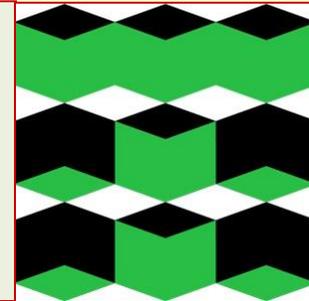




Военный учебный центр при Томском политехническом университете



Цикл
№2

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



КУРС ЛЕКЦИЙ

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



Дисциплина:
«Устройство и эксплуатация ЗСУ»
Раздел 1:
«Основы построения ЗАК»



Тема №1
Принципы построения ЗАК

Контрольные вопросы



Занятие №4
Структурная схема ЗАК

Цели занятия:

Изучить:

- структурную схему ЗАК;
- табличные условия стрельбы;
- принцип решения задачи встречи снаряда с целью в СРП ЗАК.

ВИД ЗАНЯТИЯ: – ГРУППОВОЕ.

Актуальность занятия:

Обусловлено:

- необходимостью иметь глубокие и твердые знания структурной схемы ЗАК; табличных условий стрельбы; принципа решения задачи встречи снаряда с целью в СРП ЗАК.**

Вопросы занятия:

1. Структурная схема ЗАК.
2. Табличные условия стрельбы.
3. Принцип решения задачи встречи снаряда с целью в СРП ЗАК.
4. Рубежный контроль.

В.А. Подгорный



ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ
ЗЕНИТНЫХ АРТИЛЛЕРИЙСКИХ
КОМПЛЕКСОВ



Литература:

1. Учебное пособие
«Основы построения
зенитных артиллерийских
комплексов» В.А. Подгорный
стр.35-42.

Вопрос 1

Структурная схема ЗАК

Зенитный Артиллерийский Комплекс

Зенитный ар
- для обнару
Кроме

Состав ЗАК:

1. Радиолокационная станция (станция орудийной наводки) служит:
- для обеспечения поиска, обнаружения, опознавания целей в

Состав ЗАК:

3. Аппаратура опознавания.

Разновидности ЗАК

1. ЗАК С-60

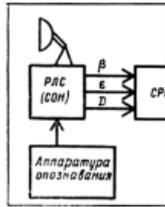
В ЗАК С-60, систем
стрельбы, размеще
(РПК-1) выполненной

2. ЗСУ-23-4 «ШИЛКА»

ЗСУ-23-4 является самоходным зенитным артиллерийским комплексом, в котором в гусеничн

3. 2С6 (ЗПК) «ТУНГУСКА»

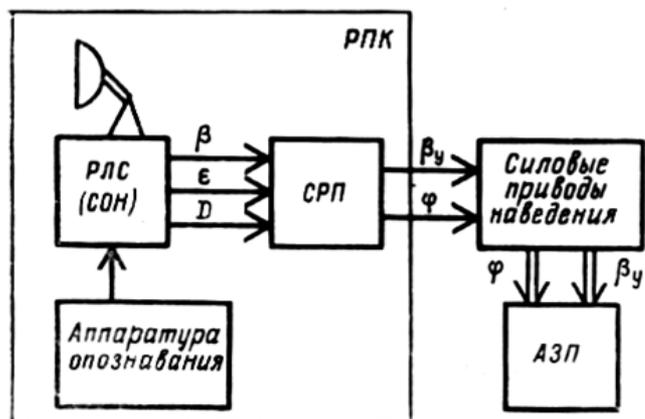
2С6 (ЗПК) «ТУНГУСКА» является самоходным зенитным пушечно-ракетным комплексом, в котором все системы размещены на гусеничной машине ГМ-352.



Зенитный Артиллерийский Комплекс

Зенитный артиллерийский комплекс (ЗАК) предназначен:

- для обнаружения, опознавания и уничтожения воздушных целей (**ВЦ**).
- ЗАК могут вести борьбу также с наземными и надводными целями.



Состав ЗАК:

- 1) РЛС(СОН) радиолокационная станция (станция орудийной наводки);
- 2) СРП (счетно-решающий прибор);
- 3) АО (аппаратура опознавания);
- 4) СПН (силовые приводы наведения);
- 5) АЗП (автоматическая зенитная пушка).

