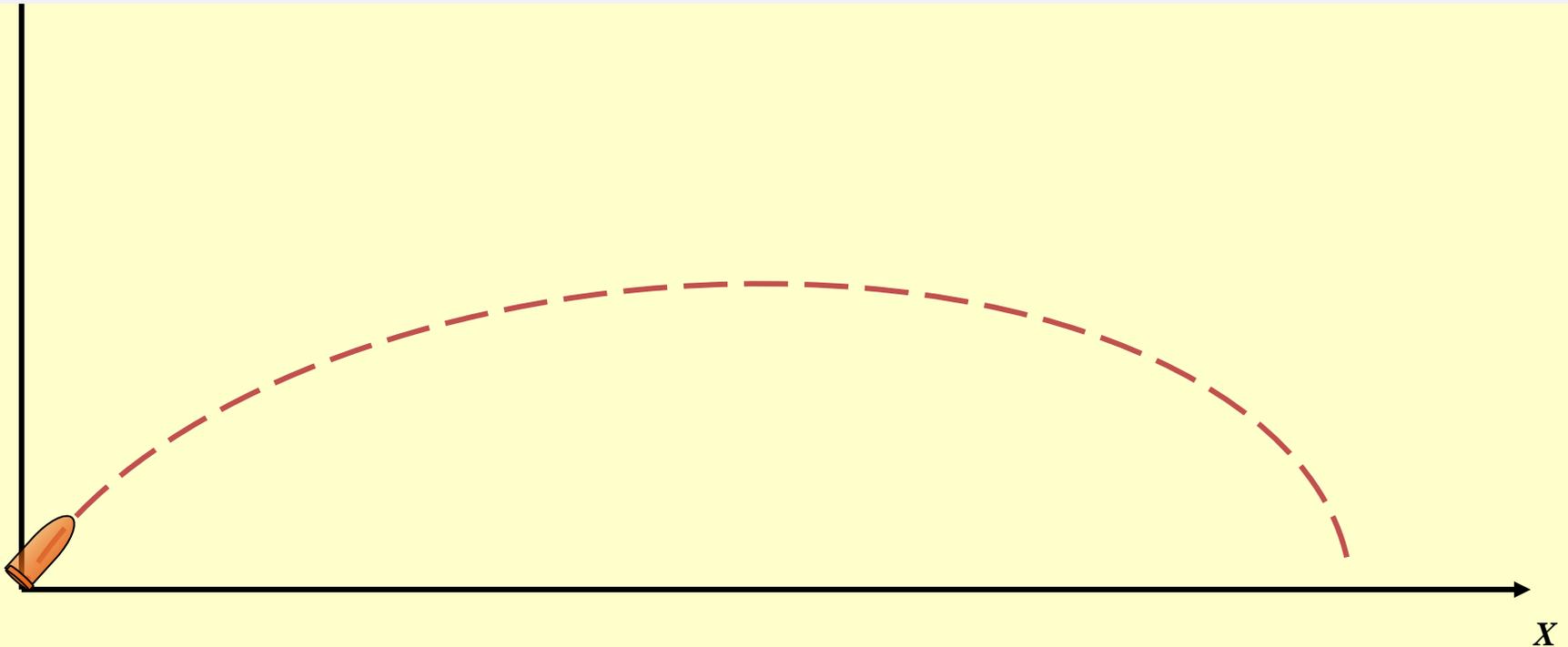


Траектория

Траектория – это кривая, описываемая центром массы снаряда при его движении в воздухе.

*Траектория, построенная по опытным точкам, полученным стрельбой, называется **опытной траекторией**.*

*Траектория, полученная путем теоретических расчетов, называется **расчетной траекторией**.*



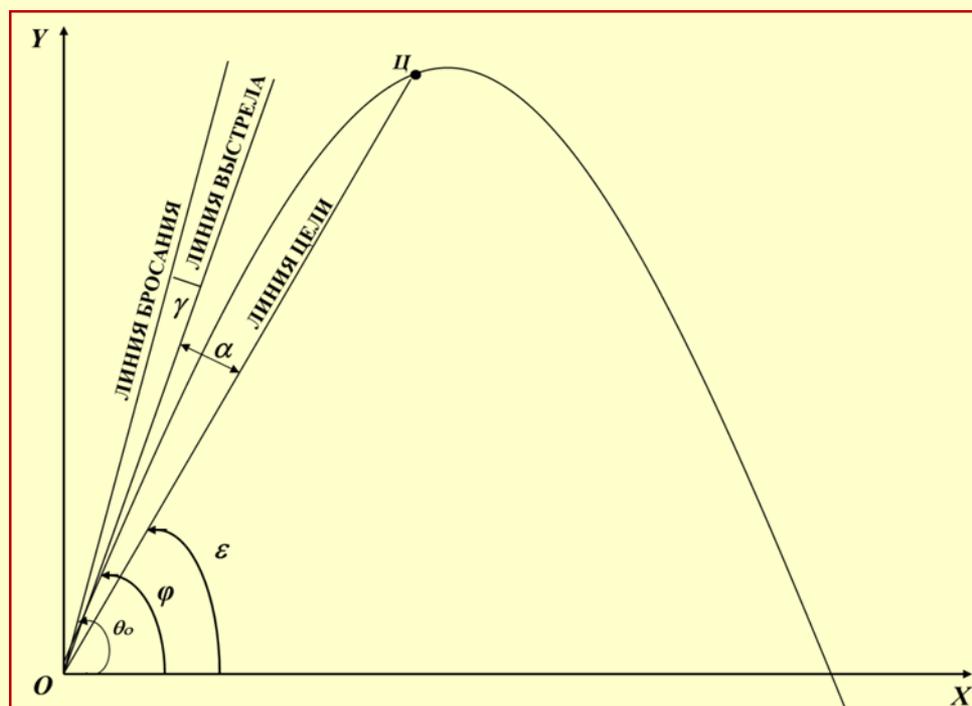
Элементы траектории в точке вылета

Точка вылета (O) - положение центра массы снаряда в момент прохождения дна снаряда через дульный срез орудия .

Горизонт орудия - горизонтальная плоскость, проходящая через точку вылета.

Линия цели - прямая, соединяющая орудие с целью.

Линия выстрела - продолжение оси канала ствола наведенного орудия перед выстрелом.



Элементы траектории

Ось канала ствола - прямая, соединяющая центры казенного и дульного срезов орудия.

Угол места цели ε - угол между горизонтом орудия и линией цели.

Угол прицеливания α - угол в вертикальной плоскости между линией цели и линией выстрела.

Плоскость выстрела - вертикальная плоскость, проходящая через линию выстрела.



Угол возвышения φ - угол, составленный линией выстрела и горизонтом орудия; (измеряется от горизонта). Равен алгебраической сумме углов места цели и прицеливания $\varphi = \varepsilon + \alpha$

Линия бросания - продолжение оси канала ствола орудия в момент вылета снаряда.

