

СРЕДСТВА БАЛЛИСТИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ:

1. Приборы для измерения давления пороховых газов:

- **крешерные приборы**
- **электрические преобразователи**
- **автономный регистратор давления**

2. Средства измерения начальной скорости снаряда:

- **рамы - мишени,**
- **соленоидная блокировка,**
- **фотоэлектронная блокировка,**

- **радиолокационная блокировка.**

3. Средства траекторных измерений.

5.1. КРЕШЕРНЫЙ

ПРИБОР для

определения

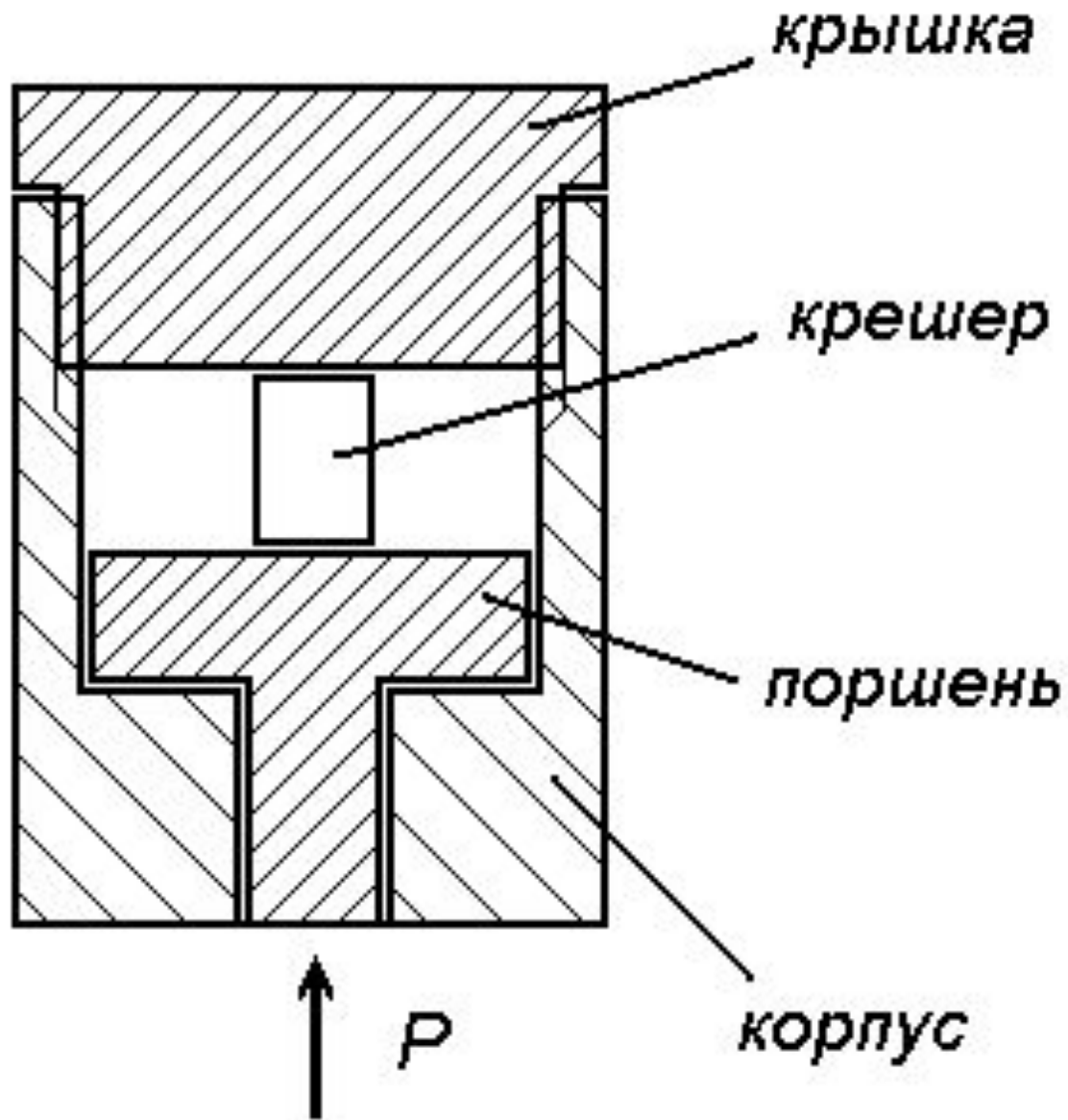
максимального

давления

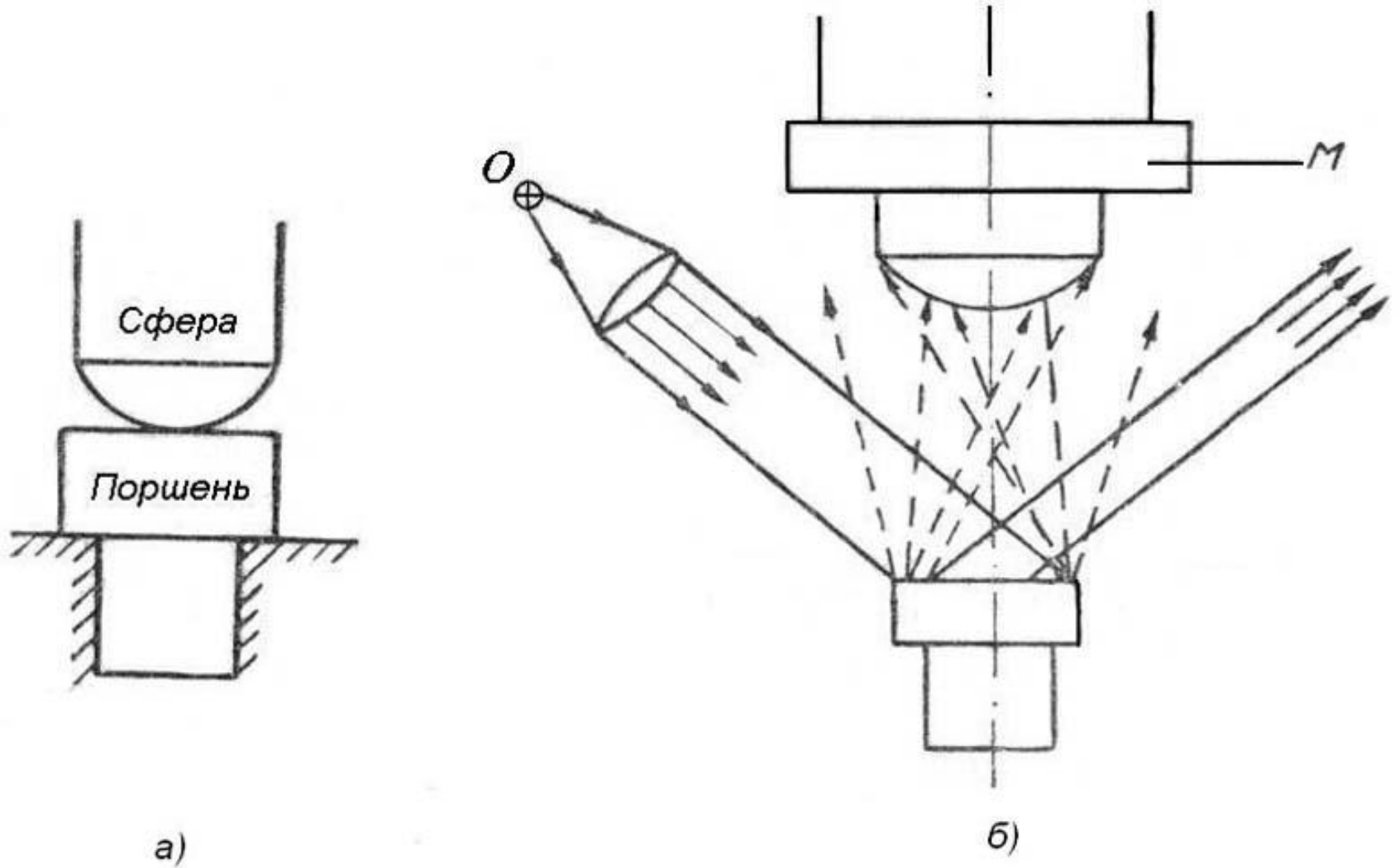
пороховых

газов

СВОЙСТВА: - прост, - удобен, - малая точность.



МОДИФИЦИРОВАННЫЙ КРЕШЕРНЫЙ ПРИБОР



а –
б) поршень и стальная сфера прибора;

ФОРМУЛА ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ ДИАМЕТРА СФЕРИЧЕСКОГО ПЯТНА

$$d[\text{см}] = 2,22 \cdot \sqrt[3]{\frac{FR}{E}}$$

где F –
плоскости, сжатия шара и
 R – [см];
 E – модуль упругости [кг/см²].

ПРЕИМУЩЕСТВО: - высокая точность (до 1%).
НЕДОСТАТОК: - только максимальное давление

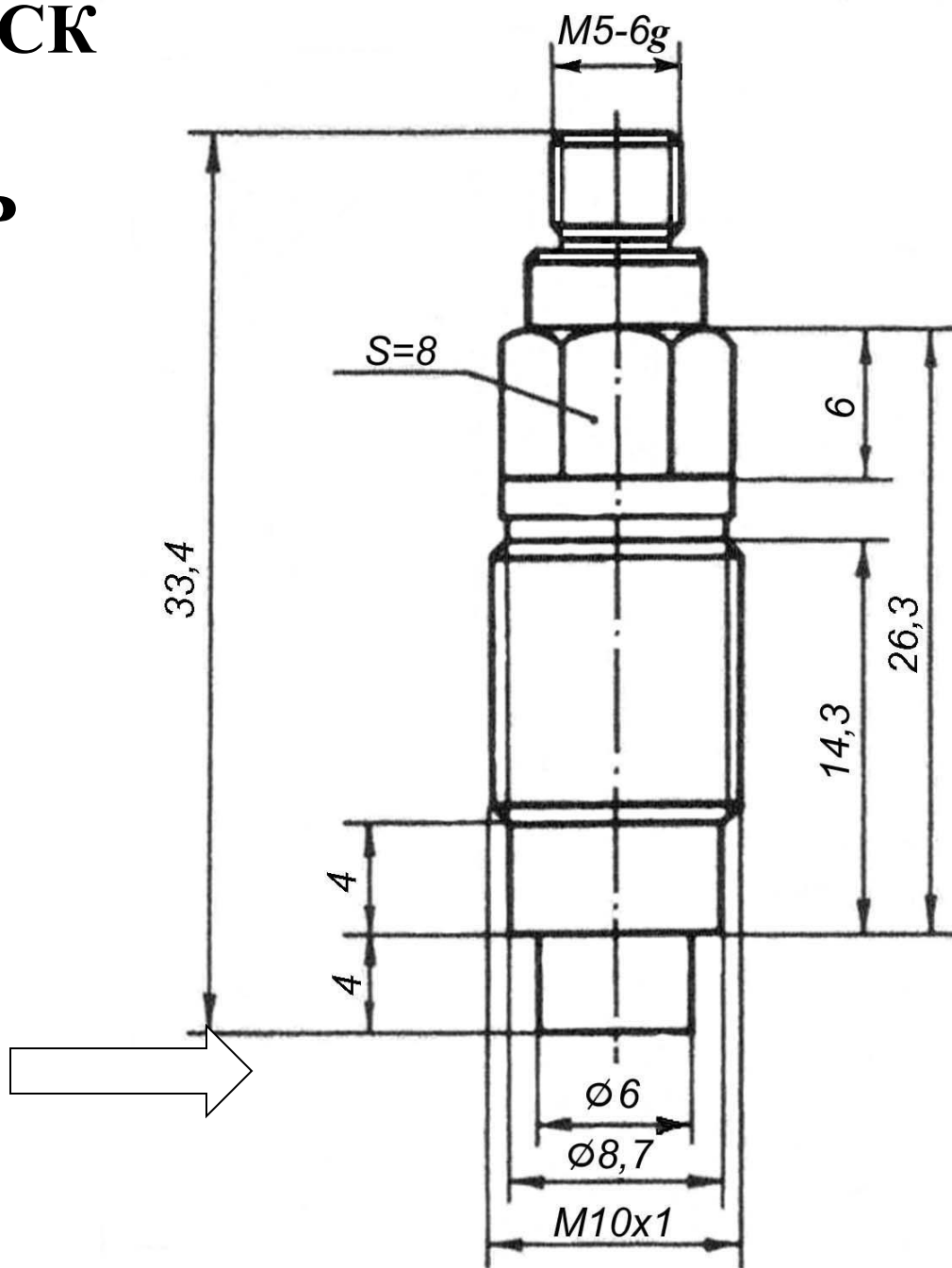
Регистрация кривой давления пороховых газов при выстреле:

- используется параметрический датчик (катушка манганиновой проволоки, помещенная в полость, заполненную маслом),**
- пьезоэлектрический датчик давления с вибростойким автономным регистратором**

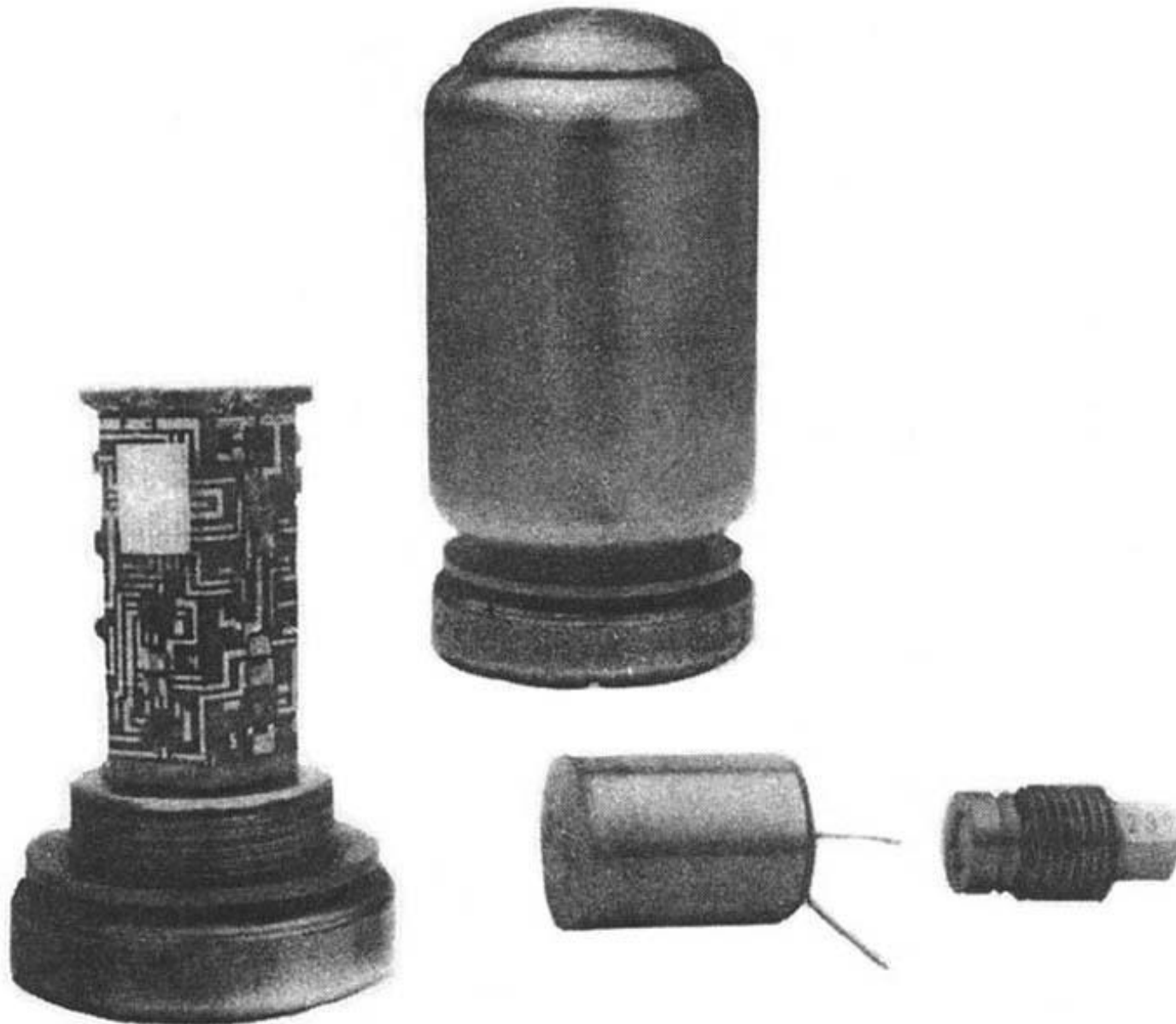
**ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ
2Т6000 С
ВИБРОСТОЙКИМ
АВТОНОМНЫМ
РЕГИСТРАТОРОМ**

**ДЛЯ
измерения кривой
давления пороховых
газов**

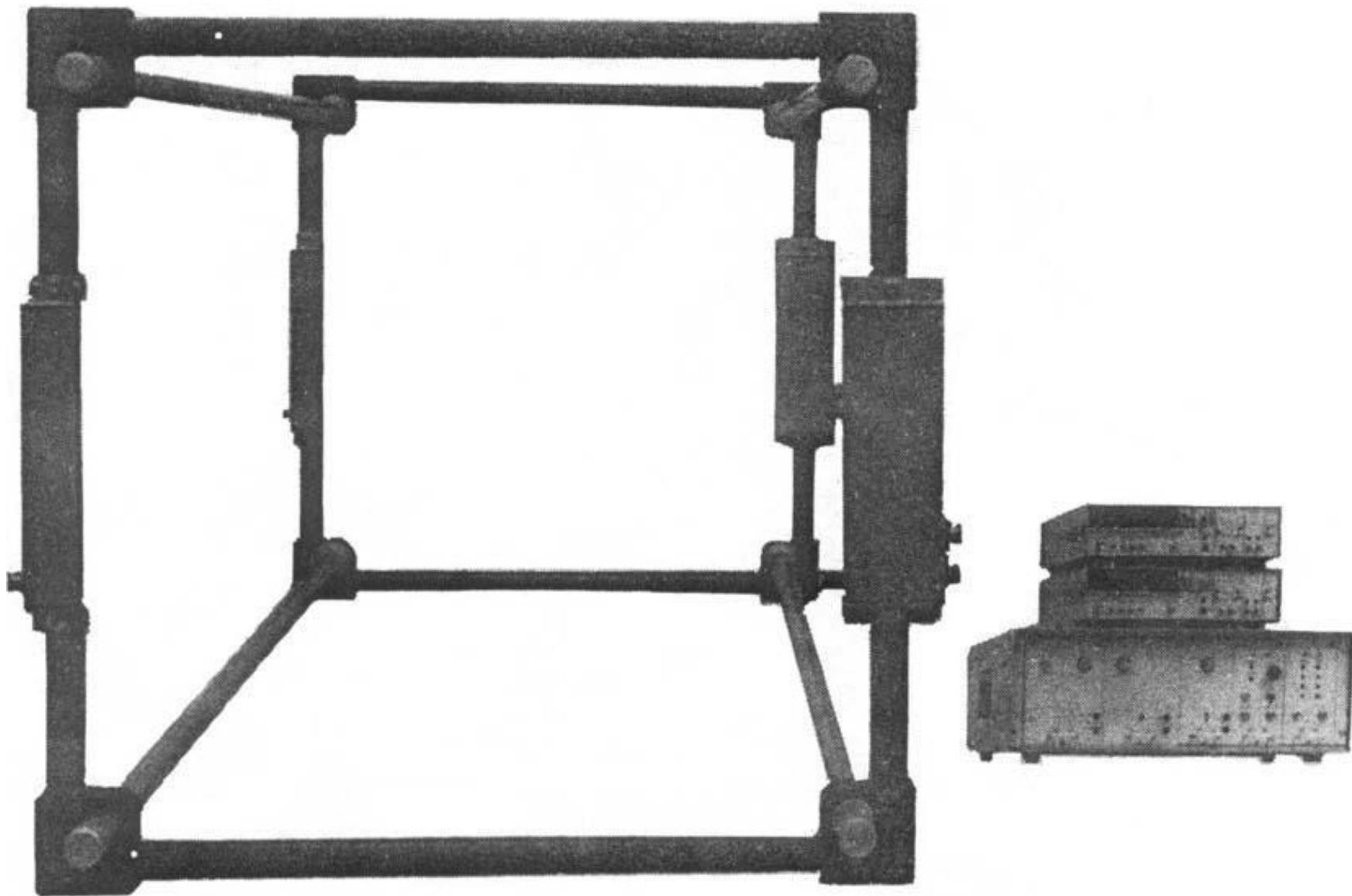
датчик 2Т6000



АВТОНОМНЫЙ РЕГИСТРАТОР ДАВЛЕНИЯ



5.2. Средства измерения начальной скорости снарядов (рамы – мишени)