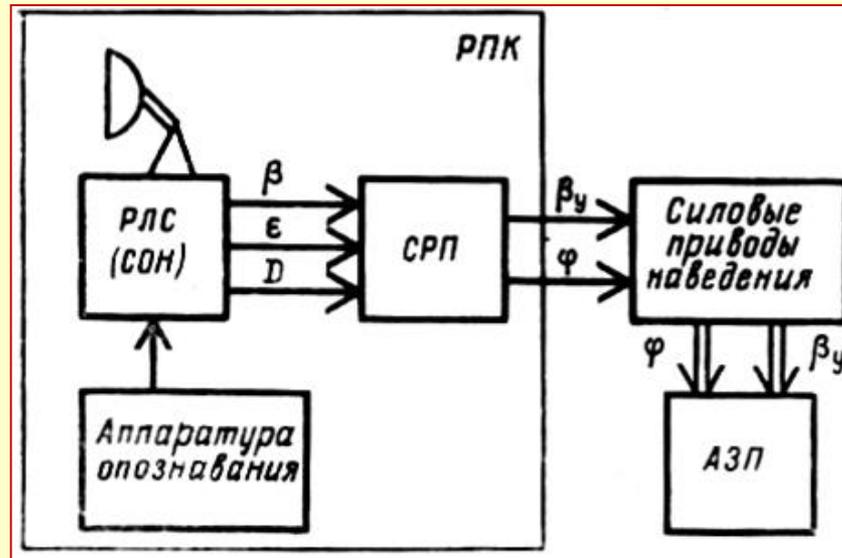
1. Радиолокационная станция (станция орудийной наводки) служит:

- для обеспечения поиска, обнаружения, опознавания целей в пределах воздушного пространства, ограниченного дальностью действия станции и пределами ее работы по азимуту и углу места;
- для непрерывного определения текущих координат выбранной для обстрела цели с достаточной вероятностью поражения.

Состав ЗАК:

2. **Счетно-решающий прибор (СРП)** служит:

- для решения задачи встречи снаряда с целью по текущим координатам цели, определяемым РЛС;
- выработки полных углов наведения пушки.



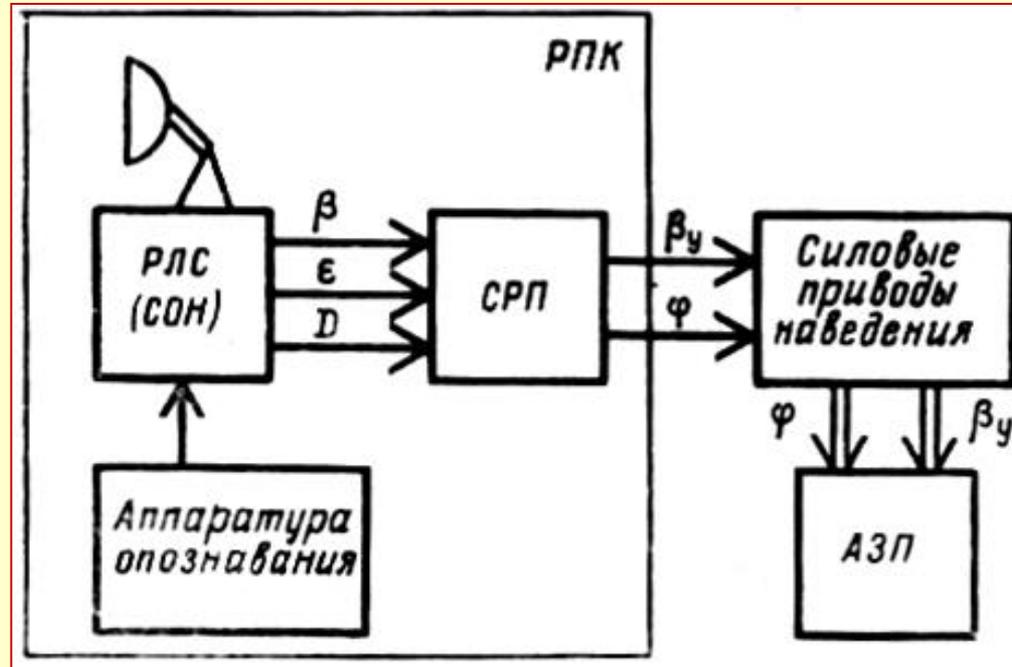
3. **Аппаратура опознавания (АО)** служит:

- для определения принадлежности воздушной цели к своим вооруженным силам.