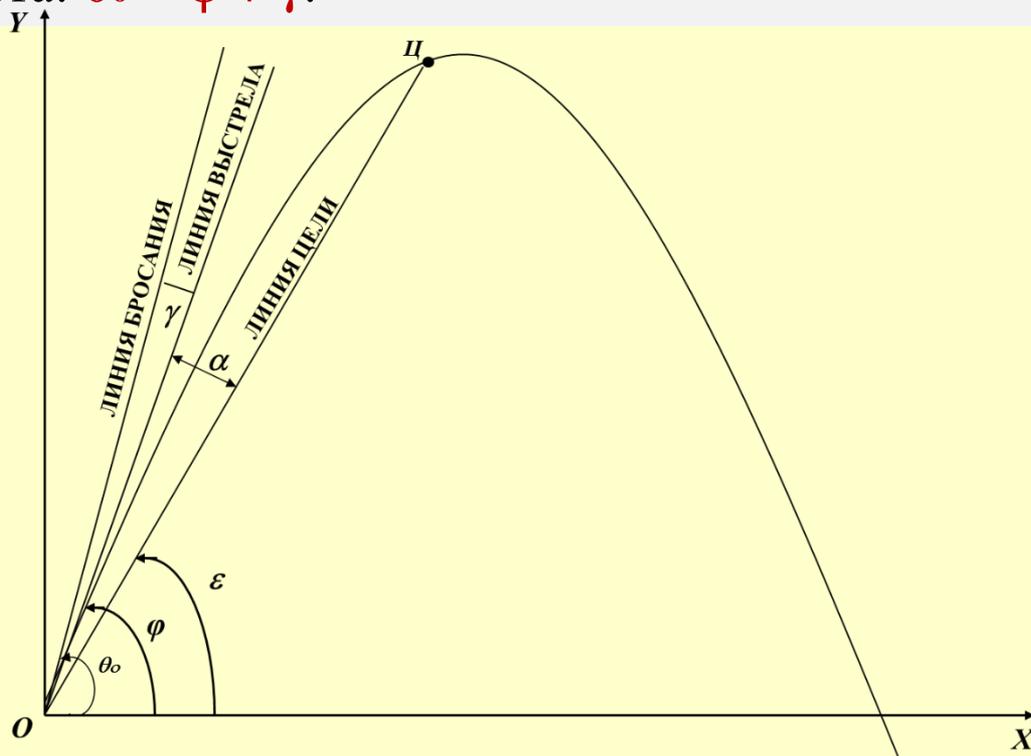
Плоскость бросания - вертикальная плоскость, проходящая через линию бросания.

Элементы траектории

Угол вылета γ — угол, составленный линией бросания и линией выстрела. Этот угол получается при отдаче вследствие упругой деформации частей лафета, несимметричного распределения откатывающихся масс, особенностей устройства системы и пр.

Угол вылета может быть как положительным, так и отрицательным, вертикальным и боковым.

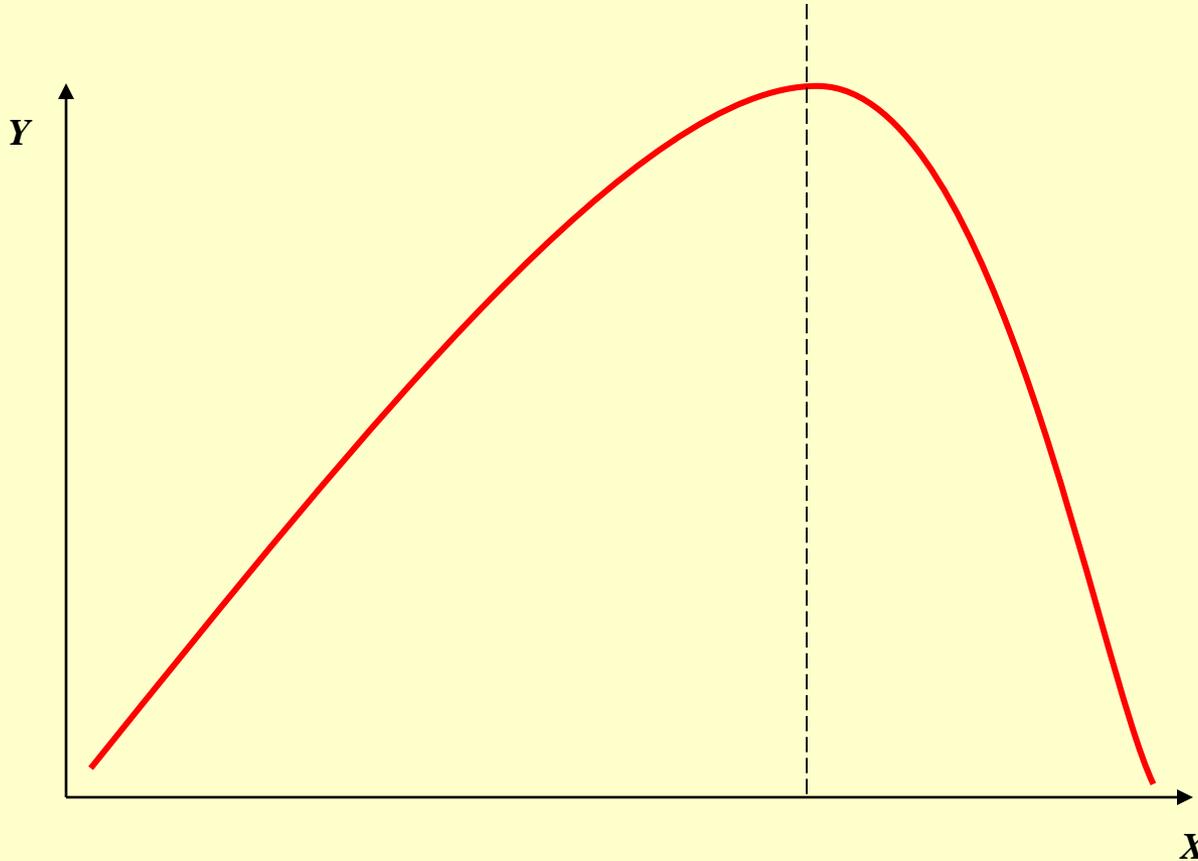
Угол бросания θ_0 — угол, составленный линией бросания с горизонтом орудия; измеряется от горизонта; равен алгебраической сумме углов возвышения и вылета: **$\theta_0 = \varphi + \gamma$** .