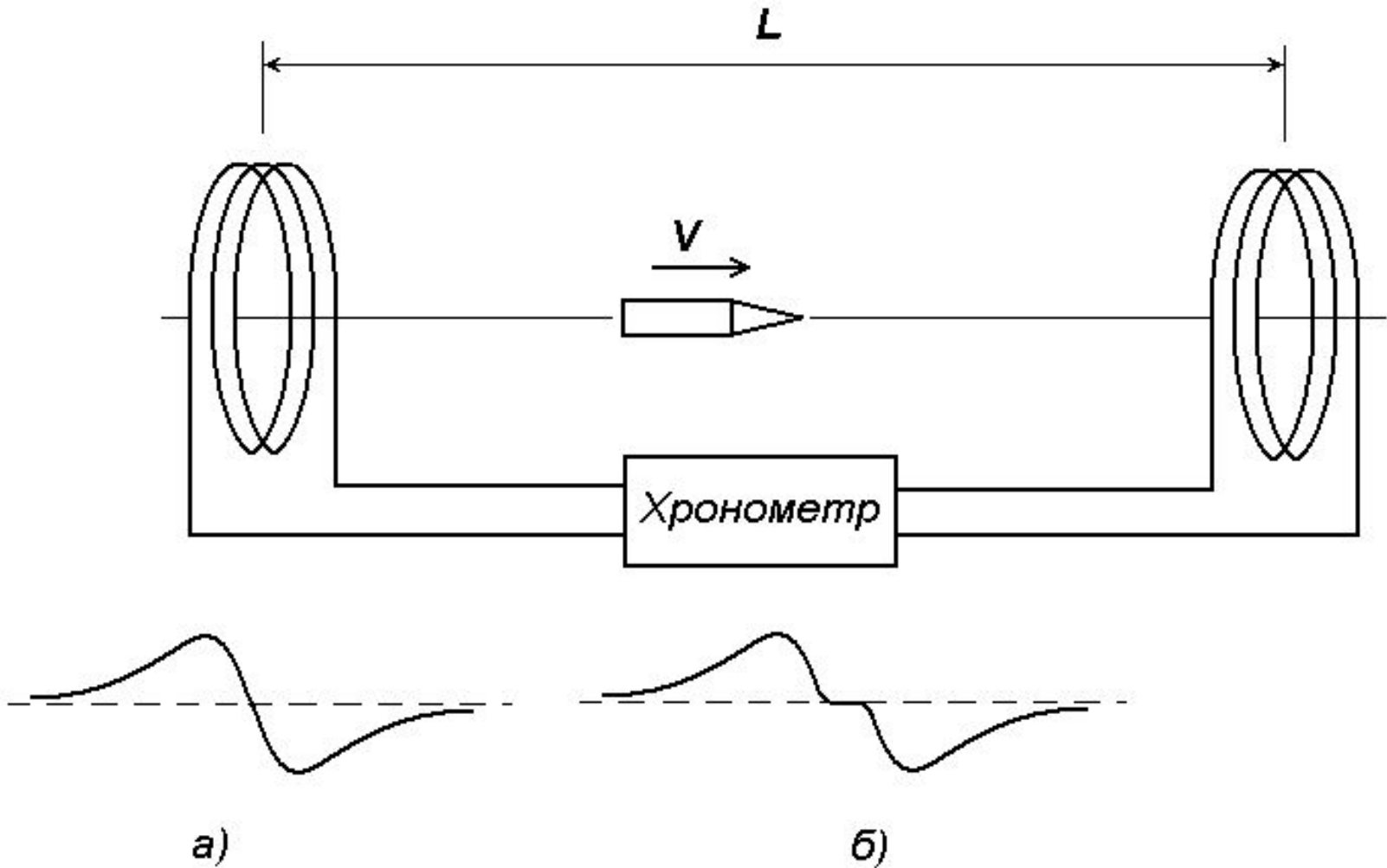
Достоинства блокировки с помощью рам-мишеней:

- простота их устройства,**
- низкие требования к линии связи**

ОСНОВНЫЕ НЕДОСТАТКИ МЕТОДА:

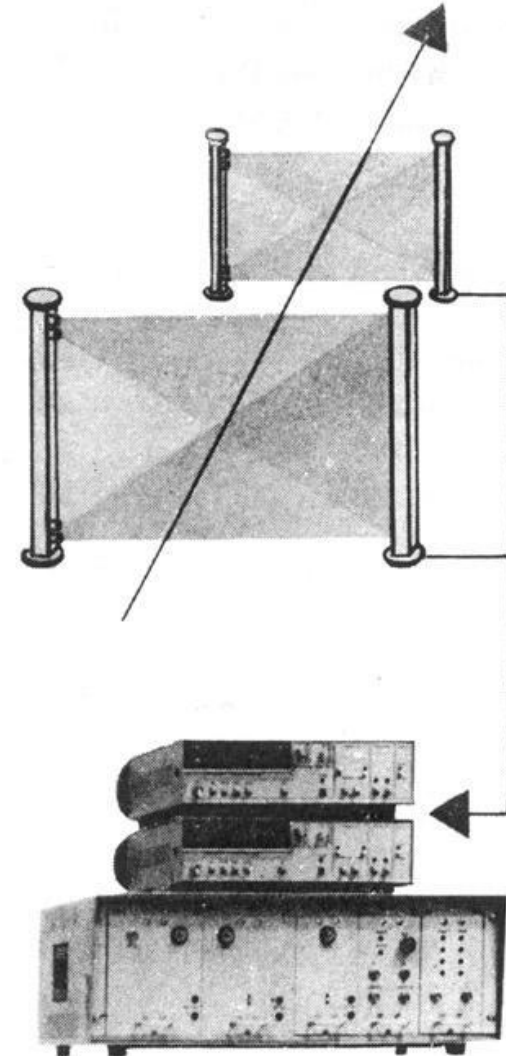
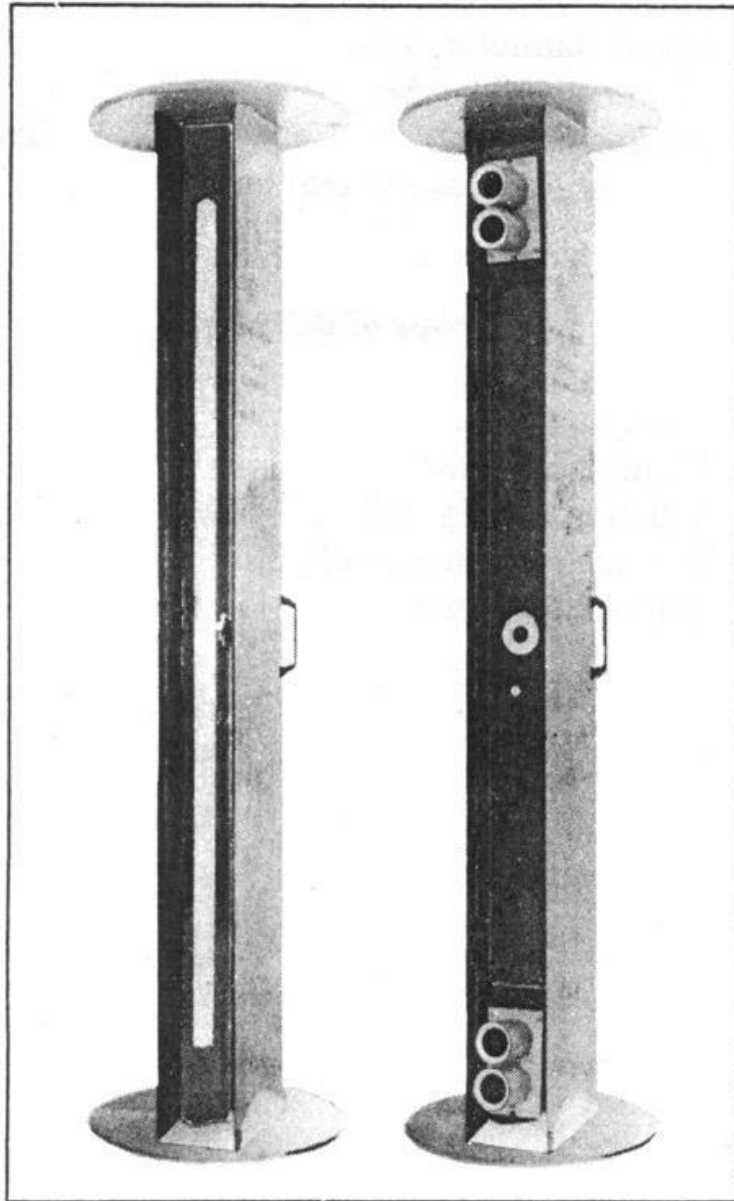
- растяжение мишуры перед разрывом,**
- невозможность применения для автоматической стрельбы (необходимость навивать новую мишуру)**
- возможные многократные замыкания цепи после пролета снаряда,**
- невозможность измерения скорости при выстреле под большим углом,**
- невозможность применения для снарядов в окончательном снаряжении,**
- малая живучесть контактного метода.**

СОЛЕНОИДНАЯ БЛОКИРОВКА



Импульс ЭДС в соленоиде : а) короткий соленоид,
б) длинный соленоид.

Фотоэлектронная блокировка ФЭБ-4СМ



СКБ измерительной аппаратуры (г. Нижний Тагил).

Системы ФЭБ-7 и ФЭБ-4

СМ

ФЭБ-4СМ позволяет измерять скорости снарядов калибра 30 мм и более в диапазоне от 650 до 2000 м/с,

Блокировка ФЭБ-7 измеряет скорости малокалиберных снарядов (до 50 мм) и пуль калибром более 5 мм в диапазоне от 50 до 1000 м/с.

ЭЛЕКТРОННЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ СКОРОСТИ ПУЛЬ И ДРОБИ

«ПОЛЕТ ИС - 01»



Прибор снабжен противоударной защитой электронно-оптических узлов от «неточных» выстрелов.

По согласованию с Заказчиком возможна поставка с блоком сопряжения с ПК.

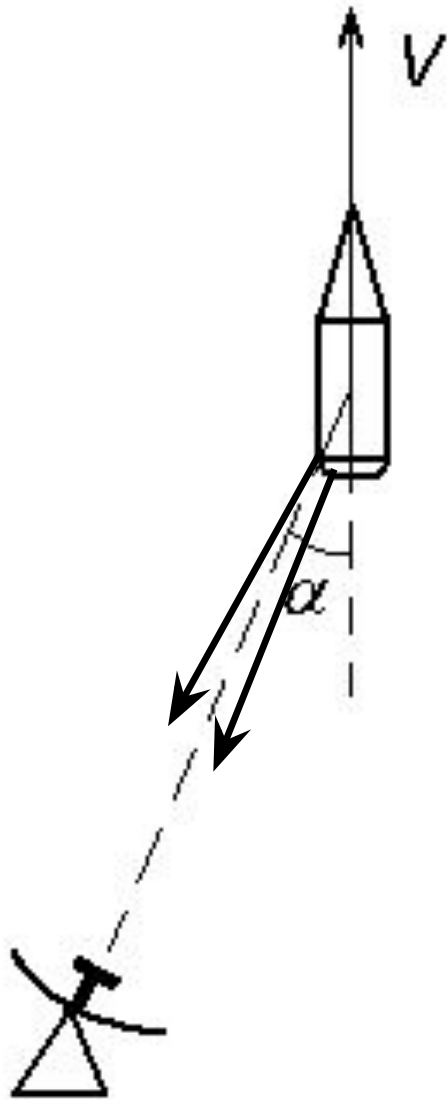
Прибор аттестован Государственным Комитетом стандартизации, метрологии и сертификации Украины (УкрЦСМ)

Эксплуатация прибора не требует специальной технической подготовкой

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

| | |
|--|--------------------------|
| 1. Диапазон скоростей | от 1 до 9000 м/с |
| 2. Относительная погрешность измерения не более | $\pm 0,1\%$ |
| 3. Габаритные размеры | 300x290x570 мм |
| 4. Диаметр входного отверстия блока измерения | 180-200 мм |
| 5. Базовое расстояние | 500 мм |
| 6. Минимальный исследуемый объект, шарик диаметром | 1 мм |
| 7. Интервал между выстрелами | 2 сек |
| 8. Длина кабеля выносного пульта управления | 10 м |
| 9. Питание | 220 В $\pm 10\%$, 50 Гц |
| 10. Потребляемая мощность, не более | 20 Вт |