Состав ЗАК:

4. **Автоматическая зенитная пушка (АЗП)** служит:

- для уничтожения самолетов, вертолетов и других воздушных, а также наземных целей.



5. **Силловые приводы наведения (СПН)** служат:

- для автоматического и полуавтоматического наведения пушки в упрежденную точку встречи (УТВ).

Требования к ЗАК

Для успешной борьбы с воздушным противником к ЗАК предъявляются следующие **требования**:

- высокая эффективность стрельбы;
- возможность стрельбы в движении, с короткой остановки;
- высокая мобильность;
- автономность действия;
- всепогодность;
- малое время реакции;
- высокая помехозащищенность.

1. ЗАК С-60

В **ЗАК С-60**, системы целеуказания и обеспечения прицельной стрельбы, размещены на **радиолокационном приборном комплексе (РПК-1)** выполненном на шасси **УРАЛ-375**.



ЗАК С-60

Система стрельбы ЗАК С-60 представлена:

- шестью 57-мм автоматическими зенитными пушками (АЗП-57).



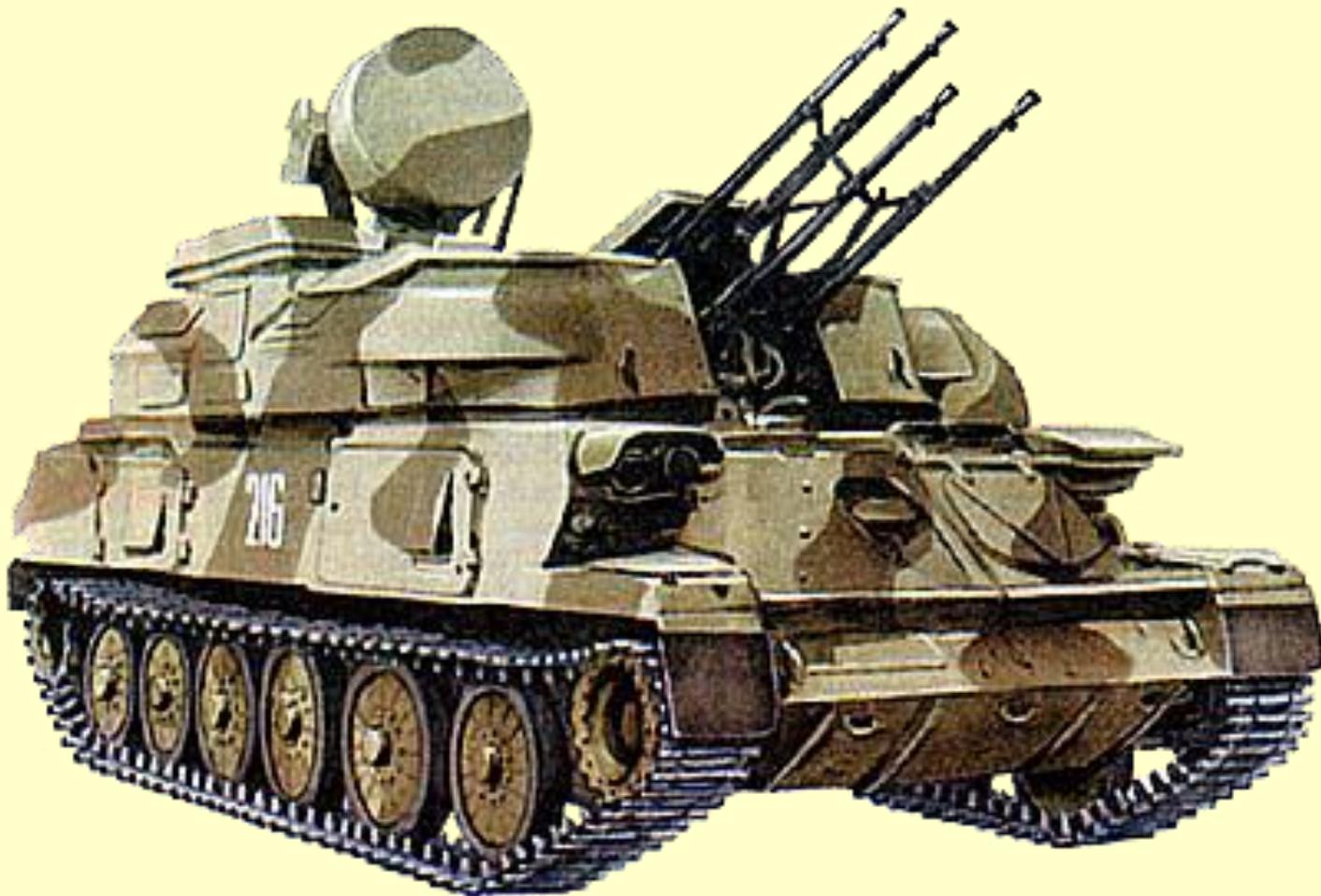
ЗАК С-60



2. ЗСУ-23-4 «ШИЛКА»

ЗСУ-23-4 –

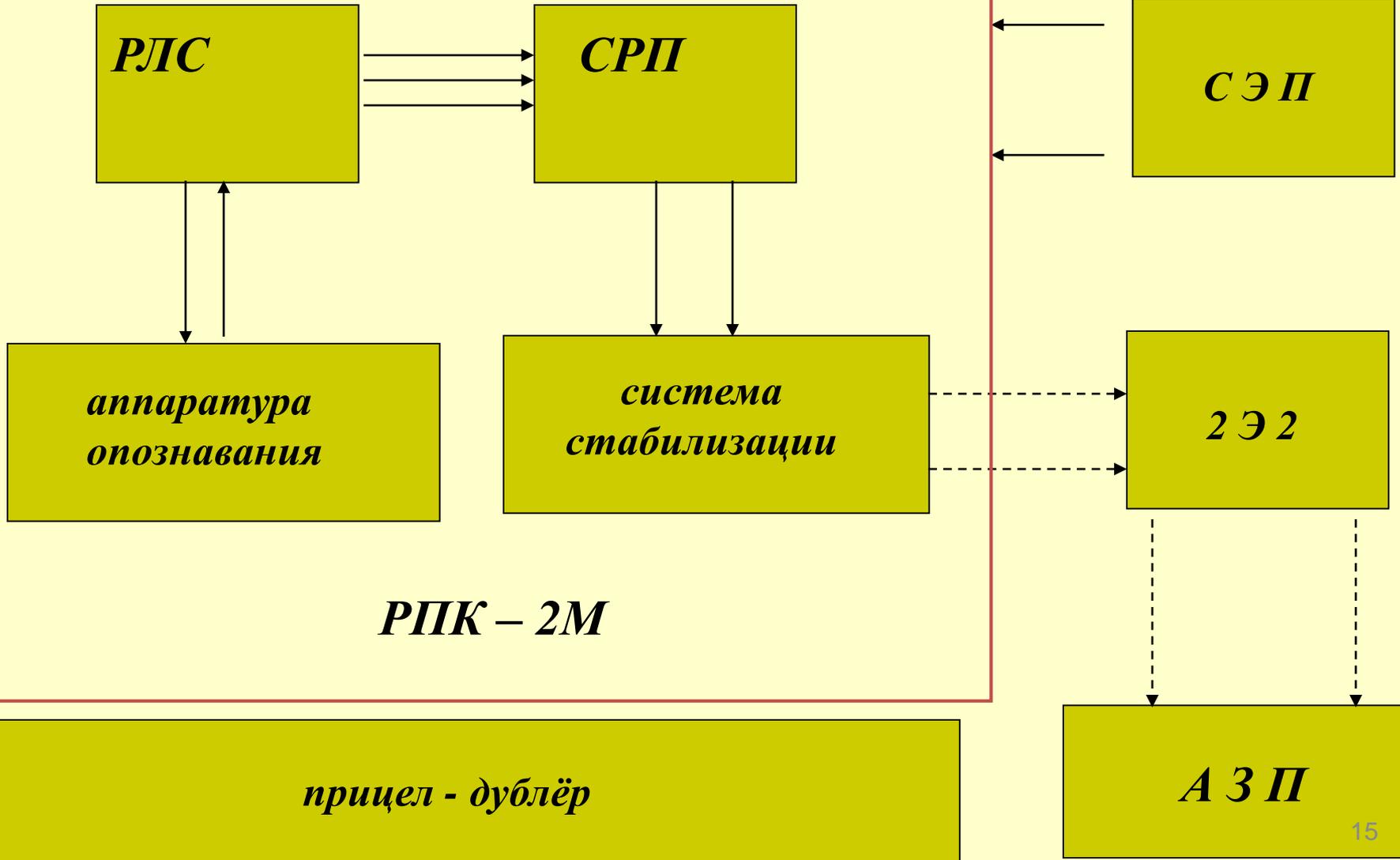
- самоходный **зенитный артиллерийский комплекс**, в котором все системы размещены на базовой гусеничной машине ГМ-575.



