

**МГТУ им. Н.Э Баумана. Военный институт  
Кафедра №1 Военно-воздушных сил**

**Тема №2:  
Основы построения ЗРК**





# Занятие №4: Боевое снаряжение ЗУР





## Учебные вопросы:

- 1. Характеристика боевой части**
- 2. Область возможного поражения цели**
- 3. Поражающее действие боевой части ЗУР**
- 4. Оценка уязвимости воздушного противника**



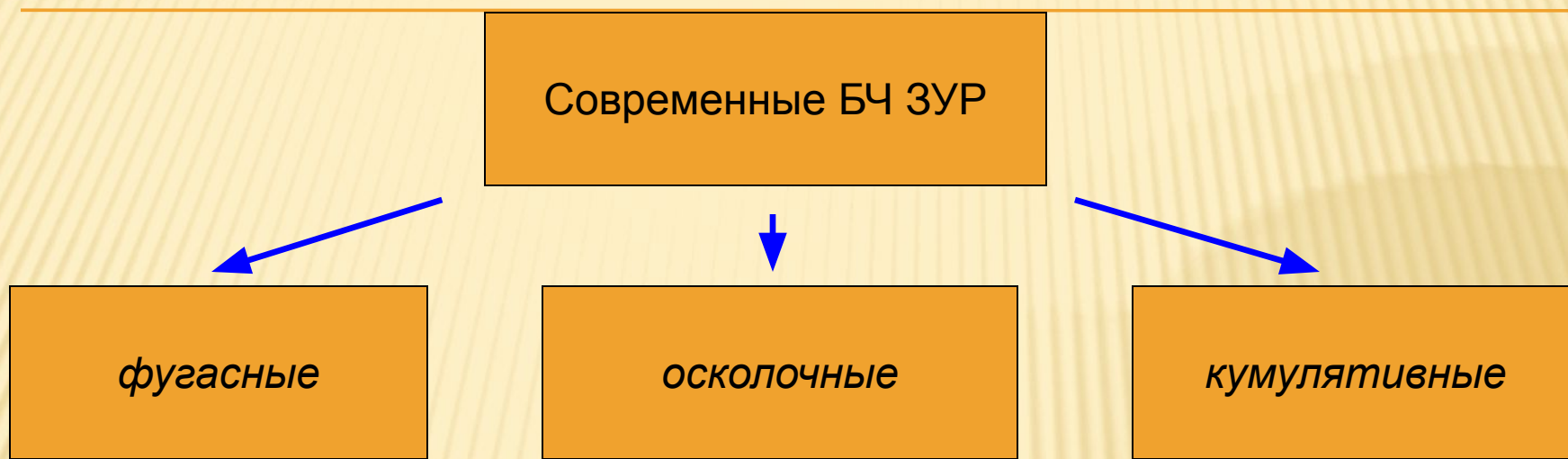
---

вопрос №1

ХАРАКТЕРИСТИКА

БОЕВОЙ ЧАСТИ

## 1 Характеристика боевой части



***Фугасные БЧ*** – это БЧ, поражающим фактором которых является действие воздушной ударной волны, образующейся при подрыве заряда.

***Осколочные БЧ*** – это БЧ, поражающим фактором которых являются как осколки, так и готовые элементы (стержни и др.), размещенные на поверхности корпуса.

Часто подобные БЧ еще обладают и значительным фугасным действием, поэтому их называют ***осколочно-фугасными БЧ***.



*Образование осколков определенной массы и размеров обычно достигается двумя путями:*

- расположением на наружной поверхности боевого заряда готовых поражающих элементов;*
- дроблением наружной оболочки при взрыве взрывчатого вещества.*