Принципы радиолокации



1. Радиолокация работает только в области «геометрической оптики», где выполняется:

$$\lambda < L, \quad ((3 \div 5) \lambda < L)$$

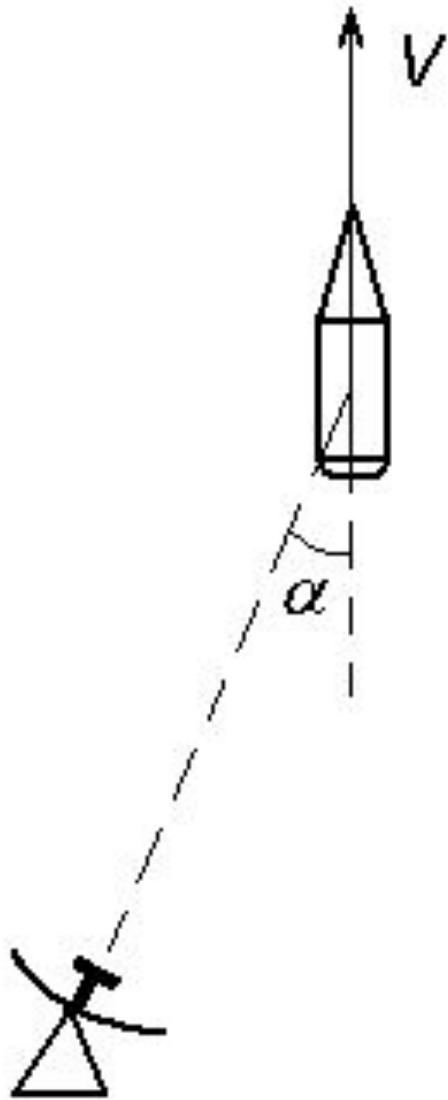
где L – размер объекта локации (снаряда), $\lambda = c / f_0$ – длина электромагнитной волны, излучаемой передатчиком, f_0 – частота сигнала передатчика;

2. Определение расстояния до объекта основано:

- На использовании сверхкоротких импульсов, излучаемых передатчиком,
- На измерении интервала времени между излучением и приемом импульса электромагнитного поля.

3. Определение скорости объекта основано на эффекте Доплера с использованием гетеродина, или эффекта интерференции.

Радиолокационная блокировка



$$f_{отр} = f_0 - \frac{2V}{c} f_0 \cos \alpha$$

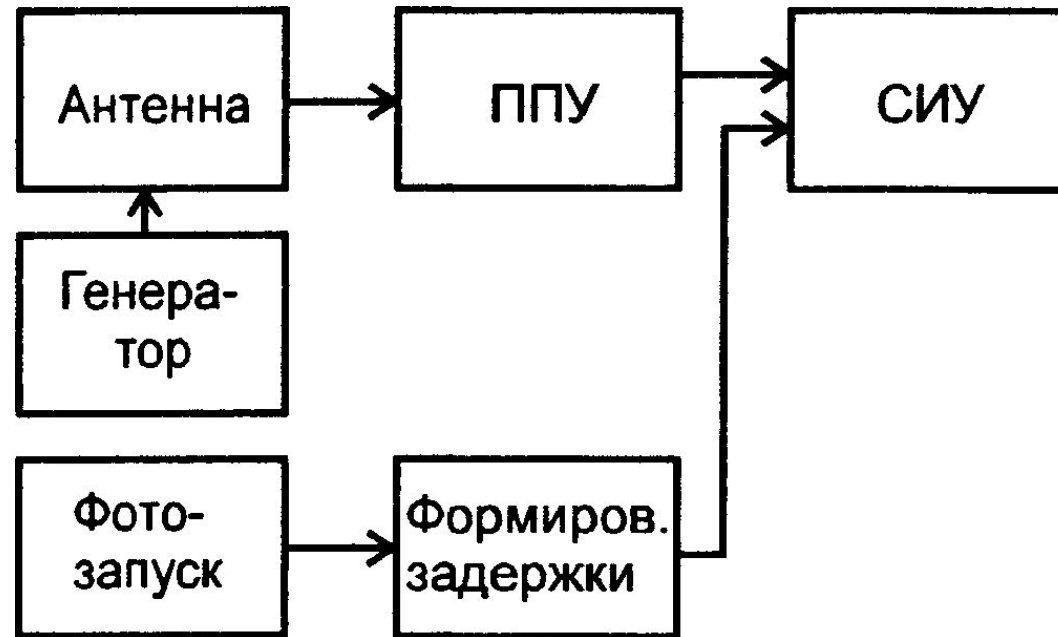
где f_0 – частота сигнала передатчика;
 V – скорость самолета;
 α – угол между вектором скорости и линией визирования.

И-

ИНФОРМАЦИЯ О СКОРОСТИ

$$f_{Д} = \frac{2V}{c} f_0 \cos \alpha$$

Артиллерийская баллистическая станция АБС-1М.



Рабочая частота, ГГц 11.1 ± 0.005

Время пролета снарядом измерительной базы фиксированной длины $L=200\text{см}$ при длине волны передающего устройства $\lambda = 2.7\text{см}$ соответствует в станции времени 148 периодов доплеровской частоты:

$$n = F_d \cdot t = \frac{2V}{\lambda} \cdot t = \frac{2L}{\lambda t} \cdot t = 148.$$

Смешивание осуществляется принципом гетеродина
приема

$$[A_1 \cos(2\pi f_0 t) + A_2 \cos(2\pi(f_0 - f_D)t)]^2 = [A_1 \cos(2\pi f_0 t)]^2 +$$
$$+[A_2 \cos(2\pi(f_0 - f_D)t)]^2 + \underline{2A_1 A_2 \cos(2\pi f_0 t) \cos(2\pi(f_0 - f_D)t)}$$

Выводы: Слабый сигнал усиливается, Выделяется
низкочастотный сигнал с частотой Допплера.

СМЕШИТЕЛЬ (ПЕРЕМНОЖЕНИЕ
ИЗЛУЧАЕМОГО

И ПРИНИМАЕМОГО СИГНАЛОВ) ДЛЯ

ВЫДЕЛЕНИЯ ДОППЛЕРОВСКОЙ ЧАСТОТЫ

$$\cos[2\pi f_0 t] \cdot \cos[2\pi(f_0 - f_D)t] =$$

$$= \cos[2\pi(2f_0 - f_D)t] + \cos[2\pi f_D t]$$

Станция АБС – 1М использует принцип супергетеродинного приема, который позволяет уменьшить частоту принятого сигнала, что позволяет эффективно обрабатывать его. Для этого вводится генератор-гетеродин с частотой f_g , после чего этот сигнал смешивается с принимаемым на нелинейном (квадратичном) элементе. Как результат, приходим к формулам супергетеродинного приема:

$$[A_1 \cos(2\pi f_g t) + A_2 \cos(2\pi(f_0 - f_d)t)]^2 = [A_1 \cos(2\pi f_g t)]^2 + [A_2 \cos(2\pi(f_0 - f_d)t)]^2 + \underline{2A_1 A_2 \cos(2\pi f_g t) \cos(2\pi(f_0 - f_d)t)}$$

Последний член позволяет выделить составляющие с низкой промежуточной частотой $f_{пч} = f_0 - f_g$:

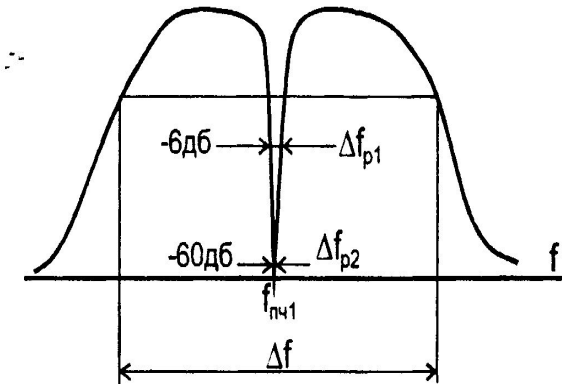
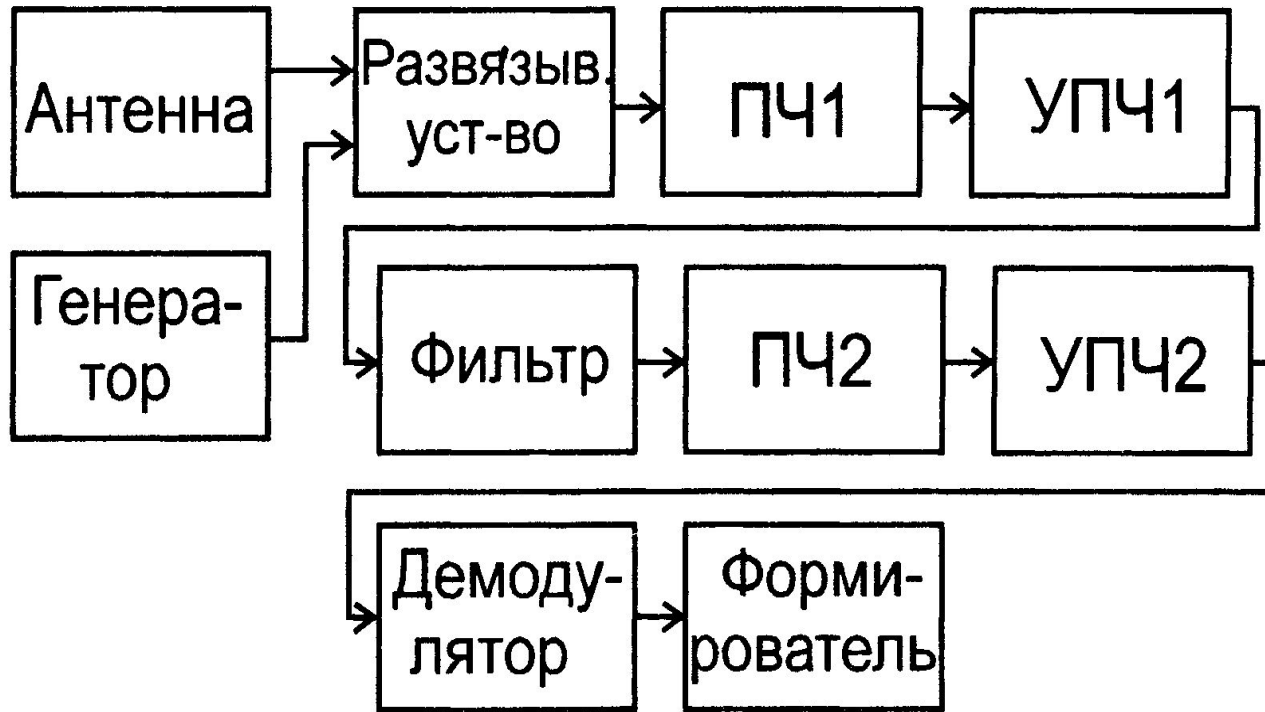
$$\underline{\cos(2\pi f_g t) \cos(2\pi(f_0 - f_d)t)} = \cos(2\pi(f_g + f_0 - f_d)t) + \cos(2\pi(f_{пч} - f_d)t)$$

Выводы:

- Слабый сигнал усиливается посредством гетеродина.
- Выделяется сигнал с разностной частотой ($f_{пч} - f_d$).