Структурная схема ЗСУ-23-4.



ГМ-575



3. 2С6 (ЗПК) «ТУНГУСКА»

2С6 (ЗПК) «ТУНГУСКА» -

- самоходный зенитный пушечно-ракетный комплекс, в котором все системы размещены на гусеничной машине **ГМ-352**.



Вопрос 2

Табличные условия стрельбы

Таблицы стрельбы

Таблицы стрельбы - сборник величин, определяющих элементы траекторий данного снаряда при стрельбе из данного орудия.

Величины, определяющие элементы траектории данного снаряда при стрельбе из данного орудия:

- угол возвышения;
- время срабатывания дистанционного взрывателя;
- время полета снаряда;
- деривация и другие...

Под полнотой и точностью таблиц понимается:

- наиболее полное совпадение всех элементов траектории применяемого при боевой стрельбе, с элементами траектории, построенной по таблицам.

Для учета при стрельбе несоответствия между табличными и фактической траекториями при составлении таблиц определяются соответствующие **поправки**.

Табличные значения баллистических условий:

№ пп	Баллистические условия	Норма
1	ствол средней изношенности, обеспечивающий начальную скорость снаряда	930 м/с
2	температура заряда	
3	заряд нормальный, обеспечивающий штатную начальную скорость снаряда (новый ствол)	
4	вес окончательно снаряженного снаряда (штатный)	
5	форма и размеры снаряда и взрывателя, соответствующие установленному чертежу	
6	угол вылета	
7	деривация	

Табличные значения метеорологических условий:

№ пп	Метеорологические условия	Норма
1	давление воздуха в точке стояния установки	750 мм.рт.ст
2	распределение давления по высоте (через 10 м)	± 1 мм.рт.ст
3	температура воздуха на уровне установки	15°C
4	распределение температуры по высоте (понижение на каждый метр в высоту)	0,006 гр
5	упругость водяных паров, при относительной влажности воздуха 50%;	6,35мм
6	скорость распространения звука в точке стояния установки	340,9 м/с
7	скорость ветра на всех высотах	0

Так как стрельбы могут проводиться в самых разных условиях, то при стрельбе с РПК приходится учитывать ряд поправок, соответствующих отклонению действительных условий стрельбы от табличных.

Учет условий стрельбы заключается в определении отклонений различных факторов, влияющих на полет снаряда, от их табличных значений и вводе их в СПД, который вырабатывает поправки, соответствующие этим отклонениям. Неучет поправок на условия стрельбы может привести к значительным ошибкам.

Таблицы стрельбы

Таблицы стрельбы - сборник величин, определяющих элементы траекторий данного снаряда при стрельбе из данного орудия.

Величины, определяющие элементы траектории данного снаряда при стрельбе из данного орудия:

- *угол возвышения;*
- *время срабатывания дистанционного взрывателя;*
- *время полета снаряда;*
- *деривация и другие...*

Под полнотой и точностью таблиц понимается:

- *наиболее полное совпадение всех элементов траектории снаряда, применяемого при боевой стрельбе, с элементами траектории, построенной по таблицам.*

Для учета при стрельбе несоответствия между табличной и фактической траекториями при составлении таблиц стрельбы определяются соответствующие **поправки**.

Табличные значения баллистических условий:

№ п/п	Баллистические условия	Норма
1	ствол средней изношенности, обеспечивающий начальную скорость снаряда	930 м/с
2	температура заряда	+15°C
3	заряд нормальный, обеспечивающий штатную начальную скорость снаряда (новый ствол)	970 м/с
4	вес окончательно снаряженного снаряда (штатный)	0,188кг
5	форма и размеры снаряда и взрывателя, соответствующие установленному чертежу	
6	угол вылета	0°
7	деривация	0°

Табличные значения метеорологических условий:

№ п/п	Метеорологические условия	Норма
1	давление воздуха в точке стояния установки	750 мм.рт.ст
2	распределение давления по высоте (через 10 м)	±1 мм.рт.ст
3	температура воздуха на уровне установки	15°C
4	распределение температуры по высоте (понижение на каждый метр в высоту)	0,006 гр
5	упругость водяных паров, при относительной влажности воздуха 50%;	6,35мм
6	скорость распространения звука в точке стояния установки	340,9 м/с
7	скорость ветра на всех высотах	0

Так как стрельбы могут проводиться в самых разных условиях, то при стрельбе с РПК приходится учитывать ряд **поправок**, соответствующих отклонению действительных условий стрельбы от табличных.