***Осколочные БЧ могут быть ненаправленного и направленного действия.***

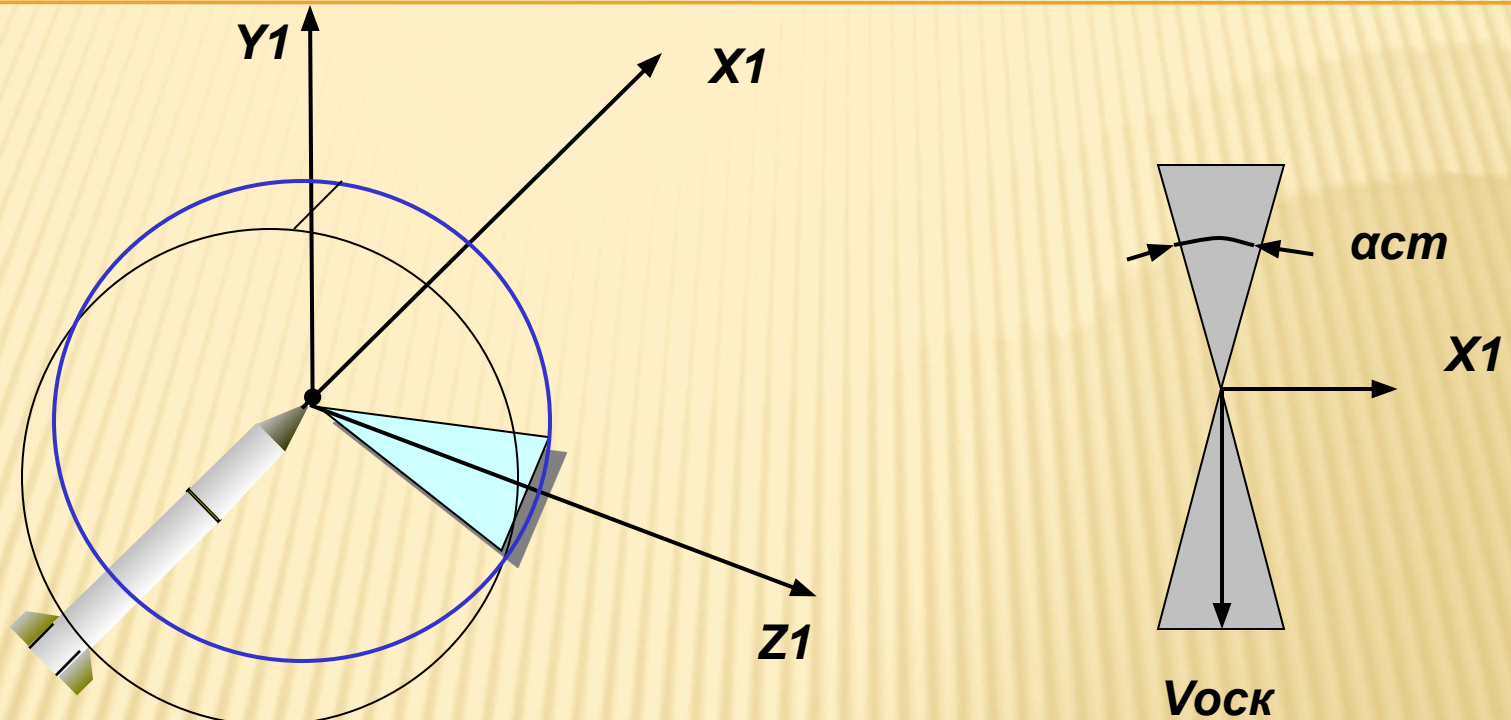
***БЧ ненаправленного действия*** рассчитаны на одинаковое поражение цели во всех направлениях от точки взрыва.

**Плотность осколков** при подрыве такой БЧ распределена равномерно по поверхности сферы и изменяется обратно пропорционально квадрату расстояния от центра взрыва.

***БЧ направленного действия*** обеспечивают большее поражающее действие по цели в одних направлениях от точки взрыва и меньшее в других направлениях.