Устройство и работа составных частей станции АБС 1М

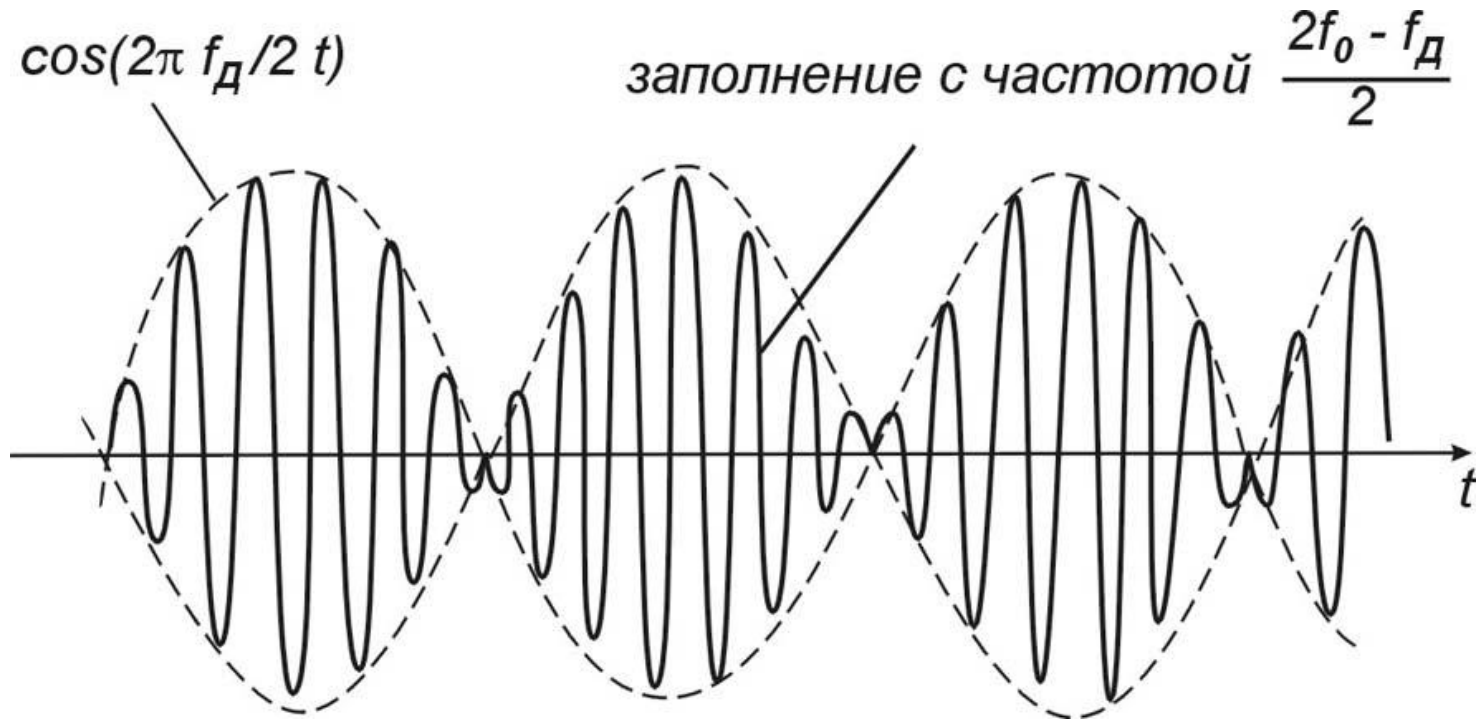
Приемо-передающее устройство



Приемное устройство выполнено по супергетеродинной схеме с двойным преобразованием частоты и имеет промежуточные частоты ($f_{пч1} \pm f_{д}$) и ($f_{пч2} \pm f_{д}$). Таким образом, происходит преобразование частоты $f_0 \rightarrow f_{пч1} \rightarrow f_{пч2} \rightarrow f_{д}$ (демодулятор). В формирователе формируется прямоугольный сигнал с длительностью, пропорциональной частоте Доплера.

В РАДИОИНТЕРФЕРОМЕТРАХ используется интерференция излучаемого и принимаемого сигналов

$$\cos[2\pi(f_0 - f_D)t] + \cos[2\pi f_0 t] = \cos[2\pi \frac{f_D}{2} t] \cdot \cos[2\pi \frac{2f_0 - f_D}{2} t]$$





5.3. Баллистическая станция "Луч-83".

Радиолокационная баллистическая станция «Луч-83» дает :

Выдает начальную скорость

- траекторную скорость,
- координаты в вертикальной плоскости,
- угол наклона траектории
- значение коэффициента лобового сопротивления снарядов и пуль калибра более 5,3 мм.

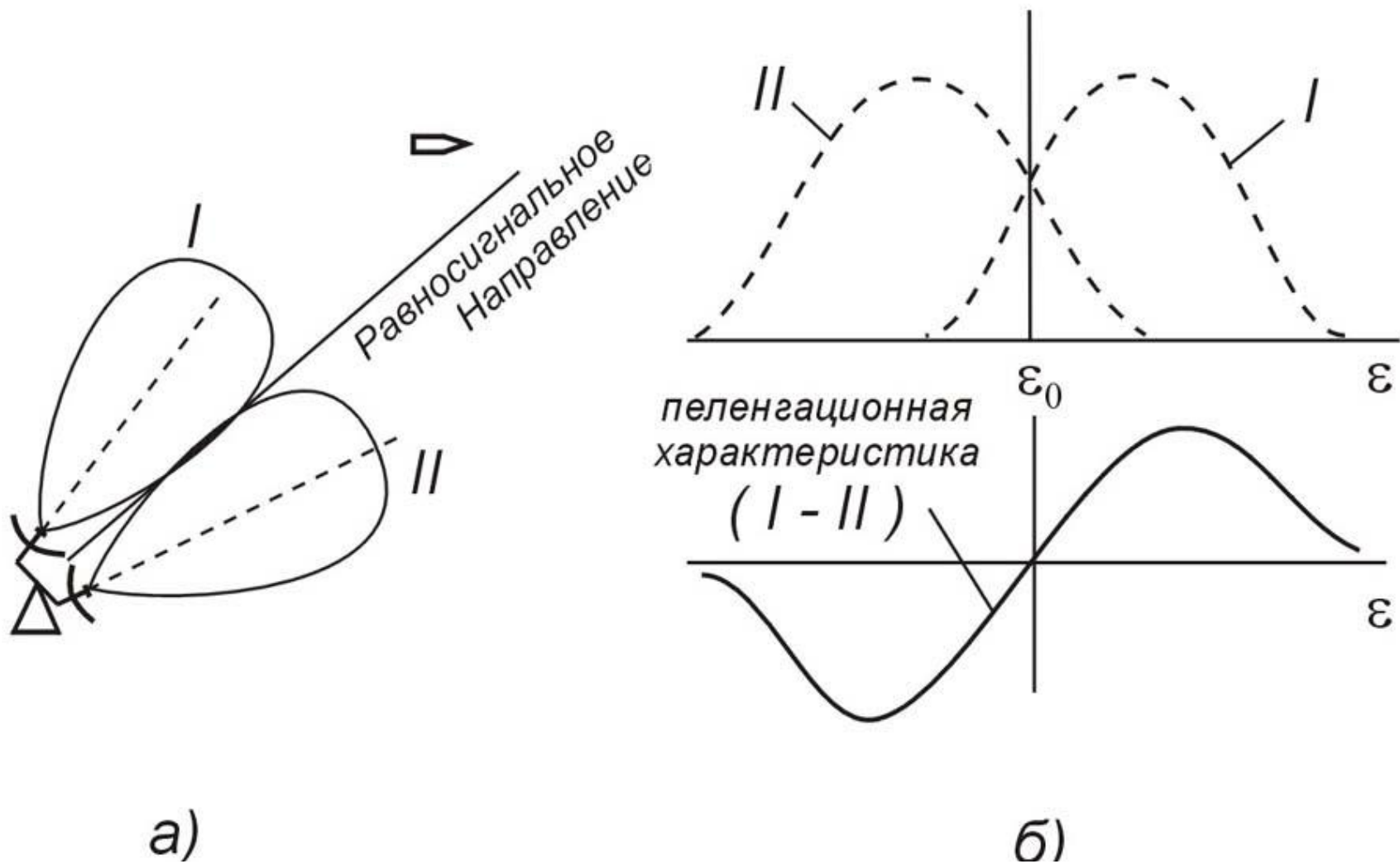
Радиоинтерферометр «Ариэль-7», у-
чатъ зависимости: позволяет пол

- путь-время,
- скорость-время и ускорение-время
для объектов диаметром 7,62 – 203 мм.

Средства траекторных измерений.

Измерение координат с помощью радиолокационных станций

$$D = \frac{\Delta t \cdot c}{2}$$

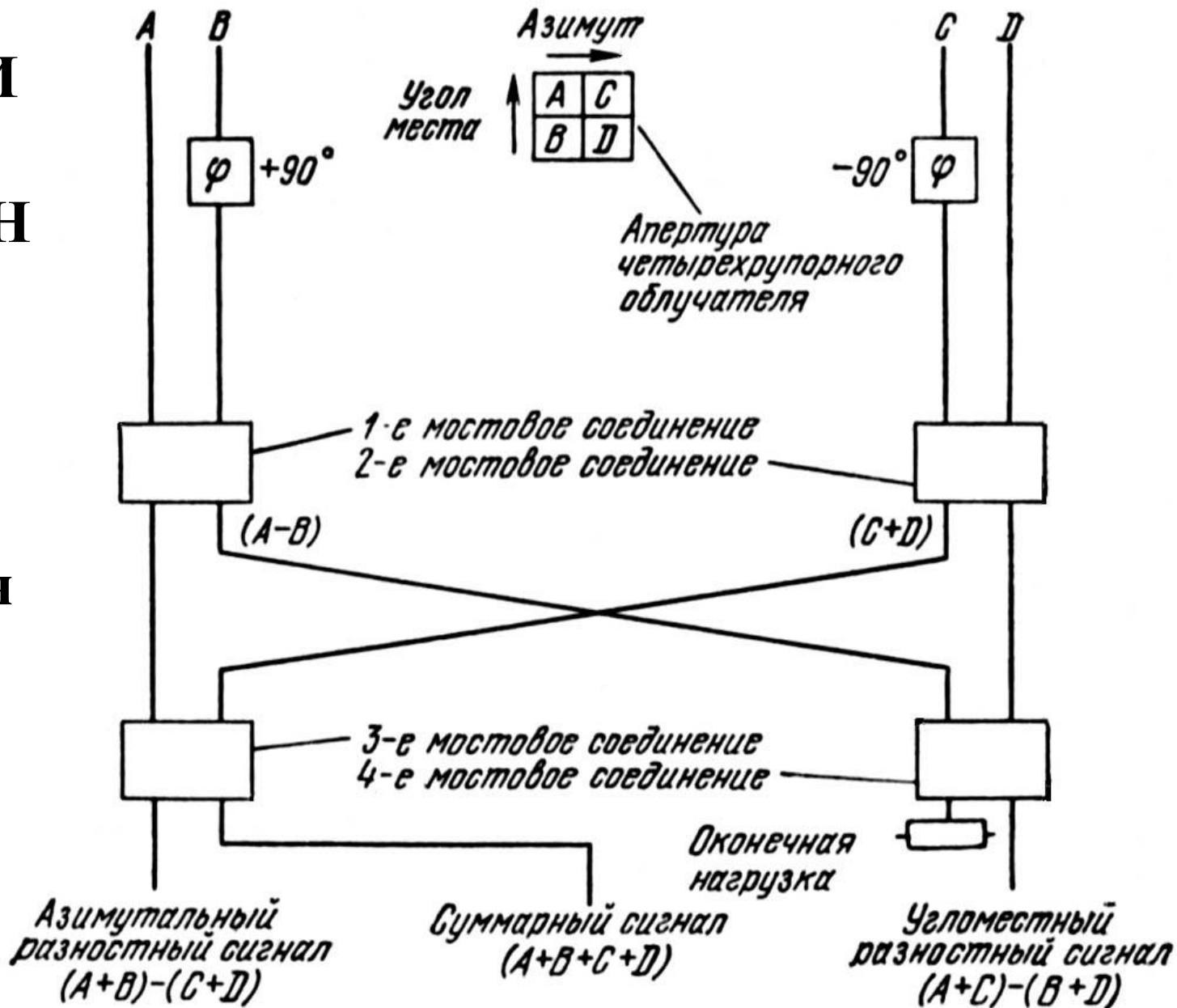


Метод равносигнального направления:

***a* – ориентация антенн; *б* – диаграммы направленности и пеленгационная характеристика.**

МОНОИМ-ПУЛЬСНАЯ РЛС,

схема подключения антенн



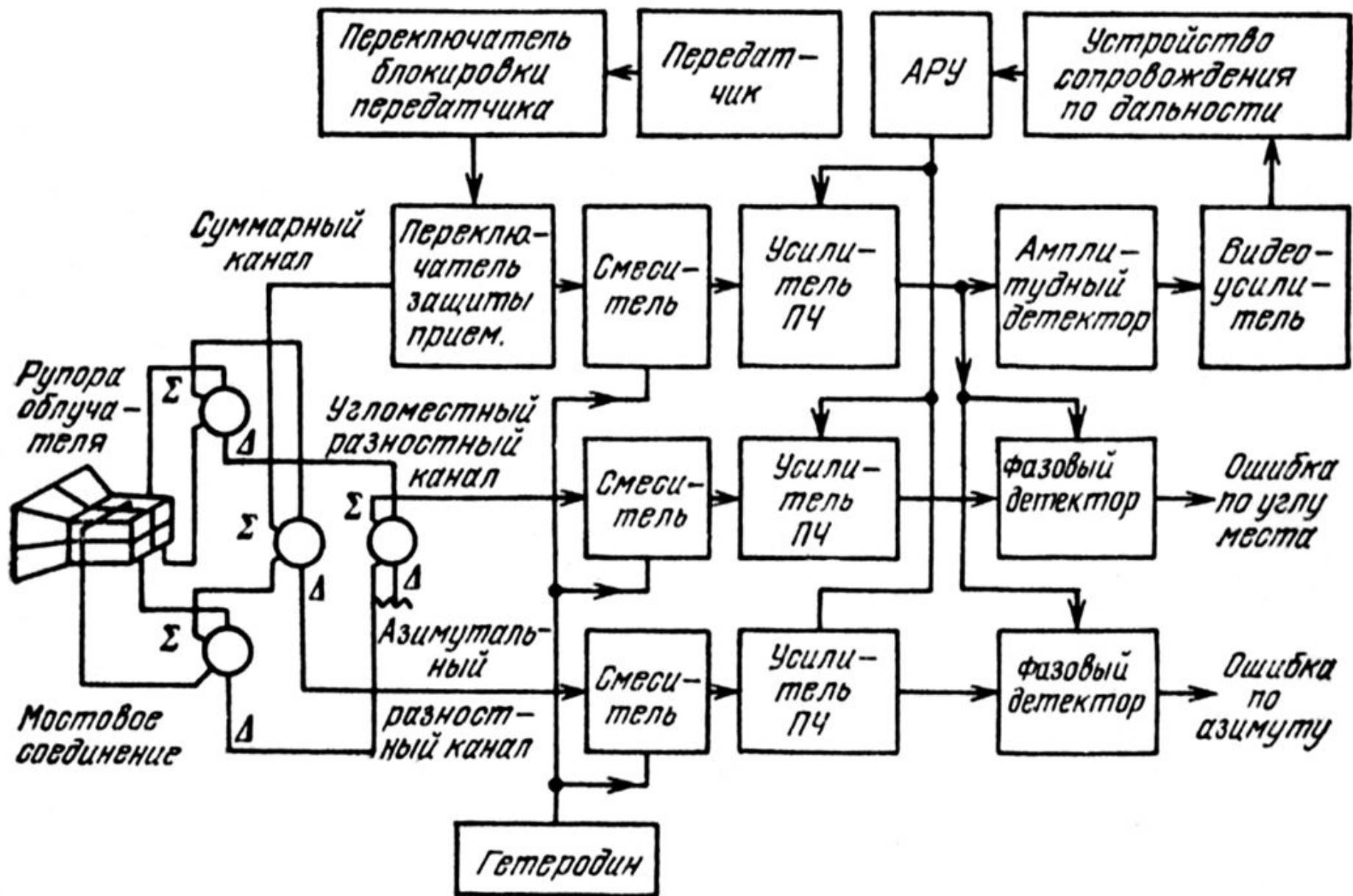


Схема моноимпульсного радиолокатора.

$$f_{пр} = f_0 - f_{гет}$$

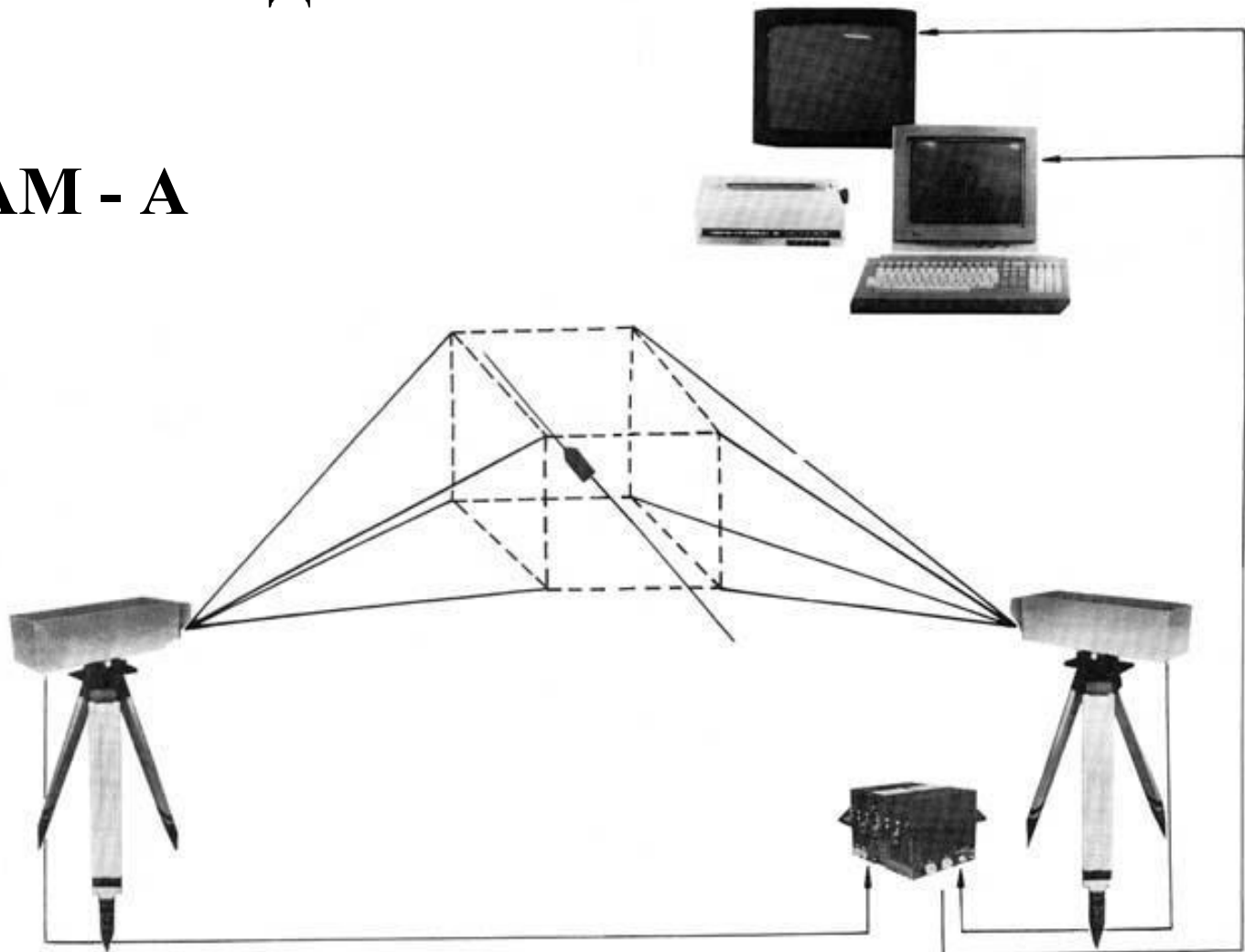
где f_0 – гнала;
 $f_{гет}$ – частота отраженного си

$$U_{ВЫХ} = A_{сум} \cdot A_{разн} \cdot \cos\theta$$

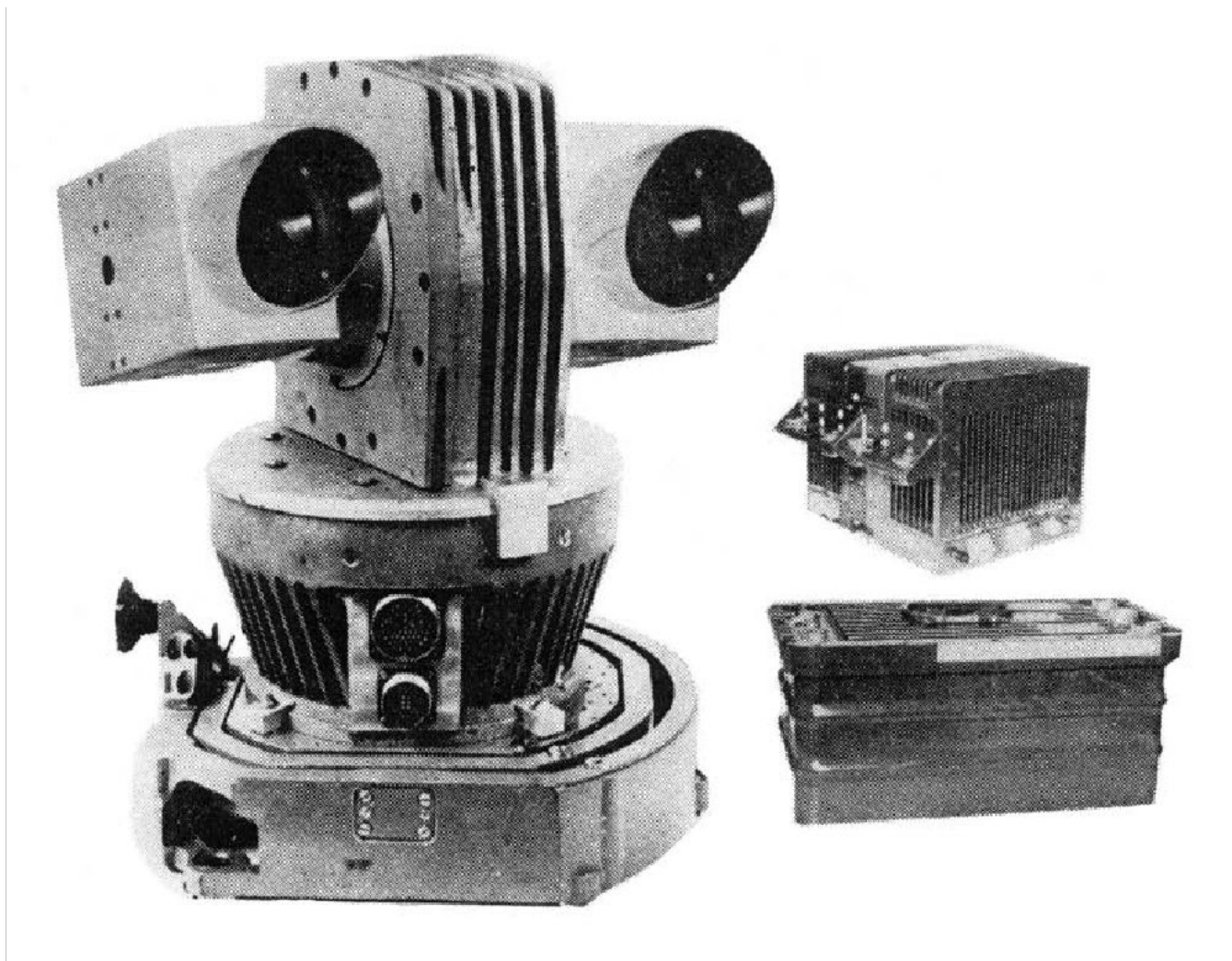
где $A_{сум}$ – суммрного сигнала;
 $A_{разн}$ – амплитуда гнала;
 θ – амплитуда разностного си
 фазовый угол между суммарным и разностным
 сигналами.