Учет условий стрельбы заключается в определении отклонений различных факторов, влияющих на полет снаряда, от их табличных значений и вводе их в СРП, который вырабатывает **поправки**, соответствующие этим отклонениям.

Неучет поправок на условия стрельбы может привести к значительным ошибкам.



Вопрос 3

Принцип решения задачи встречи снаряда с целью в СРП ЗАК

Решение задачи встречи

Сущность стрельбы ЗАК по воздушным целям сводится к:

- определению координат цели, чтобы произошла встреча с целью;
- наведению пушки на цель;
- производству выстрела по цели.

Для решения задачи встречи:

- находятся геометрические параметры цели;
- время полета снаряда;
- согласовывается с условиями неравенств

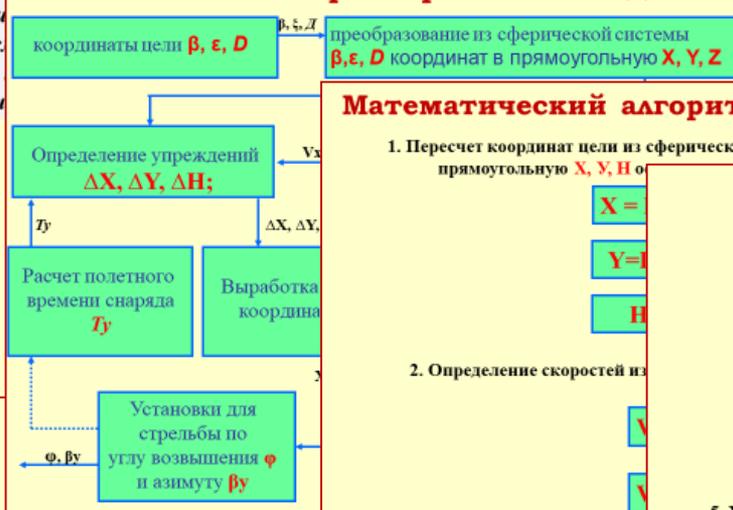
В основе принципа решения задачи встречи лежит тот факт, что: - *цель в течение времени полета снаряда движется равномерно*

Исходные данные Решения задачи встречи

Для решения задачи встречи должны быть заданы:

- текущие координаты цели;
- параметры движения цели;
- характеристики снаряда;
- параметры стрельбы:
 - направление стрельбы;
 - плотность воздуха.

Логический алгоритм решаемых задач



Математический алгоритм решаемых задач

1. Пересчет координат цели из сферической системы координат β, ϵ, D в прямоугольную X, Y, H по формулам:

$$X = D \cos \beta \sin \epsilon$$
$$Y = D \sin \beta \sin \epsilon$$
$$H = D \cos \epsilon$$

2. Определение скоростей из условия встречи:

$$V_x = V \cos \alpha$$
$$V_y = V \sin \alpha$$
$$V_z = V \sin \alpha \sin \beta$$

3. Расчет упреждений

$$\Delta x = V_x T_u$$
$$\Delta y = V_y T_u$$
$$\Delta h = V_z T_u$$

4. Расчет упрежденных координат с помощью уравнений

$$X_u = x + \Delta x$$
$$Y_u = y + \Delta y$$
$$H_u = h + \Delta h$$

5. Упрежденные координаты с учетом поправок на условия стрельбы

$$X^*u = X_u + \Delta X_{п}$$
$$Y^*u = Y_u + \Delta Y_{п}$$
$$H^*u = H_u + \Delta H_{п}$$

6. Выработка установок для стрельбы ϕ, β_y



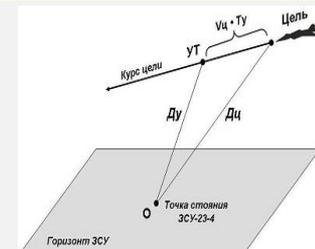
Решение задачи встречи

Сущность стрельбы ЗАК по воздушным целям сводится к:

- определению координат точки пространства, в которой должна произойти встреча с целью,
- наведению пушки в точку встречи и
- производству выстрела в расчете на попадание и поражение цели.