**Фронт разлета поражающих элементов** не образует полной поверхности сферы, а ограничивается областью разлета осколков.

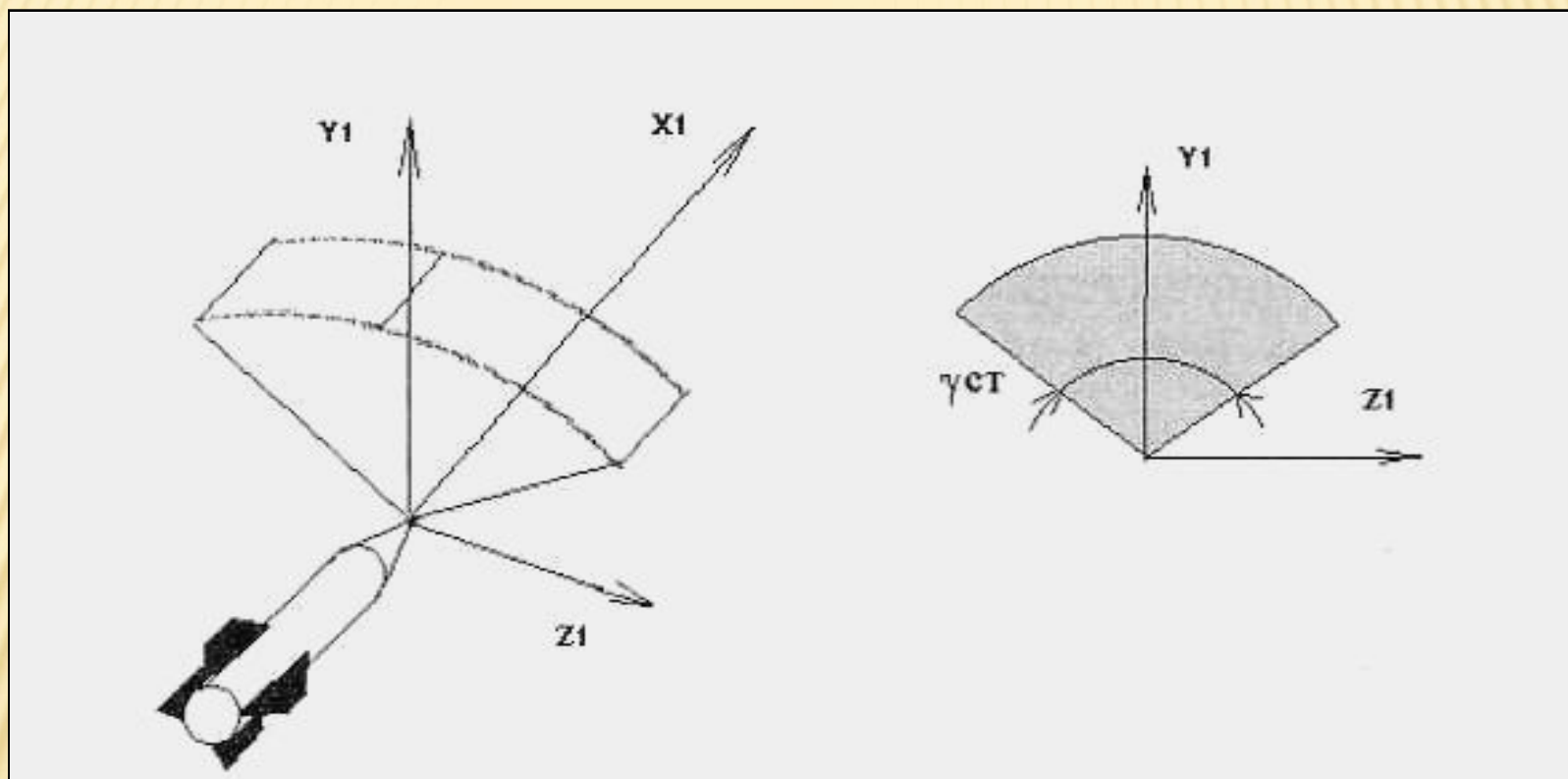
## 1 Характеристика боевой части



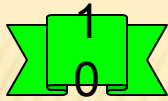
Область разлета осколков может быть *симметрична* относительно продольной оси ракеты и характеризоваться лишь величиной угла разлета осколков  $\alpha_{ст}$ .



## 1 Характеристика боевой части



Область разлета осколков может быть и *несимметрична* относительно продольной оси ракеты и характеризоваться не только углом  $\alpha_{CT}$ , но и углом разлета осколков в радиальной плоскости  $\gamma_{CT}$ .



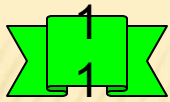
## 1 Характеристика боевой части

---

**Основными характеристиками осколочной БЧ, которые определяют эффективность ее поражающего действия, являются:**

- число поражающих элементов  $N_{оск.}$ ;
- масса одного поражающего элемента  $m_{оск.}$ ;
- форма и размеры поражающих элементов;
- плотность распределения поражающих элементов  $X$ ;
- начальная скорость поражающего элемента  $V_{оск.}$  и характер изменения скорости в зависимости от условий подрыва БЧ;
- статическая область разлета осколков.





## 1 Характеристика боевой части

Симметричную относительно продольной оси ракеты статическую область разлета осколков можно характеризовать *статическим углом разлета  $\alpha_{ст}$*  и *наклоном биссектрисы этого угла к продольной оси ракеты  $\psi_{ст}$*  (рис. 1.4).