Общие свойства траектории в воздухе **ознакомить**

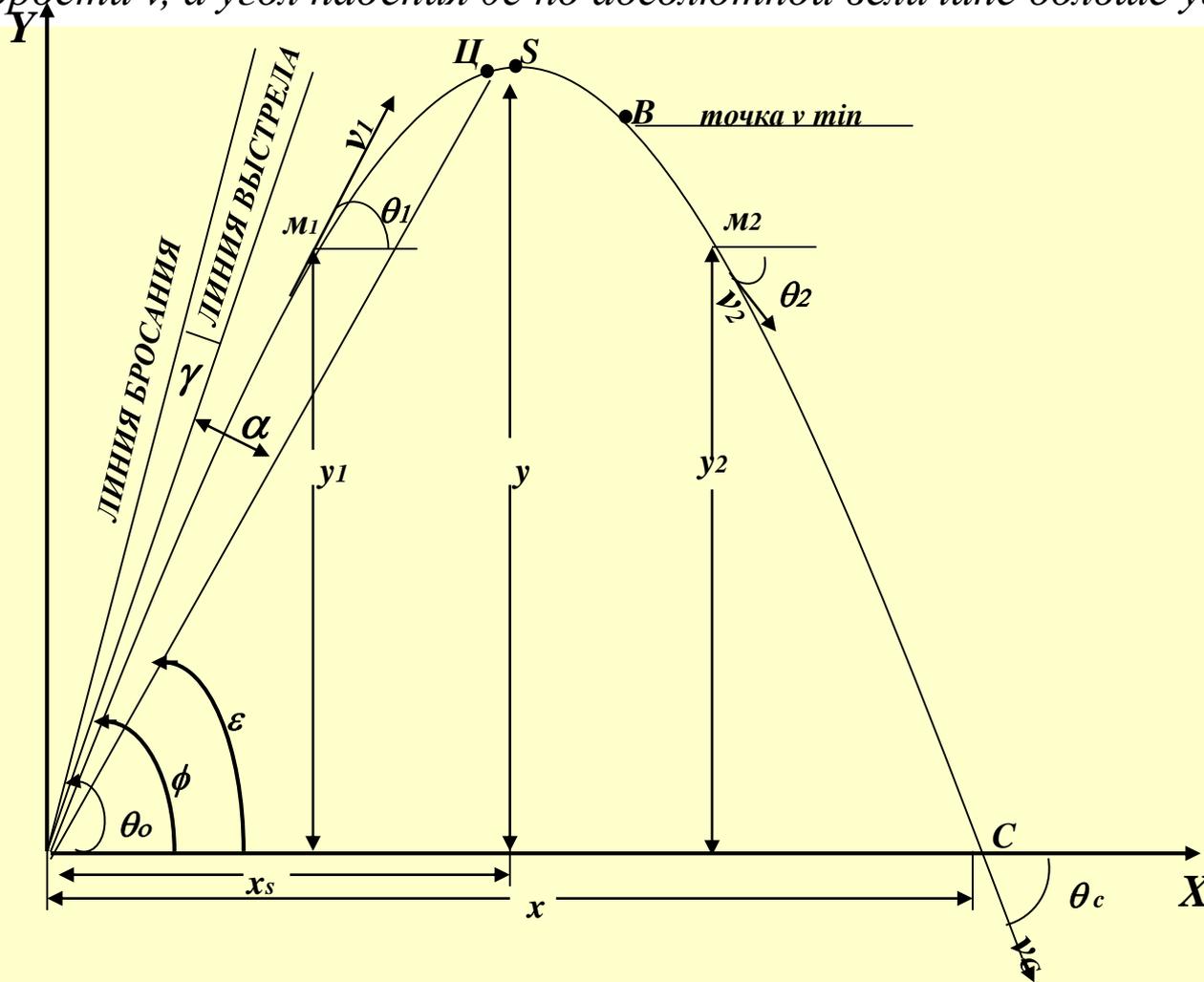
1. Траектория снаряда в воздухе представляет собой:

- кривую, **несимметричную** относительно своей вершины восходящая ветвь траектории длиннее и отложе нисходящей ветви.

