

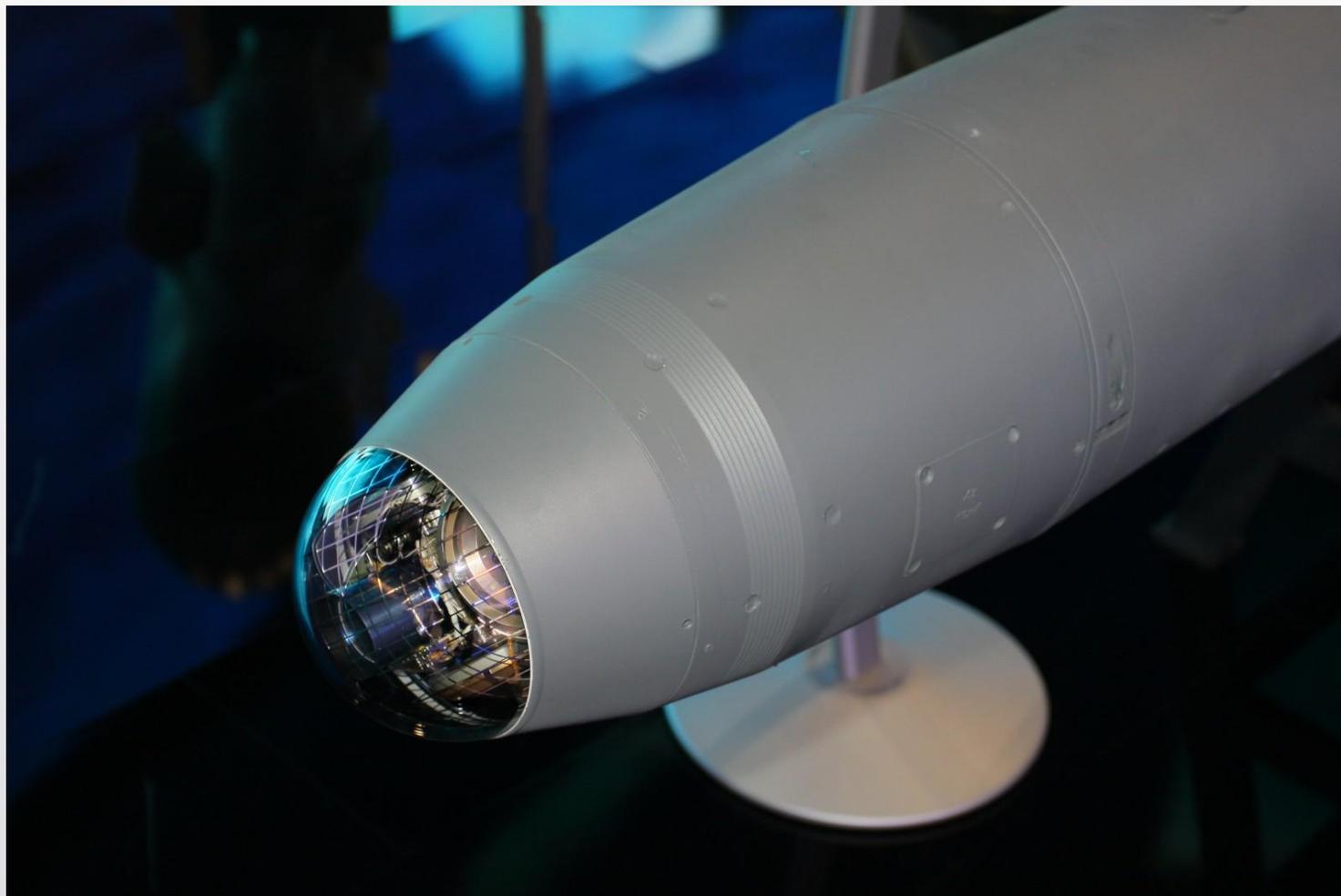
# Системы самонаведения и динамика систем самонаведения

Игнатенко Максим

Группа АК4-81



- **Система самонаведения** — совокупность устройств, предназначенных для автономного вывода метательного снаряда на цель и минимизации отклонения от неё без участия экипажа или внешних средств управления.



- **Головка самонаведения (ГСН)** — элемент системы самонаведения, аппаратура которого размещена в носовой части ракеты или снаряда.
- ГСН, в основном, создаёт электромагнитные волны различной длины которые отражаются от цели. Система располагается в самом носу ракеты.



- Система самонаведения изначально может не иметь информации о положении цели — в этом случае говорят о системе самонаведения с поиском цели, а также иметь такую информацию — в этом случае говорят о системе с сопровождением цели.
- Системы самонаведения принято классифицировать по типу используемых физических величин для определения положения целей.