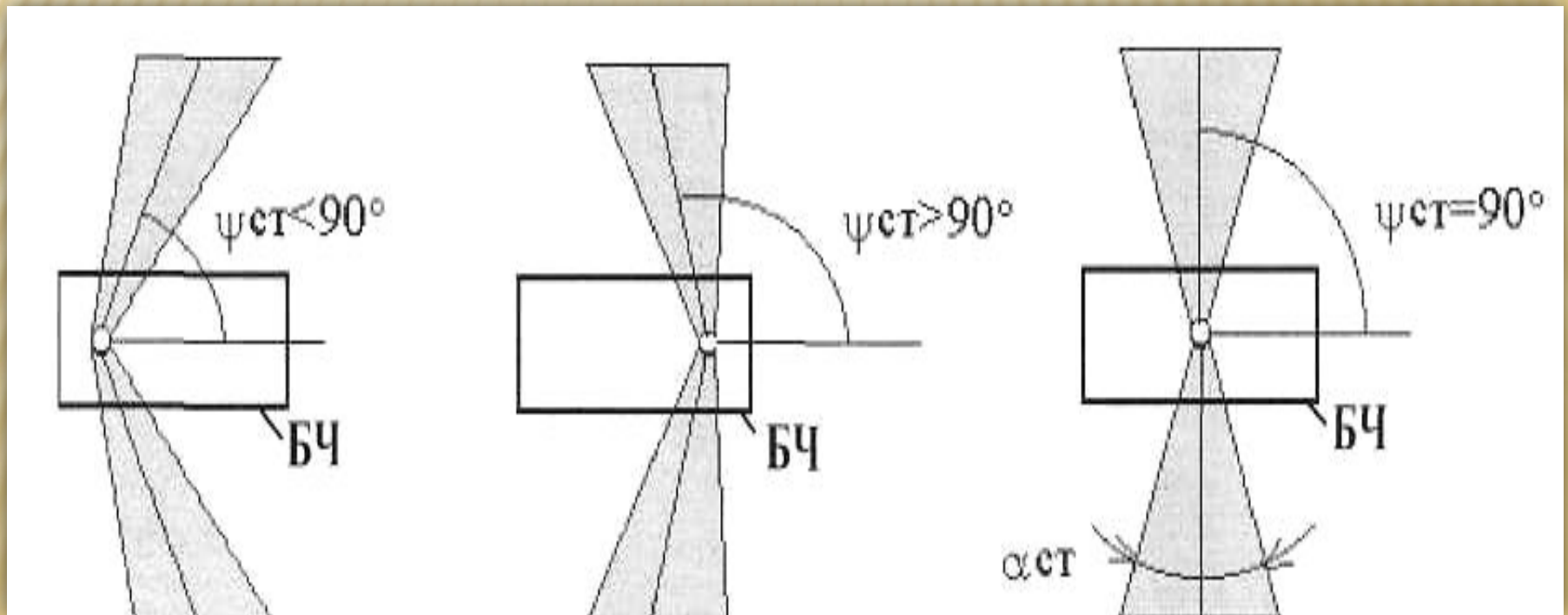


Рис 1.4 Сечения статической области разлёта осколков

---

вопрос №2

Область

ВОЗМОЖНОГО

поражения цели



## 2 Область возможного поражения цели

При подрыве БЧ произойдет *геометрическое суммирование* поступательной скорости с собственной скоростью, получаемой осколком за счет энергии боевого заряда. Осколки будут разлетаться с начальной скоростью:

$$V_{\text{оск.д}} = V_p + V_{\text{оск.ст}}$$

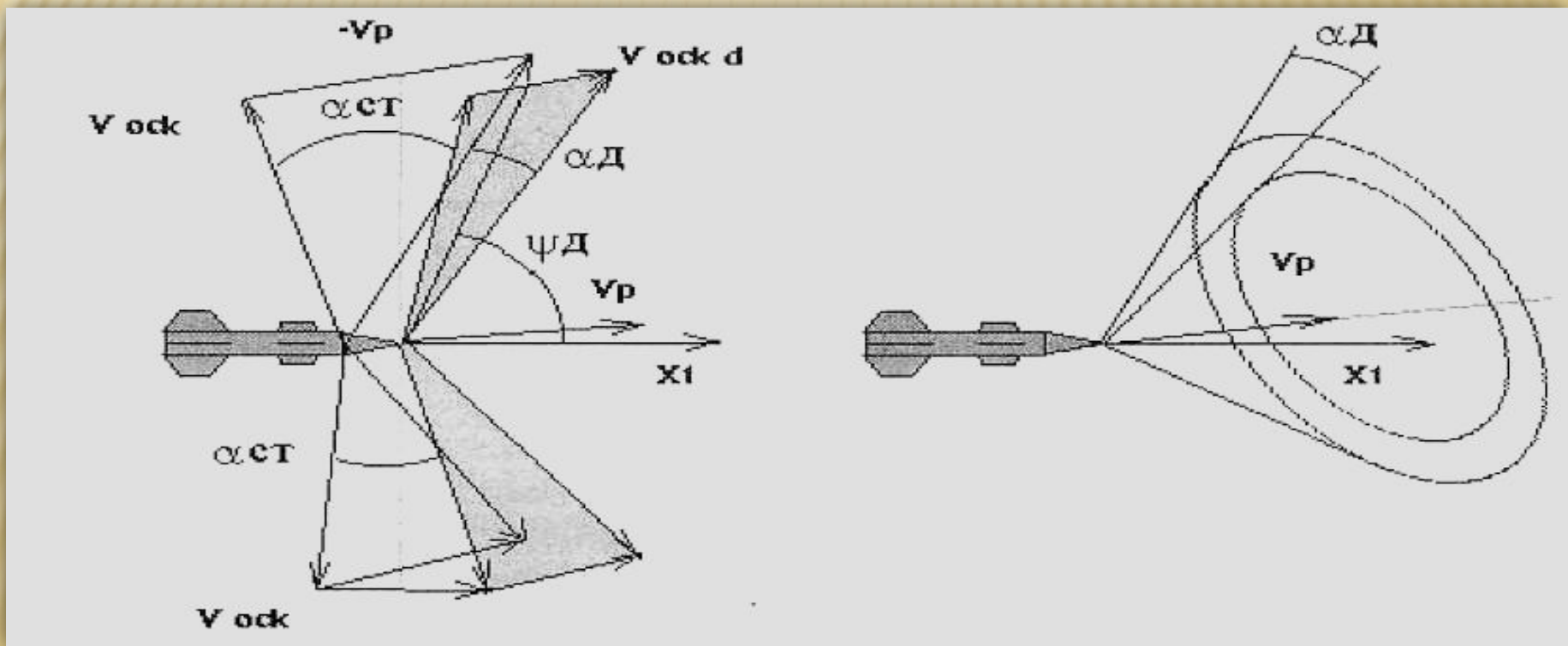
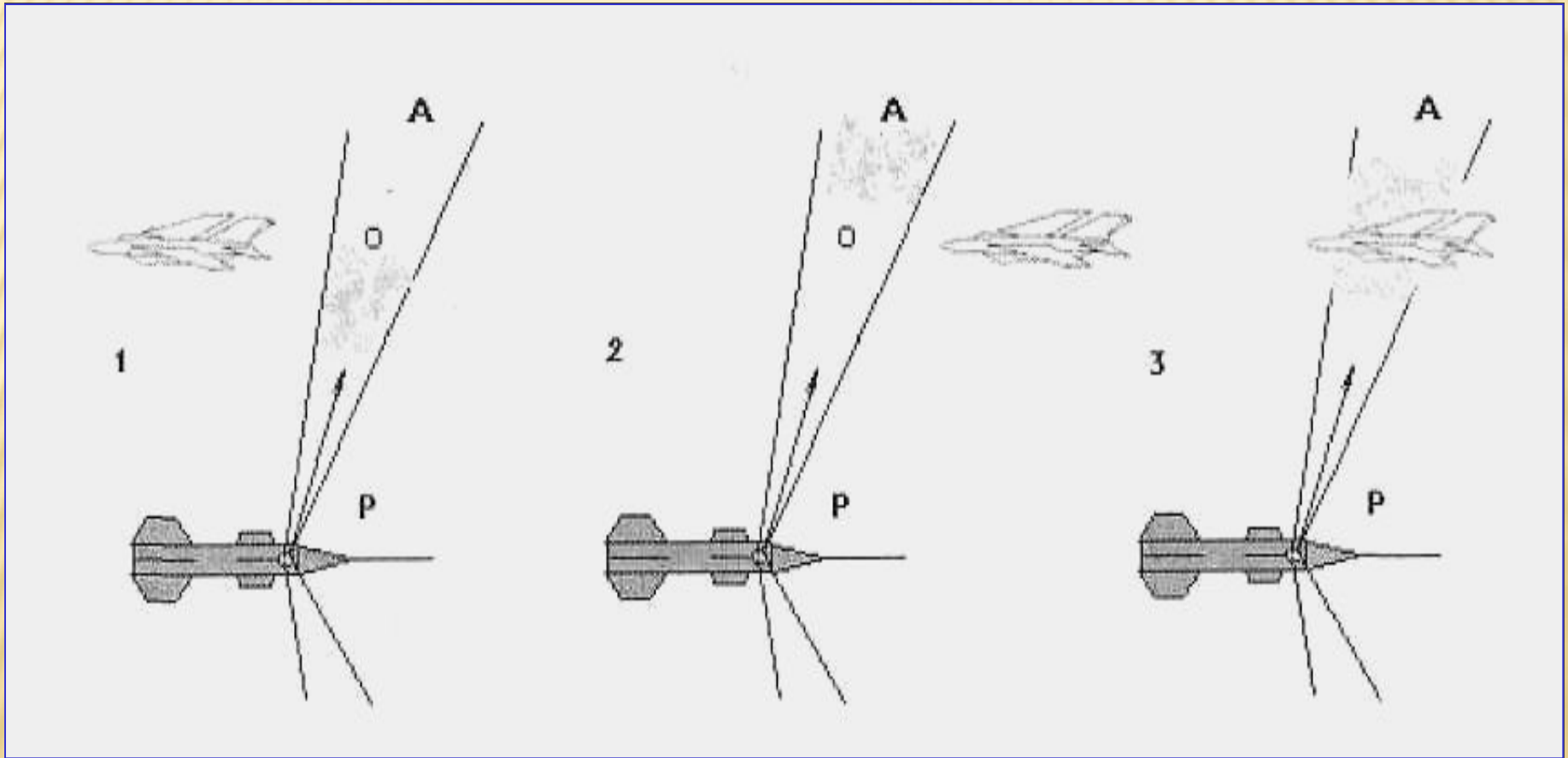


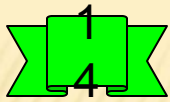
Рис 2.1 Характер разлёта осколков при полёте ЗУР

*Условие поражения цели определяется моментом подрыва БЧ.*



*Рис.2.2 Выбор момента подрыва БЧ*





## 2 Область возможного поражения цели

Осколки встретятся с целью в том случае, если в момент подрыва БЧ цель находится на линии, совпадающей с относительной скоростью этого осколка  $V_{отн.оск.}$  рис. 2.3.

$$V_{отн.оск} = V_{оск.} + V_p - V_{ц},$$

где  $V_p - V_{ц}$  - вектор относительной скорости ракеты  $V_{отн.}$ .