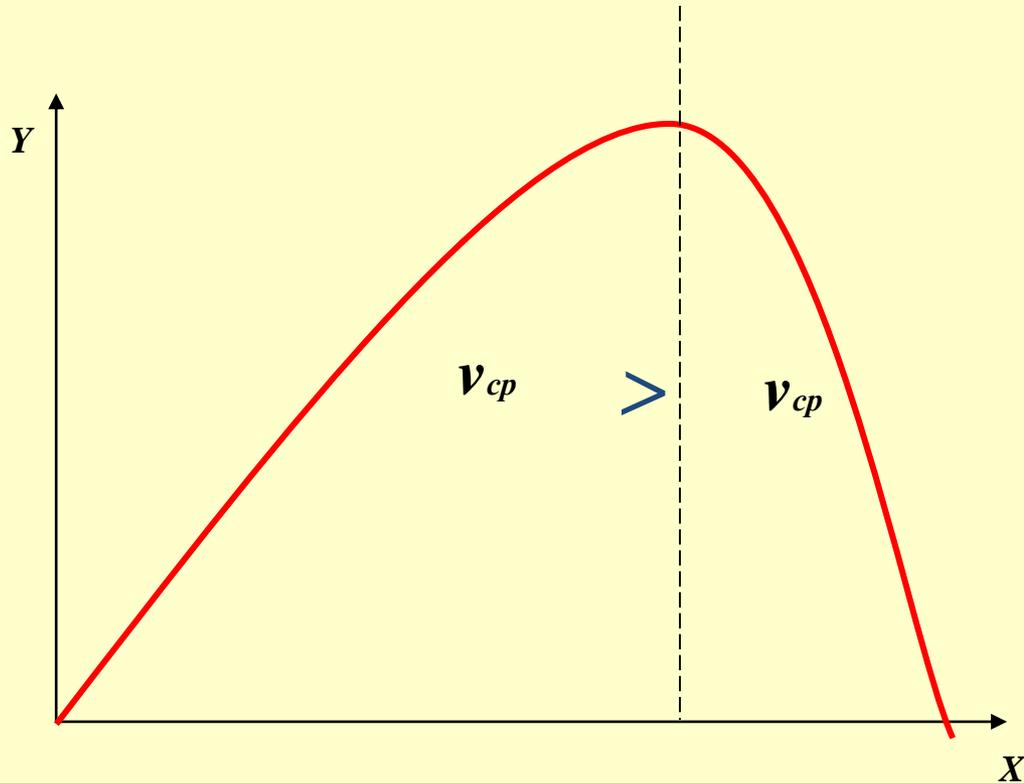


Общие свойства траектории в воздухе ознакомить

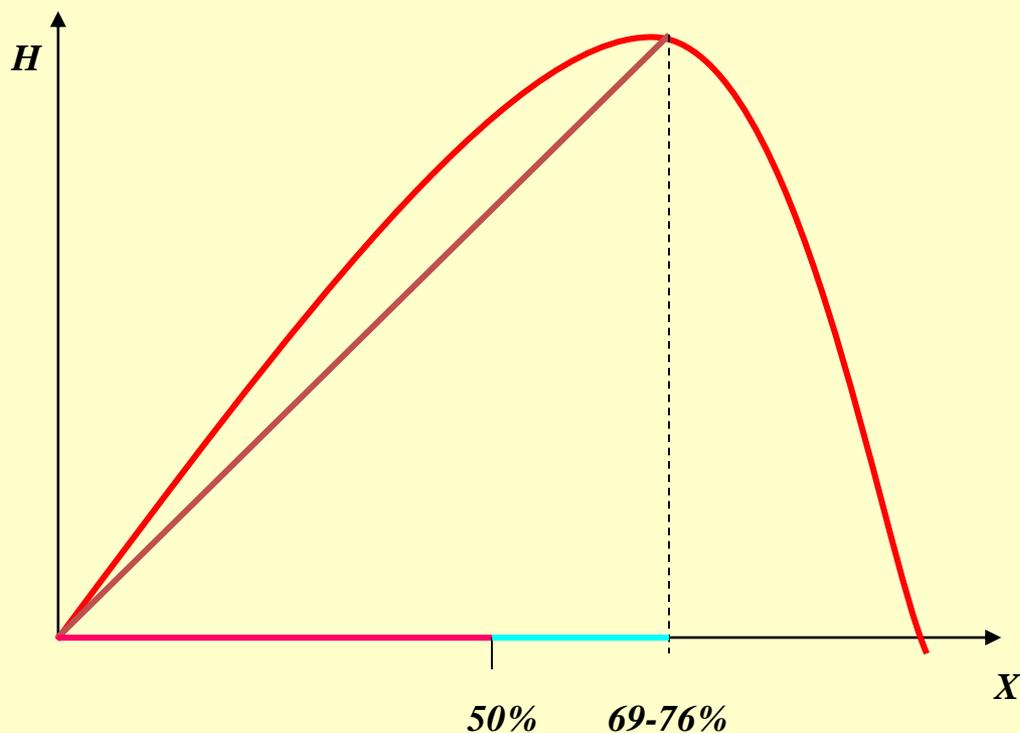
2. В точках M_1 и M_2 , расположенных на одной высоте $y_1 = y_2$, но на разных ветвях траектории, скорости снаряда и углы наклона касательной не одинаковы, а именно: v_1 больше v_2 , а θ_1 по абсолютной величине меньше θ_2 ;
в соответствии с этим окончательная скорость снаряда v_c меньше его начальной скорости v , а угол падения θ_c по абсолютной величине больше угла бросания θ_0 .



3. Средняя скорость снаряда на восходящей ветви траектории больше средней скорости на нисходящей ветви;
вследствие этого время полета снаряда от точки вылета до вершины траектории меньше чем время полета от вершины до точки падения;



4. *Достигаемость орудия по высоте больше половины предельной дальности стрельбы по горизонту;
у современных зенитных орудий высота подъема снаряда при максимальном угле возвышения составляет 69—76 % полной горизонтальной дальности.*



5. *Дальность стрельбы и время полета снаряда зависят от:*

- угла бросания $\theta_{от}$;

- начальной скорости v_0 ;

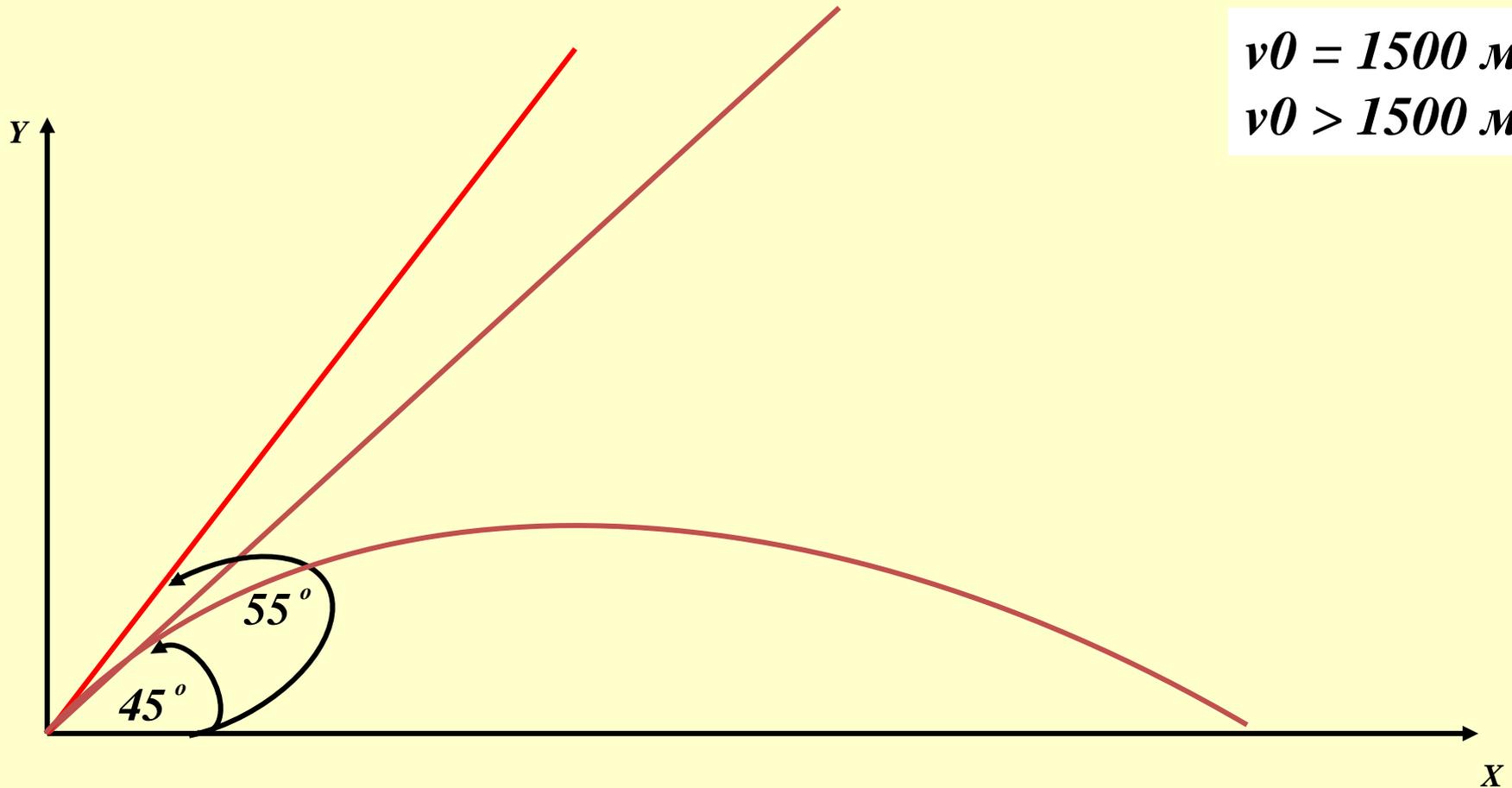
- формы, калибра и веса снаряда;

- метеорологических условий.

Общие свойства траектории в воздухе ознакомить

6. Угол бросания θ_{0T} отвечающий максимальной полной горизонтальной дальности, зависит:

- от начальной скорости v_0 и баллистического коэффициента.