Телевизионные системы траекторных наблюдений

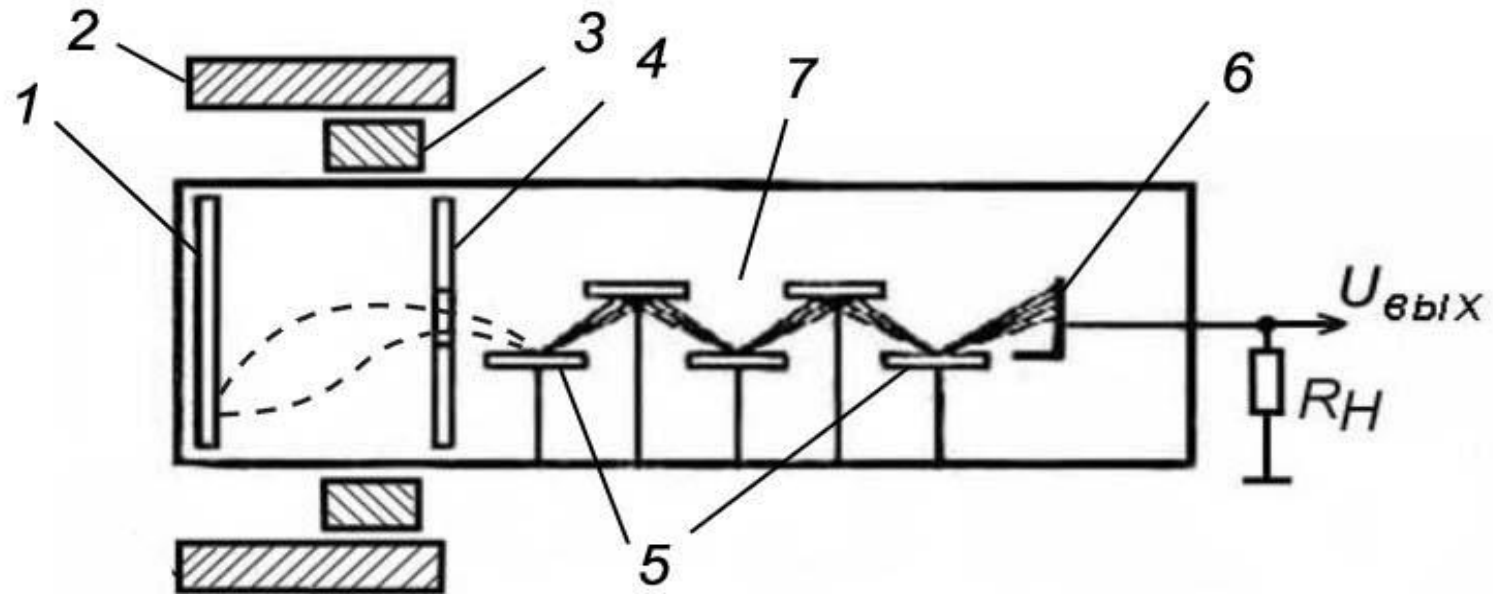
БАМ - А



Телевизионные следящие системы



Телевизионная следящая система



СИСТЕМА РАЗВЕРТКИ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Поверхность фотокатода 1,

Фокусирующая катушка 2 ,

Система отклоняющих катушек 3, Анод 4,

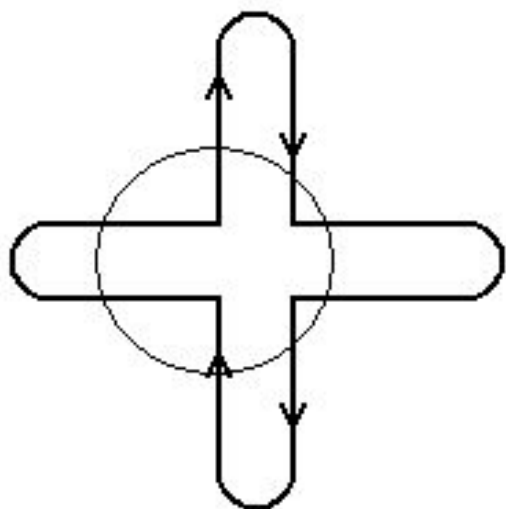
Электронный умножитель 7,

Диоды 5.