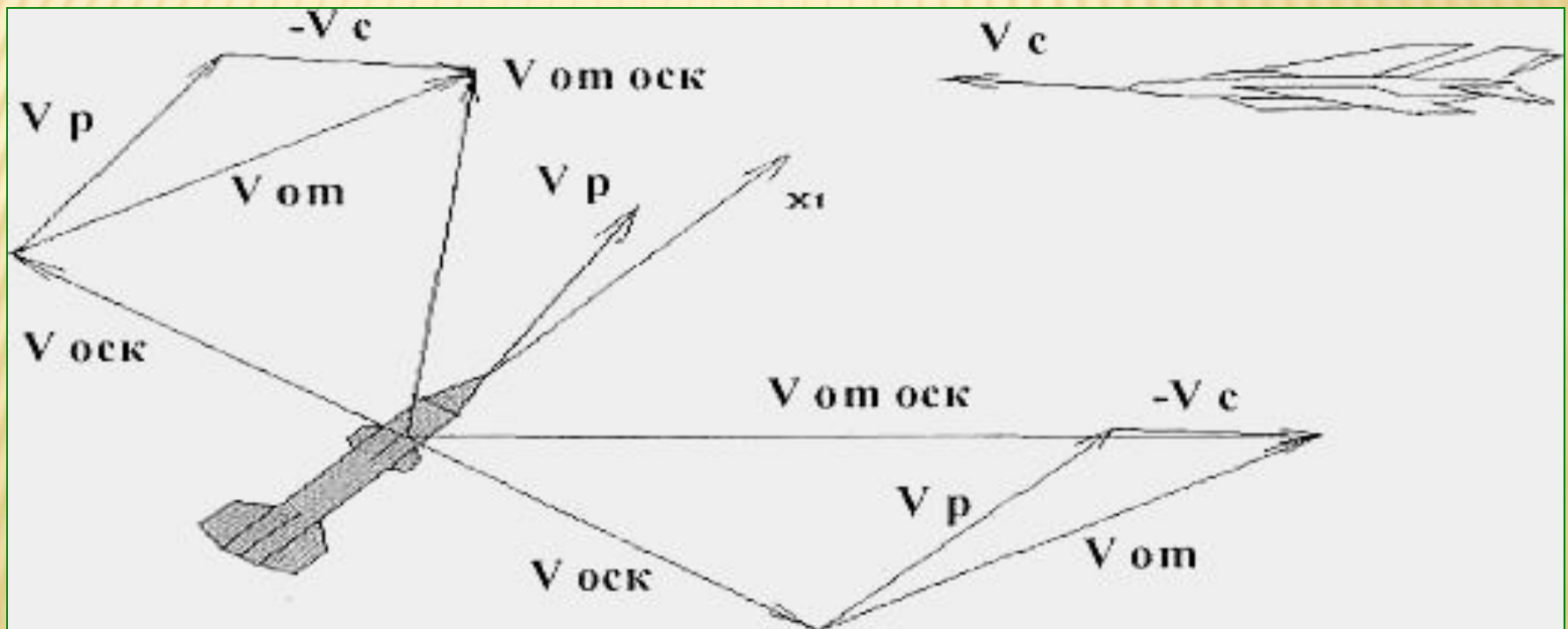


Рис. 2.3 Относительная скорость поражающего элемента

## 2 Область возможного поражения цели

Область пространства вокруг ракеты, при нахождении цели в которой в момент подрыва БЧ ее уязвимые отсеки накрываются потоком разлетающихся осколков, называется *областью возможного поражения цели*.

Выбор момента подрыва БЧ должен производиться с учетом конкретных условий встречи ракеты с целью.

Подрыв БЧ ракеты в районе точки встречи может производиться двумя способами:

- выдачей команды на подрыв БЧ с наземного пункта наведения;
- с помощью неконтактного взрывателя, автономно осуществляющего подрыв БЧ ЗУР у цели.



## 2 Область возможного поражения цели

---

**Активный РВ**  
содержит  
радиопередатчик,  
облучающий цель,  
и приемник  
отраженных сигналов.

**Полуактивный РВ**  
содержит лишь  
приемник сигналов  
цели, облучаемой  
источником,  
находящимся вне  
ракеты (на земле,  
корабле, и т.д.).