$v_0 = 1500 \text{ м/с}$

$v_0 > 1500 \text{ м/с}$



Вопрос 2

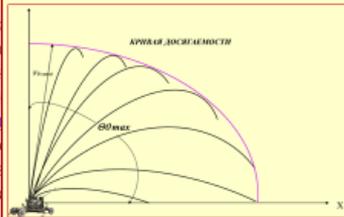
Зоны зенитных орудий

Зенитное орудие



Зенитное орудие (также **жарг.** *зенит*, зенитная пушка) — специализированный вариант более современного — самоходного колесного или гусеничного орудия с большим углом возвышения (стрельбой «в зенит» («зенитное орудие»)), предназначенный для борьбы с самолетами. В первую очередь характеризуется высокой точностью наводки, в связи с этим зенитные орудия являются **противотанковыми**. Основные способы ведения огня — установка на **рубежах** и огонь по самолету (сбрасывания бомб) авиации. Наибольшая эффективность применения достигается при управлении их огнём с помощью **ПУ** стрельбой.

Кривая досягаемости

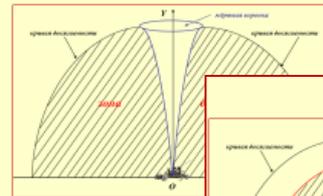


Кривая досягаемости является внешней границей зоны досягаемости данного орудия.

Так как для каждого орудия существуют **θ_{max}** , то восходящая ветвь траектории будет внутренней границей досягаемости.

Кривая досягаемости — геометрическое место точек, отвечающих максимальным дальностям стрельбы.

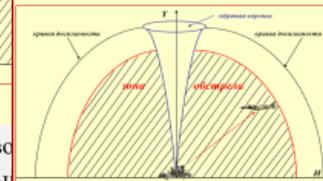
Зона досягаемости



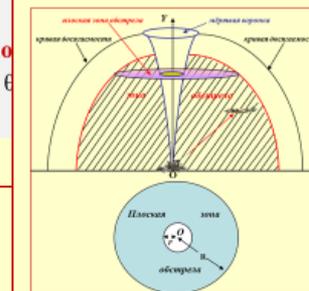
Зона досягаемости — пространство, в котором орудие может забросить данный снаряд. В центре этой зоны находится **мертвая воронка**.

Воронка внутри **зоны досягаемости** восходящей ветви траектории при **θ_{max}** называется **мертвой воронкой**.

Зона обстрела



Зона обстрела — пространство вокруг зенитного орудия, в котором обеспечивается требуемая точность стрельбы, а снаряд или его элементы сохраняют возможность поражения воздушной цели.



Границами **зоны обстрела** в вертикальном разрезе являются:
- с внутренней стороны восходящая ветвь траектории при **θ_{max}** ,
- с внешней стороны — изохрона, соответствующая времени действия самоликвидатора.

Кольцевая зона, получаемая в результате сечения зоны обстрела горизонтальной плоскостью на заданной высоте **H**, называется **плоской зоной обстрела**.

Зенитное орудие

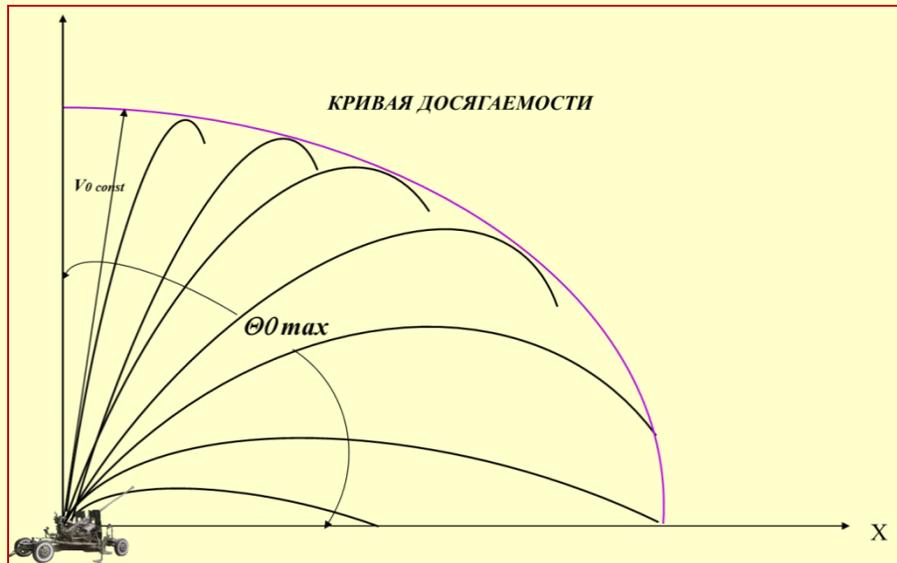


Зенитное орудие (также жарг. *зенитка*, устар. *противоаэропланная пушка*, зенитная пушка) — специализированное артиллерийское орудие на лафете, как более современный вариант — смонтированное на унифицированном самоходном колесном или гусеничном шасси, с круговым обстрелом и большим углом возвышения (стрельбой «в зенит», отсюда и происходит название — «зенитное орудие»), предназначенное для борьбы с авиацией противника. В первую очередь характеризуется высокой начальной скоростью снаряда и точностью наводки, в связи с этим зенитные орудия часто использовались в качестве противотанковых.

Основные способы ведения огня — заградительный огонь на заранее установленных рубежах и огонь по рубежам вероятного применения бортового оружия (сбрасывания бомб) авиацией противника.

Наибольшая эффективность применения **ЗО** достигается при управлении их огнём с помощью РЛС и автоматических приборов управления стрельбой.

Кривая досягаемости

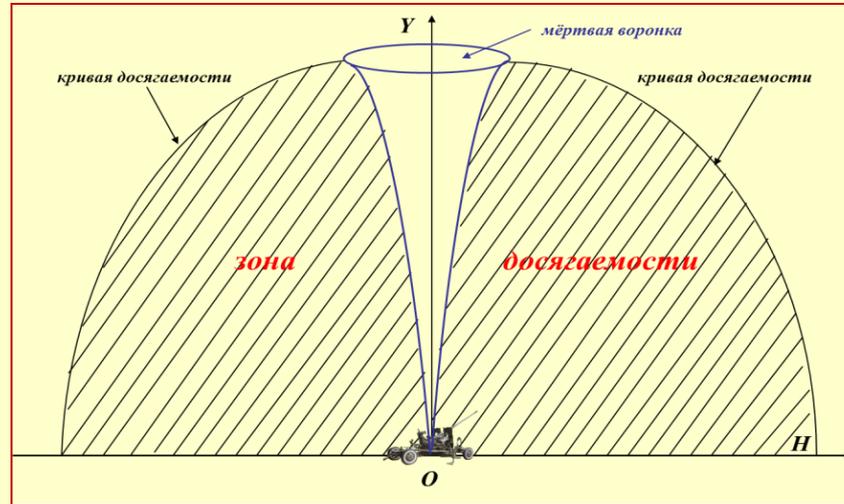


Кривая досягаемости - геометрическое место точек, отвечающих максимальным наклонным дальностям, при разных углах места для траекторий, построенных при **$V_0 = \text{const}$** .