Для **решения задачи встречи** снаряда с целью:

- находятся геометрические координаты УТВ;
- время полета снаряда до точки встречи;
- согласовывается со временем полета цели к этой точке при условии неравенства их скоростей движения.



В основе принципа **решения задачи встречи** лежит гипотеза о том, что: - *цель в течение полетного времени снаряда $T = T_u$ движется равномерно и прямолинейно в любой плоскости.*

Исходные данные Решения задачи встречи

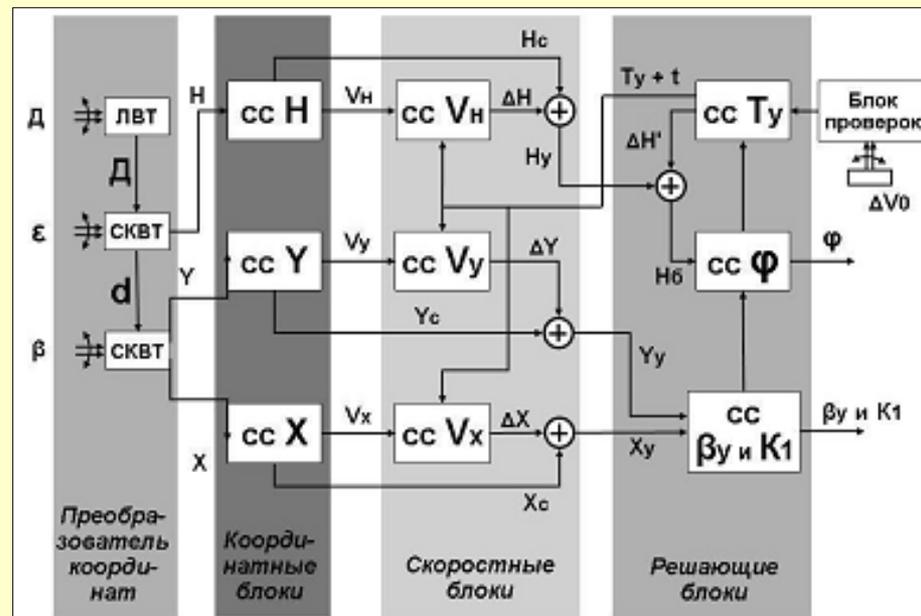
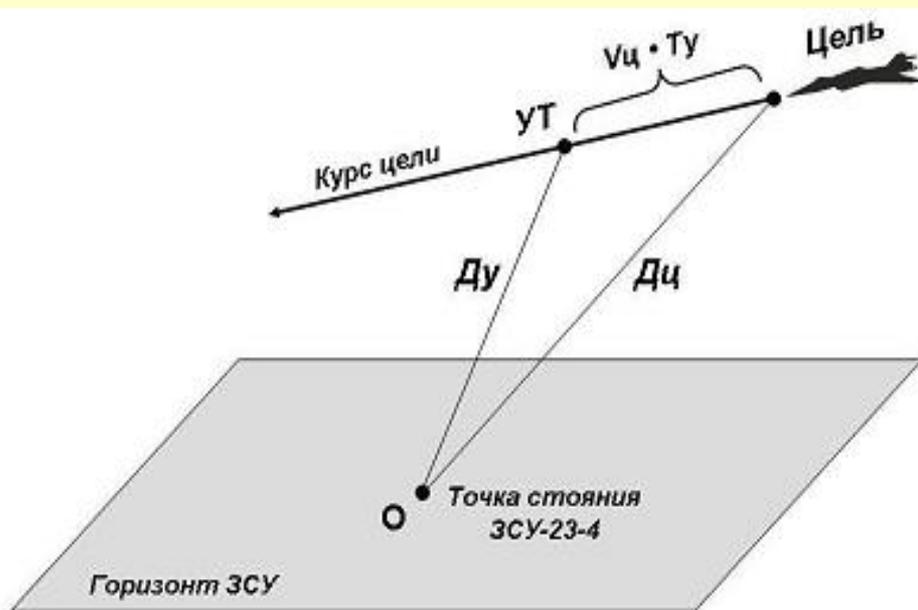


Рис. 1. Решение задачи встречи снаряда с целью

Для решения задачи встречи должны быть заданы:

- текущие координаты цели;
- параметры движения цели;
- характеристики пушки и снаряда;
- параметры условий стрельбы:
 - направление и скорость ветра;
 - плотность и температура воздуха.