**Пассивный РВ**  
основан на приеме  
радиосигналов,  
Вырабатываемых  
аппаратурой,  
Установленной  
на обстреливаемой  
цели.



## 2 Область возможного поражения цели

Под *областью срабатывания РВ* понимается пространственная область около ракеты, определяемая геометрическим местом условных центров цели в момент срабатывания РВ.

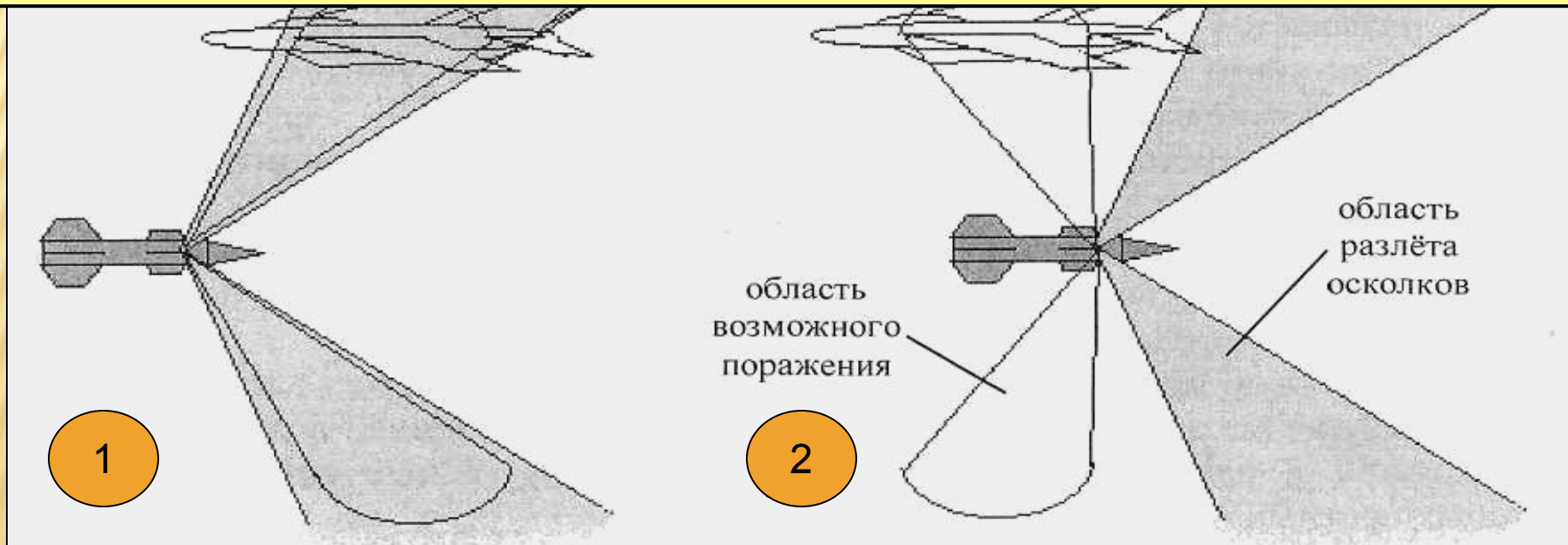
Размеры и положение области срабатывания РВ характеризуются:

- углом наклона  $\Psi_{рв}$  этой области к продольной оси ракеты;
- дальностью действия радиовзрывателя  $г_{рв}$ ;
- углом  $\alpha_{рв}$ , определяющим ширину области срабатывания, или дальностью действия  $г_{рв}$  и определенными углами срабатывания, т.е. углами между вектором относительной скорости ракеты и линией ракета-цель в момент подрыва БЧ.

## 2 Область возможного поражения цели

Область срабатывания РВ должна совпадать с областью возможного поражения цели.

Если эти области совпадают (положение 1), то РВ согласован со своей БЧ. При несовпадении этих областей (положение 2) будет наблюдаться та или иная степень рассогласования РВ с БЧ и, соответственно, снижение вероятности поражения цели при заданной величине промаха.



*Рис. 2.4 Согласование области срабатывания РВ с областью возможного поражения*



По устройству и принципу действия РВ подразделяются

*импульсные*

*доплеровские*

*с частотной  
модуляцией*

Принцип действия *импульсного РВ* аналогичен принципу действия простейшей импульсной радиолокационной станции. Подрыв БЧ ракеты происходит при задержке отраженных от цели импульсов относительно зондирующих не больше заданной, при вхождении цели в область диаграммы направленности РВ.

***Доплеровские РВ*** работают в режиме непрерывного излучения высокочастотных колебаний.

В простейшем случае решающее устройство представляет собой пороговое устройство сравнения амплитуды отраженных сигналов с некоторым заранее установленным уровнем.

Положение цели относительно ракеты в момент срабатывания РВ в данном случае определяется ориентацией его диаграммы направленности и величиной устанавливаемого уровня порогового устройства.