Кривая досягаемости является внешней границей досягаемости данного орудия.

Так как для каждого орудия существует предельный угол бросания θ_{max} , то восходящая ветвь траектории, отвечающая θ_{max} , будет внутренней границей досягаемости орудия.

Зона досягаемости

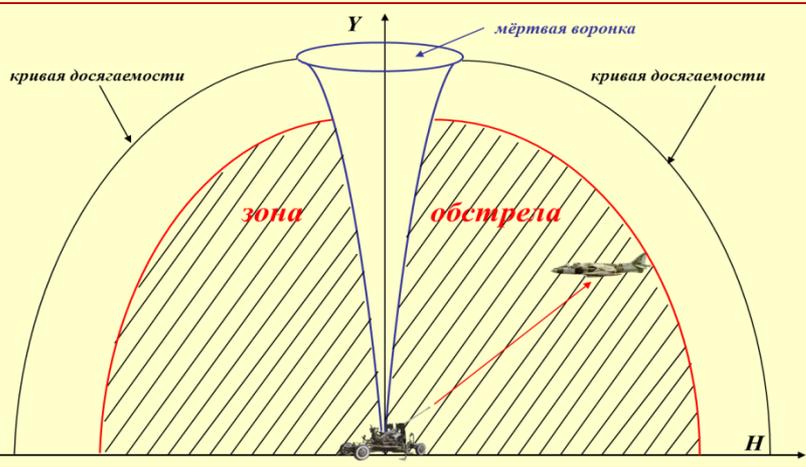


Зона досягаемости – пространство, в пределах которого данное орудие может забросить данный снаряд до срабатывания самоликвидатора.

Мертвая воронка - воронка внутри **зоны досягаемости**, образуемая, вращением восходящей ветви траектории при θ тах вокруг линии зенита ОУ.

Зона обстрела

Зона обстрела - пространство вокруг зенитного орудия, в котором обеспечивается требуемая точность стрельбы, а снаряд или его элементы сохраняют возможность поражения воздушной цели.



Границами **зоны обстрела** в вертикальном разрезе являются:

- с внутренней стороны восходящая ветвь траектории при θ_0 тах,
- с внешней стороны изохрона, соответствующая времени действия самоликвидатора.

Кольцевая зона, получаемая в результате сечения зоны обстрела горизонтальной плоскостью на заданной высоте H , называется **плоской зоной обстрела**.



Вопрос 3

Измерение углов в зенитной артиллерии

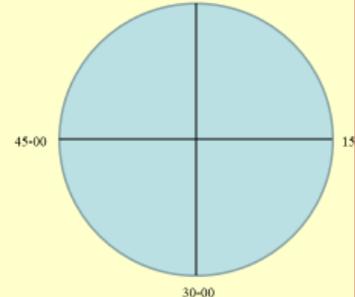
Измерение углов в зенитной артиллерии.

В артиллерийской системе за единицу измерения угловых мер принят: - центральный угол круга опирающийся на дугу, равную $1/6000$ длины окружности.

Такая единица угловых мер называется «тысячной».

Одно деление угломера также называется тысячной.

Сто малых делений составляют одну тысячную.



Величина одного малого деления t округленно равна тысячной доле радиуса окружности C , так как:

$$t = \frac{C}{6000} = \frac{2\pi R}{6000} = \frac{6.28}{6000} \cdot R = 0.001047R \approx 0.001R$$

Применительно к

Радиус – это дальность от угломера до предмета. Заменяем

$$t = 0,001$$

В соответствии с этим деление угломера равно $1/6000$ части окружности, равна 1 тысячной.

Угол в тысячных (делениях угломера)	Записывается
1230	12-30
125	1-25
12	0-12
1	0-01

Между делениями угломера в тысячных и градусной системой отсчета углов существует зависимость:

$$0-01 = \frac{360^\circ \cdot 60'}{6000} = \frac{21600'}{6000} = 3.6'$$

$$1-00 = 3.6 \cdot 100$$

При приближенных значениях используется решение прямоугольного треугольника:

B – линейные размеры наблюдаемого предмета;

D – расстояние до предмета, м;

Y – величина угла в делениях угломера (тысячных).

Формула тысячных имеет три формы записки и подлежит оценке:

- при определении расстояний $D = \frac{B}{Y} \cdot 1000$

- при оценке размеров предмета $B = \frac{D \cdot Y}{1000}$ м.

- при определении угла $Y = \frac{B}{D} \cdot 1000$ м.

Перископическая артиллерийская буссоль ПАБ-2



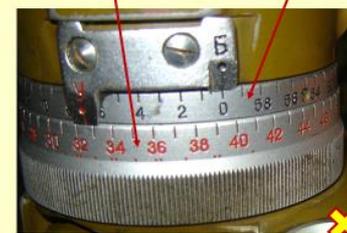
ПАБ-2 - основной артиллерийский прибор. Служит:

- для определения азимута и угла места в делениях угломера;
- для подготовки данных для стрельбы, ЦУ;
- выполнения топографической привязки элементов боевого порядка.