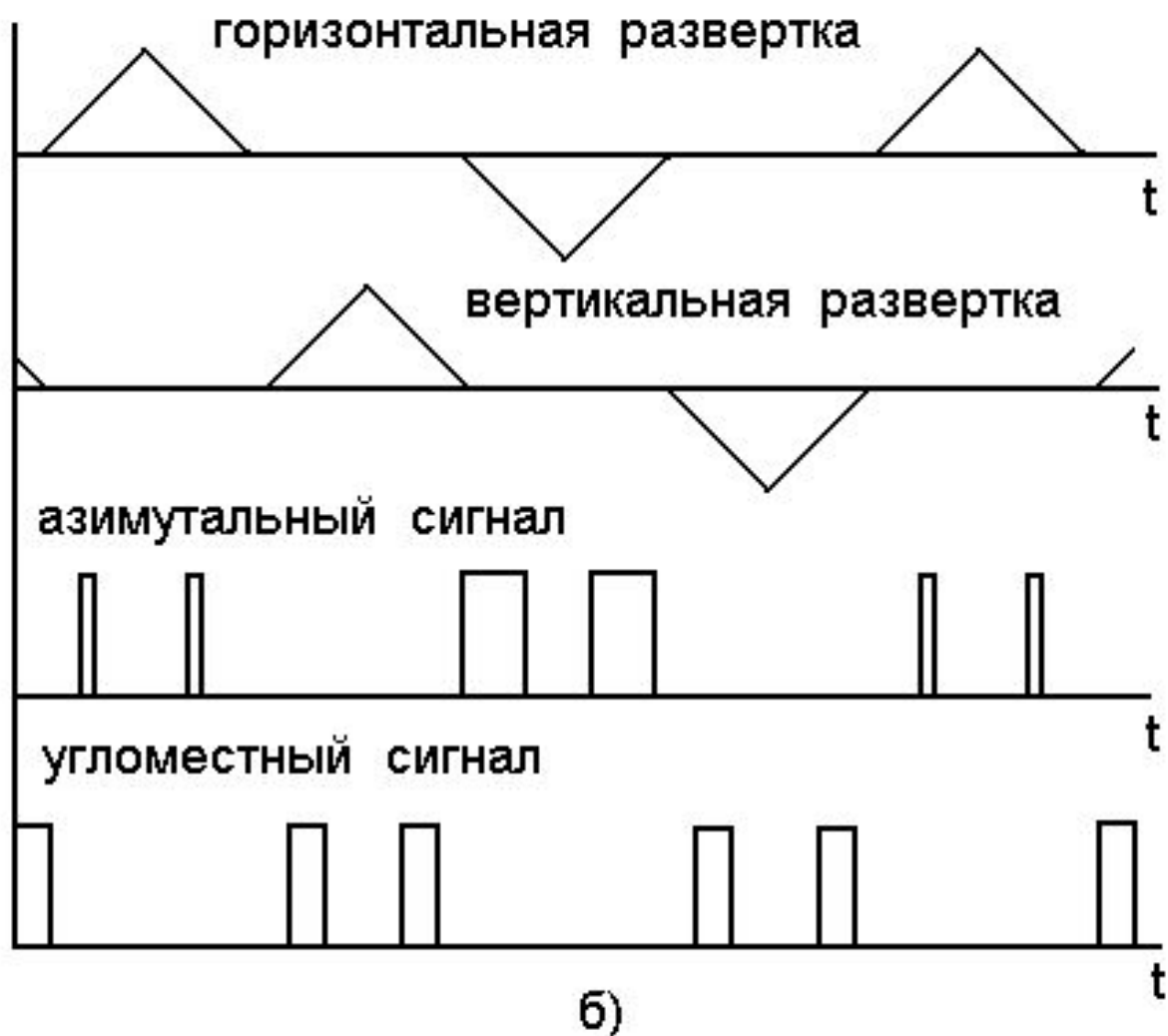
Диод 6 подключается к нагрузке,

Телевизионные следящие системы

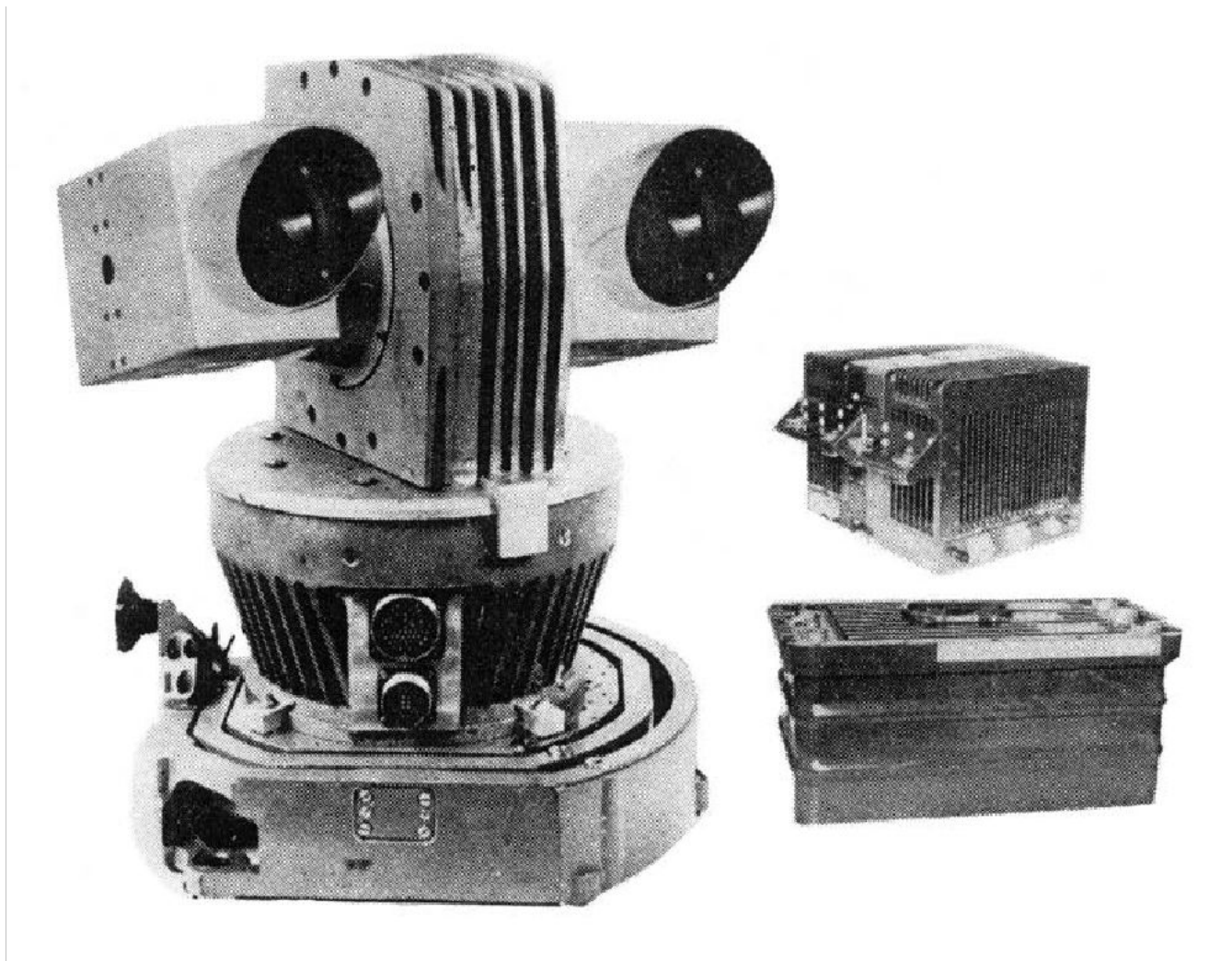
Формирование сигнала рассогласования.



а)



Телевизионный следящий теодолит «ТРАССА»

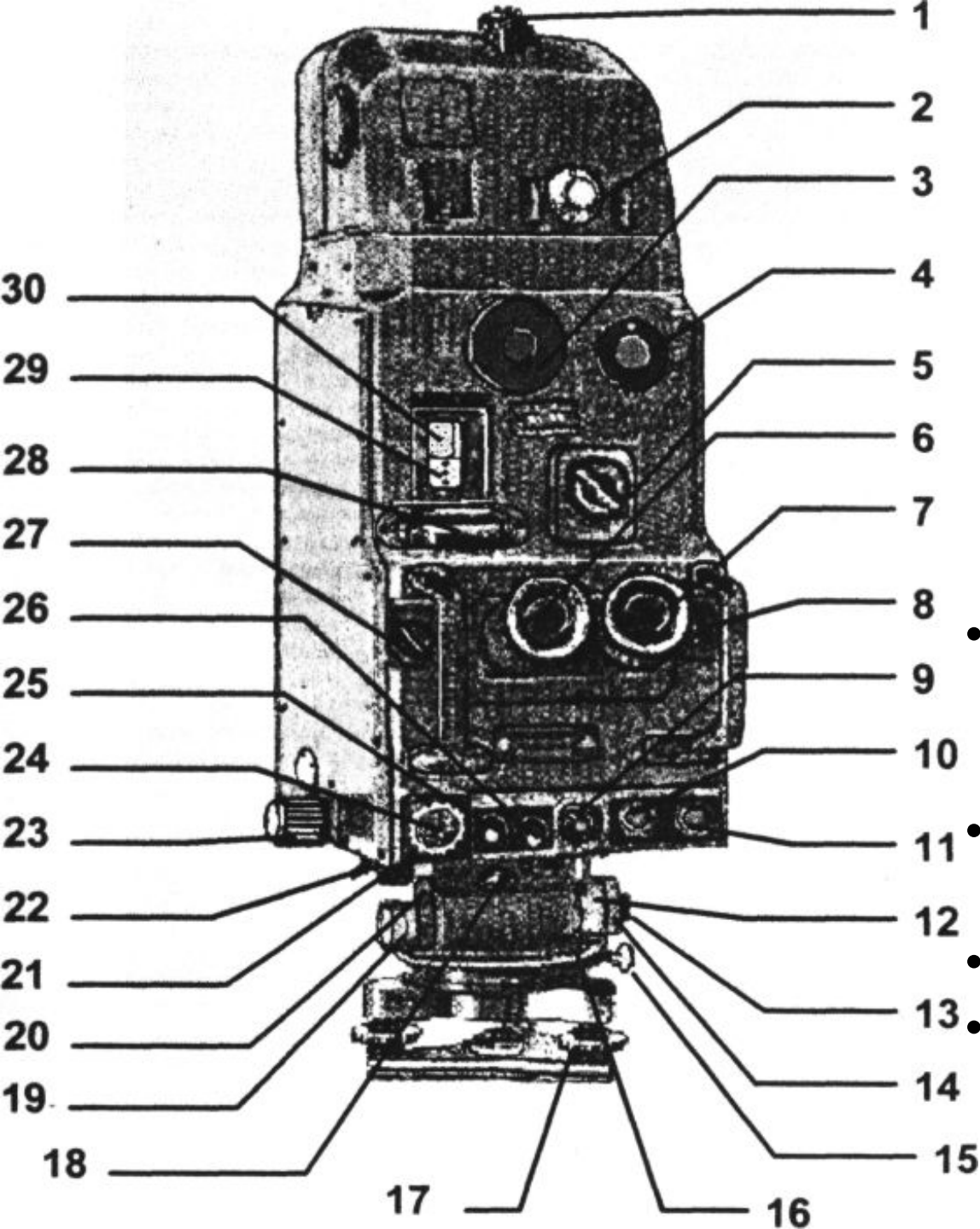


Система «ТРАССА» и-онных следящих теодолита, средства связи, телевизионную аппаратуру синхронизации, видеорегистраторы и ЭВМ. Система «Трасса» обеспечивает:

- ЭВМ автоматически обрабатку данных с теодолитов на
- телевизионных камер, регистрации видеозображения объекта с помощью
- данных ГЛОНАСС; следящих теодолитов оператором или по
- объектом и предупреждение, захват и слежение за
- координатами и времени в поле зрения прибора;
- о-стью (на дальности до 10 км);
- км ошибка изм

50 сопровождение объектов с угловыми скоростями до 33 град/

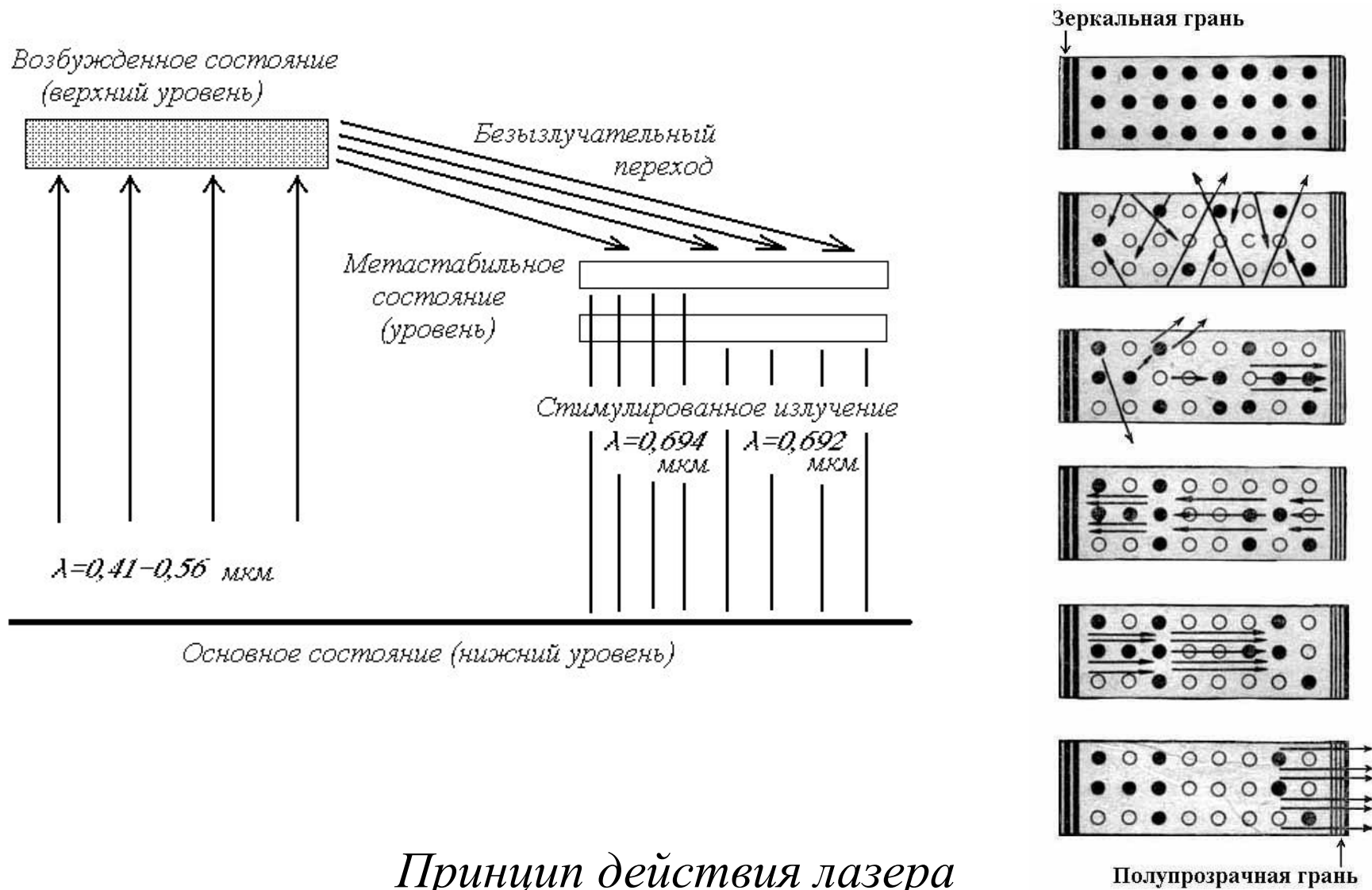
Квантовый артиллерийский дальномер ДАК-2М.



Артиллерийские
квантовые дальномеры
предназначены для:

- определения дальности до подвижных и неподвижных целей,
- местных предметов и разрывов снарядов
- для ведения разведки,
- для корректировки стрельбы

Основным элементом дальномера является оптический квантовый генератор (лазер).



Принцип действия лазера