***РВ с частотной модуляцией непрерывного сигнала.***

Вследствие запаздывания отраженного сигнала от цели его частота не будет совпадать с частотой излученного сигнала.

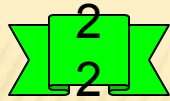
Мгновенная разность этих частот характеризует дальность до цели.

Принцип действия РВ такого типа основан на сравнении измеренных мгновенных значений разности частоты или ее среднего значения с заранее заданной частотой, характеризующей дальность срабатывания РВ.

A photograph of a missile launch in a desert environment. A missile is being launched from a mobile launcher vehicle, creating a large plume of white smoke and a bright fire at the base. The background shows a clear blue sky and a flat, arid landscape with some military equipment and vehicles in the distance.

**вопрос №3**  
**Поражающее**  
**действие**  
**боевой части**  
**ЗУР**





### 3 Поражающе действие боевой части ЗУР

*Под поражением воздушной цели понимается ее уничтожение или такое повреждение, которое исключает выполнение ею боевой задачи.*

*Поражение цели может быть достигнуто разрушением ее конструкции, выводом из строя жизненно важных отсеков, воспламенением топлива, детонацией бомб и боеприпасов, поражением экипажа самолета и т.д.*

#### *Фугасное действие БЧ*

*При подрыве взрывчатого вещества вследствие исключительно большой скорости его детонации продукты взрыва в первый момент занимают практически весь объем самого заряда, находясь в сильно сжатом и нагретом состоянии. При последующем расширении давление и температура продуктов взрыва падает, а их скорость непрерывно возрастает. В процессе движения продукты взрыва гонят вперед и уплотняют окружающий воздух, образуя воздушную ударную волну.*

*Радиус эффективного фугасного действия БЧ зависит, в первую очередь, от массы взрывчатого вещества и высоты взрыва. По своей величине он сравнительно невелик.*

#### *Осколочное действие БЧ*

Осколочное действие БЧ ЗУР характеризуется пробивной способностью поражающих элементов, зависящей от массы и скорости осколков в момент соударения с преградой.

Для оценки возможности поражения цель условно разбивают на, так называемые, *уязвимые агрегаты*.

Осколки могут причинить повреждение цели различными путями:

- *произвести механическое разрушение конструкции цели;*
- *поразить уязвимые агрегаты.*

Эффективная дальность действия осколочных БЧ больше, чем фугасных зарядов той же массы.

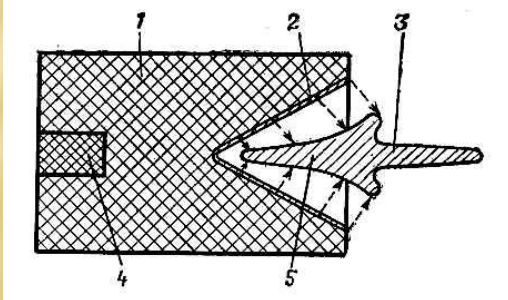
#### *Стержневое действие БЧ*

*Стержневые БЧ* обеспечивают разрушение планера летательного аппарата за счет режущего действия стержней по корпусу и зажигательного действия по топливной системе и двигателю.

### Кумулятивное действие

*Действие взрыва можно усилить в определенном направлении. Если заряд ВВ имеет выемку в виде конуса, то возникающие при взрыве заряда газообразные продукты образуют сходящиеся потоки, имеющий вид мощной тонкой струи.*

*Кумулятивное действие заряда увеличивается в 2-4 раза, если конусообразная выемка имеет металлическую облицовку небольшой толщины. Кумулятивная струя, движущаяся со скоростью, близкой к скорости детонации (10000-15000 м/с), способна вызвать сильное разрушение преграды.*



- 1- заряд ВВ, 2 – металлическая облицовка,
- 3 – кумулятивная струя, 4 – капсуль-детонатор,
- 5 - пест





**вопрос №4**

**Уязвимость**

**воздушного противника**

## 4 Уязвимость воздушного противника

Под *уязвимостью воздушной цели* понимается степень ее чувствительности к поражению при подрыве БЧ ракеты в заданных условиях встречи с целью.

Уязвимость различных типов воздушных целей различна.

Она *зависит*

- от прочности их конструкции,
- состава и расположения жизненно важных элементов,
- дублирования систем управления,
- наличия средств защиты от поражающего действия БЧ ЗУР,
- геометрических размеров цели и ее наиболее уязвимых агрегатов.

Уязвимость цели зависит от

- высоты ее полета,
- ориентации относительно точки взрыва и ряда других факторов.

# Литература:

---

1. А.С. Малыгин «Управление огнем ЗРК»
2. Ф.К. Неупокоев «Стрельба зенитными ракетами»
3. В.П. Демидов, Н.Ш. Кутыев  
«Управление зенитными ракетами»