Буссольный барабан

Артиллерийское кольцо

Буссольное кольцо



Измерение углов в зенитной артиллерии

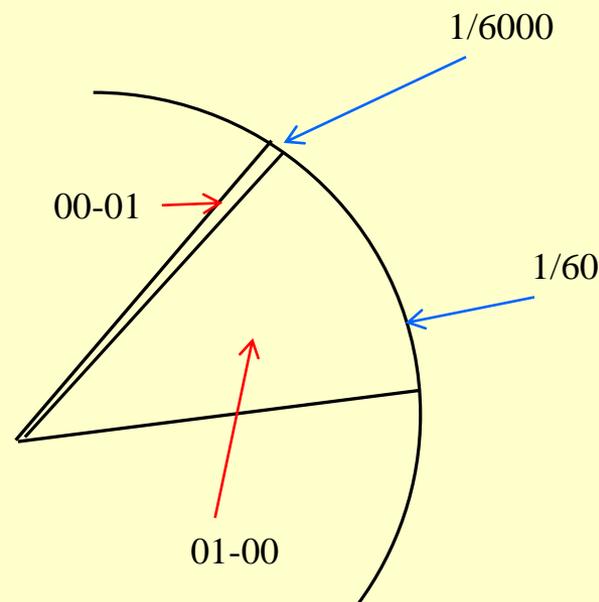
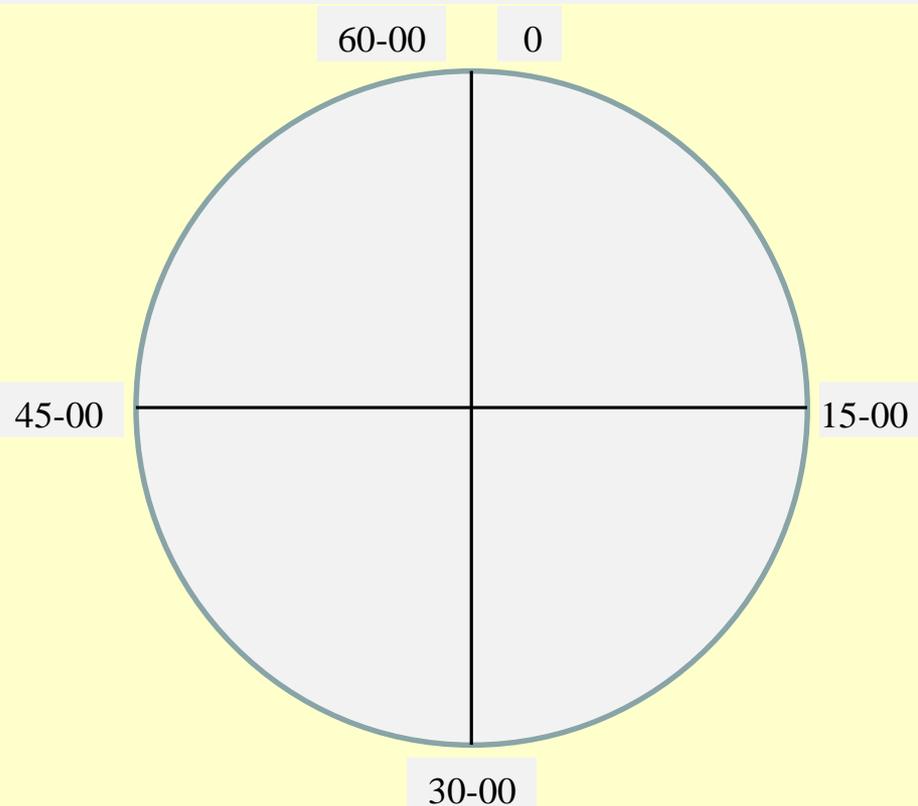
В артиллерийской системе за единицу измерения угловых мер принят:
- центральный угол круга опирающийся на дугу, равную $1/6000$ длины окружности.

Такая единица угловых мер называется:

- «**делением угломера**» или «**тысячной**».

Одно деление называется: - **малым делением** угломера.

Сто малых делений составляют: - одно **большое деление** угломера.



Величина одного малого деления t округленно равна:
 - тысячной доле радиуса окружности C , так как :

$$t = \frac{C}{6000} = \frac{2\pi R}{6000} = \frac{6.28}{6000} \cdot R = 0.001047 R \approx 0.001 R$$

Применительно к измерениям:

Радиус – это дальность от угломерного прибора до измеряемого предмета.

Заменяем R на D и получаем: $t = 0,001D$

Поэтому **деление угломера** называют **тысячной**.

Длина $1/6000$ части окружности, т.е. цена деления угломера равна 1 тысячной.

Угол в тысячных (делениях угломера)	Записывается	Читается
1230	12-30	Двенадцать, тридцать
125	1-25	Один, двадцать пять
12	0-12	Ноль, двенадцать
1	0-01	Ноль, ноль, один

Между делениями угломера в тысячных и градусной системой отсчета углов существует зависимость:

$$0-01 = \frac{360^{\circ} \cdot 60'}{6000} = \frac{21600'}{6000} = 3.6'$$
$$1-00 = 3.6' \cdot 100 = 360' = 6^{\circ}$$

При приближенных значениях используется формула тысячной, которая вытекает из решения прямоугольного треугольника:

$$\frac{B}{D} = Y \cdot \frac{1}{1000} \quad \text{где:}$$

- B*** – линейные размеры наблюдаемого предмета, м;
- D*** – расстояние до предмета, м;
- Y*** – величина угла в делениях угломера(тысячных).

Формула тысячных имеет три формы записи в зависимости от того, какая величина подлежит оценке:

- при определении расстояний

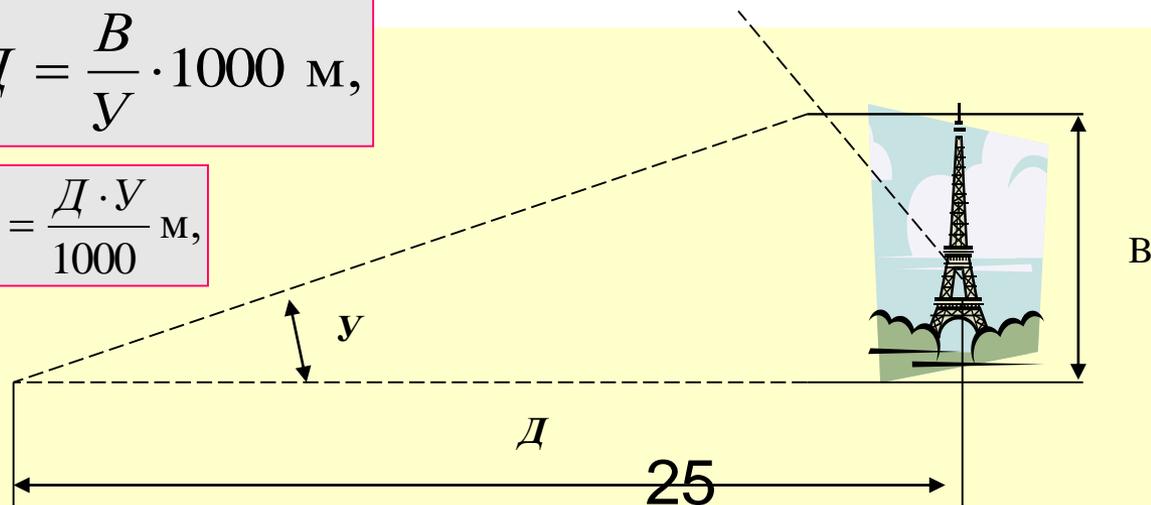
$$D = \frac{B}{Y} \cdot 1000 \text{ м,}$$