Логический алгоритм решаемых задач



Математический алгоритм решаемых задач

1. Пересчет координат цели из сферической системы координат β, ε, D в прямоугольную X, Y, H осуществляется с помощью условий:

$$X = D \cos \varepsilon \cos \beta$$

$$Y = D \cos \varepsilon \sin \beta$$

$$H = D \sin \varepsilon$$

2. Определение скоростей изменения координат цели:

$$V_x = dx/dt$$

$$V_y = dy/dt$$

$$V_H = dH/dt$$

3. Расчет упреждений

$$\Delta x = V_x T_y$$

$$\Delta y = V_y T_y$$

$$\Delta n = V_n T_y$$

4. Расчет упрежденных координат с помощью уравнений

$$X_y = x + \Delta x$$

$$Y_y = y + \Delta y$$

$$N_y = n + \Delta n$$

5. Упрежденные координаты с учетом поправок на условия стрельбы

$$X^*_y = X_y + \Delta X_{п}$$

$$Y^*_y = Y_y + \Delta Y_{п}$$

$$N^*_y = N_y + \Delta N_{п}$$

6. Выработка установок для стрельбы ϕ , β_y



Задание на самоподготовку:

– изучить материал занятия по конспекту и учебному пособию

Вопросы занятия:

1. Структурная схема ЗАК.
2. Табличные условия стрельбы.
3. Принцип решения задачи встречи снаряда с целью в СРП ЗАК.
4. Рубежный контроль.



Литература:

1. Учебное пособие «Основы построения зенитных артиллерийских комплексов» В.А. Подгорный стр.35-42.

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>)	



ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Боевые возможности зенитных артиллерийских подразделений

Разведывательные

Разведывательные возможности характеризуются дальностями обнаружения и опознавания воздушных целей на различных высотах с заданной вероятностью, а также числом одновременно сопровождаемых целей.

Огневые

Огневые возможности характеризуются средним ожидаемым числом уничтоженных воздушных целей либо из числа участвующих в налете, либо при израсходовании установленного запаса боеприпасов. Они зависят от вероятности поражения воздушной цели, размеров зоны огня, числа одновременно обстреливаемых целей и продолжительности цикла стрельбы зенитных артиллерийских комплексов.

Маневренные

Маневренные возможности характеризуются временем развертывания (свертывания) подразделений в боевой (походный) порядок, скоростью передвижения, проходимостью и запасом хода средств транспортирования, возможностью стрельбы в движении и с короткой остановки.

Требования предъявляемые к АЗП

- эффективная горизонтальная дальность D_g ;
- высота стрельбы $H_{стр}$ по НЛЦ;
- скорострельность (темп стрельбы);
- калибр;
- кучность стрельбы (*как свойство пушки группировать трассы снаряда при постоянных установках для стрельбы*);
- начальная скорость снаряда и др.

При разработке современных АЗП необходимо:

- увеличивать скорострельность и кучность стрельбы за счет автоматизации заряжания, увеличения устойчивости пушек;
- повышать надежность, живучесть и ремонтпригодность пушек;
- увеличивать безопасность при обслуживании.

Особенности зенитных артиллерийских пушек, предназначенных для борьбы с НЛЦ:

- малый калибр;
- ударная сила;
- увеличение скорости наведения;
- автоматизация процессов заряжания и производства выстрела
- автоматизация процессов управления стрельбой.

Зенитная самоходная установка ЗСУ-23-4 «Шилка»



ЗСУ-23-4 при наклонной дальности
Д: от **200** до **2500** м
обеспечивает уничтожение целей
1) на высотах Н: от **50** до **100**м
при скорости цели V: до **250** м/с,
2) на высотах Н: от **100** до **1500** м,
при скорости V: до **450** м/с.

Скорострельность: 3400 выстр/мин

Калибр: 23мм

Кучность стрельбы: определяется как отношение линейного отклонения снаряда от центра рассеивания к максимальной дальности стрельбы.

Начальная скорость снаряда V_0 : 950-1000 м/с