- при оценке размеров предмета

$$B = \frac{D \cdot Y}{1000} \text{ м,}$$

- при определении угла

$$Y = \frac{B}{D} \cdot 1000 \text{ м,}$$



Перископическая артиллерийская буссоль ПАБ-2



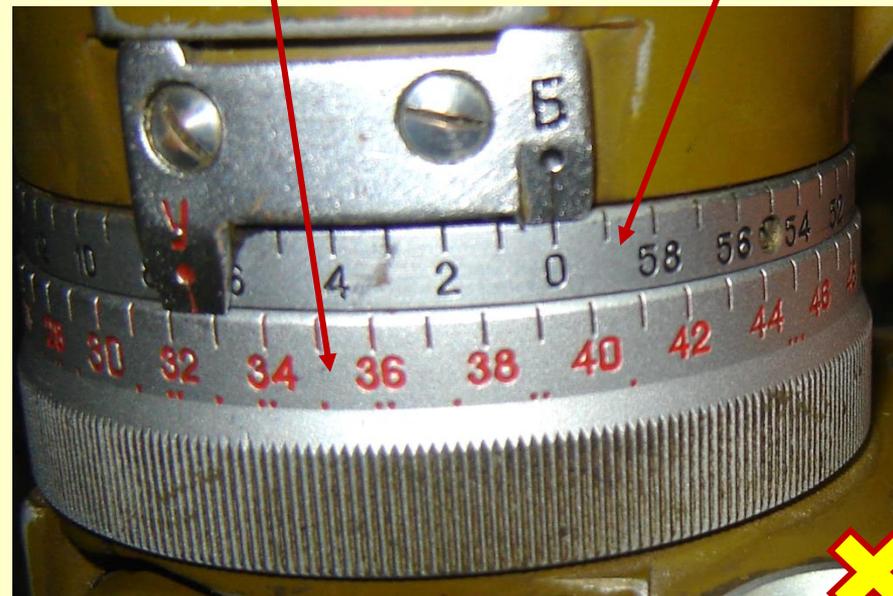
ПАБ-2 - основной артиллерийский прибор. Служит:

- для определения азимута и угла места в делениях угломера;
- для подготовки данных для стрельбы, ЦУ;
- выполнения топографической привязки элементов боевого порядка.

Буссольный
барaban

Артиллерийское
кольцо

Буссольное
кольцо



Задание на самоподготовку:

– изучить материал занятия по конспекту и учебному пособию

Вопросы занятия:

- 1. Траектория полета снаряда и её элементы.**
- 2. Зоны зенитных орудий.**
- 3. Измерение углов в зенитной артиллерии.**



Литература:

- 1. Учебное пособие «Основы построения зенитных артиллерийских комплексов» В.А. Подгорный стр.29-34, 21-22.**

Конец занятия

Контрольные вопросы

№	Вариант 1	Вариант 2
	В чем заключается?	
1	Сущность стрельбы по ВЦ	Явление выстрела
	В чем заключается сущность? (V_c, P_c, S_c)	
2	Подготовительного периода	1 периода выстрела
3	2 периода выстрела	3 периода выстрела
	Дать определение величин:	
4	В сферической системе координат D, ε, β	Параметров движения цели V_T, q, P
	Дать определение элементов траектории полета снаряда:	
5	Ось ствола	Линия выстрела
6	Линия цели	Линия бросания
7	Угол места	Угол прицеливания
8	Угол возвышения	Угол бросания
9	Плоскость выстрела	Плоскость бросания
10	Перечислить силы, действующие на снаряд в полете (<i>название, обозначение</i>)	



Занятие 3. Траектория полета снаряда

ПОСОБИЕ УЧЕБНОГО ЦЕНТРА
при Ташкентском национальном университете

Часть №2
«Основы применения артиллерийских, авиационных ракетных установок»

КУРС ЛЕКЦИЙ
Лекция преподавателя 2 курса
наблюдательной школы **Гаджиева А. А.**

1 ★

Ташкентский национальный университет

Дисциплина: «Артиллерия и инженерная артиллерия снарядного назначения»
Раздел 1. «Основы артиллерии ЗМБ»

Тема №1
Прицельные построения ЗАК

Лекция №2
Траектория полета снаряда

2 ★

Научить:

- траекторию полета снаряда и ее элементы;
- зоны законтных орудий;
- измерение угла в законтной артиллерии.

ВИД ЗАНЯТИЯ: — групповое.

3 ★

Обусловлено:

- необходимостью иметь глубокие и твердые знания о траектории полета снаряда и ее элементах;
- зонах законтных орудий;
- измерении угла в законтной артиллерии.

4 ★

1. Траектория полета снаряда и ее элементы.
2. Зоны законтных орудий.
3. Измерение угла в законтной артиллерии.

Литература:
1. Учебное пособие
«Основы артиллерийского расчета»
автор: С.А. Пугачевский
стр. 29-34, 21-22.

5 ★

Вопрос 1
Траектория полета снаряда и ее элементы

6 ★

Траектория
Траектория — это линия, по которой движется снаряд после вылета из орудия.

Элементы траектории:
1. Начальная скорость снаряда.
2. Угол вылета снаряда.
3. Максимальная высота.
4. Дальность полета.

7 ★

Элементы траектории в точке вылета

1. Начальная скорость снаряда.
2. Угол вылета снаряда.
3. Максимальная высота.
4. Дальность полета.

8 ★

Законтные траектории

1. Траектория снаряда.
2. Траектория снаряда.
3. Траектория снаряда.

9 ★

Законтные траектории

1. Траектория снаряда.
2. Траектория снаряда.
3. Траектория снаряда.

10 ★

Общие сведения о траектории и ее элементах

1. Траектория — это линия, по которой движется снаряд после вылета из орудия.

11 ★

Общие сведения о траектории и ее элементах

1. Траектория — это линия, по которой движется снаряд после вылета из орудия.

12 ★

Общие сведения о траектории и ее элементах

1. Траектория — это линия, по которой движется снаряд после вылета из орудия.

13 ★

Общие сведения о траектории и ее элементах

1. Траектория — это линия, по которой движется снаряд после вылета из орудия.

14 ★

Общие сведения о траектории и ее элементах

1. Траектория — это линия, по которой движется снаряд после вылета из орудия.

15 ★

Общие сведения о траектории и ее элементах

1. Траектория — это линия, по которой движется снаряд после вылета из орудия.

16 ★

Вопрос 2
Зоны законтных орудий

17 ★

Законтные орудия

1. Траектория снаряда.
2. Траектория снаряда.
3. Траектория снаряда.

18 ★

Кривая досягаемости

1. Траектория снаряда.
2. Траектория снаряда.
3. Траектория снаряда.

19 ★

Зона досягаемости

1. Траектория снаряда.
2. Траектория снаряда.
3. Траектория снаряда.

20 ★

Зона обстрала

1. Траектория снаряда.
2. Траектория снаряда.
3. Траектория снаряда.

21 ★

Вопрос 3
Измерение угла в законтной артиллерии

22 ★

Измерение угла в законтной артиллерии

1. Траектория снаряда.
2. Траектория снаряда.
3. Траектория снаряда.

23 ★

Измерение угла в законтной артиллерии

1. Траектория снаряда.
2. Траектория снаряда.
3. Траектория снаряда.

24 ★

Матрица умножения

1. Траектория снаряда.
2. Траектория снаряда.
3. Траектория снаряда.

25 ★

Переносимый артиллерийский буксир ПАВ-2

1. Траектория снаряда.
2. Траектория снаряда.
3. Траектория снаряда.

26 ★

Задание на самостоятельную работу

1. Траектория снаряда.
2. Траектория снаряда.
3. Траектория снаряда.

27 ★

Контрольные вопросы

1. Траектория снаряда.
2. Траектория снаряда.
3. Траектория снаряда.

28 ★

Задание 3. Траектория полета снаряда

29 ★