# Типы систем самонаведения

инерциальная

астронавигационная

спутниковая навигация

радиолокационная

- активная радиолокационная ГСН
- полуактивная радиолокационная ГСН
- пассивная радиолокационная ГСН
- радиолокационная коррекция по пеленгу на радиомаяки
- радиолокационная коррекция по рельефу местности

магнитная

электростатическая

инфракрасная (тепловая) ГСН

- I поколения
- II поколения
- III поколения
- IV поколения

ультрафиолетовая ГСН

оптическая (телевизионная) ГСН

лазерная ГСН

акустическая ГСН (применяется в торпедах)



## Радиолокационная ГСН:

- Активная радиолокационная ГСН - Система активного самонаведения характеризуется тем, что источник энергии, облучающий цель, устанавливается на ракете и для самонаведения ЗУР используется отраженная от цели энергия этого источника.
- Полуактивная радиолокационная ГСН - При полуактивном самонаведении цель облучается первичным источником энергии, расположенным вне цели и ракеты (ЗРК «Хок»).
- Пассивная радиолокационная ГСН - При пассивном самонаведении энергия, излучаемая или отражаемая целью, создается источниками самой цели или естественным облучателем цели (Солнцем, Луной). Следовательно, информация о координатах и параметрах движения цели может быть получена без специального облучения цели энергией какого-либо вида.



- РЛ ГСН представляет собой радиолокационную станцию 3-х сантиметрового диапазона, работающую в режиме импульсного излучения.
- При самом общем рассмотрении РЛ ГСН может быть разбита на две части:
  - радиолокационную часть
  - автоматическую часть - обеспечивающую захват цели, ее автоматическое сопровождение по углу и дальности и выдачу сигналов управления на автопилот и радиовзрыватель.
- Радиолокационная часть станции работает обычным образом. Высокочастотные электромагнитные колебания, генерируемые магнетроном в виде очень коротких импульсов, излучаются с помощью остронаправленной антенны, принимаются той же антенной, преобразуются и усиливаются в приемном устройстве, проходят далее в автоматическую часть станции - систему углового сопровождения цели и дальномерное устройство.

- 
- Автоматическая часть станции состоит из трех следующих функциональных систем:
    1. Системы управления антенной, обеспечивающей управление антенной во всех режимах работы РЛ ГСН (в режиме "наведение", в режиме "поиск" и в режиме "самонаведение", который в свою очередь, подразделяется на режимы "захват" и "автосопровождение")
    2. Дальномерного устройства
    3. Вычислителя сигналов управления, подаваемых на автопилот и радиовзрыватель ракеты.



## Отдельные функциональные системы РЛ ГСН

- РЛГС может быть разбита на ряд отдельных функциональных систем, каждая из которых решает вполне определенную частную задачу (или несколько более или менее близких между собой частных задач) и каждая из которых в той или иной мере оформлена в виде отдельной технологической и конструктивной единицы. Таких Функциональных систем в РЛГС четыре:
  1. Радиолокационная часть РЛГС
  2. Синхронизатор
  3. Дальномер
  4. Система управления антенной (СУА)

# Радиолокационная часть РЛ ГСН



Радиолокационная часть РЛ ГСН предназначена для:

1. генерирования высокочастотной электромагнитной энергии заданной частоты ( $f \pm 2,5\%$ ) и мощности 60 Вт, которая в виде коротких импульсов ( $0,9 \pm 0,1$  мксек) излучается в пространство.
2. для последующего приема отраженных от цели сигналов, их преобразования в сигналы промежуточной частоты ( $F_{пч} = 30$  МГц), усиления (по 2-м идентичным каналам), детектирования и выдачи на другие системы РЛГС.

Радиолокационная часть РЛГС состоит из:

- передатчика.
- приемника.
- высоковольтного выпрямителя.
- высокочастотной части антенны.

# Синхронизатор



Назначением этой части РА ГСН является:

1. формирование импульсов синхронизации для запуска отдельных схем в РАГС и импульсов управления приемником, узлом СИ и дальномером (узел МПС-2)
2. формирование импульсов управления ферритовым коммутатором осей, ферритовым коммутатором приемных каналов и опорного напряжения (узел УФ-2)
3. интегрирование и суммирование принятых сигналов, нормирование напряжения для управления АРУ, преобразование видеоимпульсов цели и АРУ в радиочастотные сигналы (10 МГц) для осуществления задержки их в УЛЗ (узел СИ)
4. выделение сигнала ошибки, необходимого для работы системы углового сопровождения (узел СО).

Синхронизатор состоит из:

- узла манипуляции приема и синхронизации (МПС-2).
- узла коммутации приемников (КП-2).
- узла управления ферритовыми коммутаторами (УФ-2).
- узла селекции и интегрирования (СИ).
- узла выделения сигнала ошибки (СО)
- ультразвуковой линии задержки (УЛЗ).

# Дальномер



Назначением этой части РЛ ГСН является:

1. поиск, захват и сопровождение цели по дальности с выдачей сигналов дальности до цели и скорости сближения с целью
2. выдача сигнала  $\Delta$ -500 м
3. выдача импульсов селекции для стробирования приемника
4. выдача импульсов ограничения времени приема.

Дальномер состоит из:

- узла временного модулятора (ЕМ).
- узла временного дискриминатора (ВД)
- двух интеграторов.

# Система управления антенной (СУА)



Назначением этой части РА ГСН является:

1. управление антенной при взлете ракеты в режимах наведение, поиск и подготовка к захвату (узлы ПГС, УГА, УС и ЗП)
2. захват цели по углу и ее последующее автосопровождение (узлы АЗ, ЗП, УС, и ЗП)

Система управления антенной состоит из:

- узла поиска и гиросtabilизации (ПГС).
- узла управления головкой антенны (УГА).
- узла автомата захвата ( АЗ ).
- узла запоминания (ЗП).
- выходных узлов системы управления антенной (УС) (по каналу  $\varphi$  и каналу  $\xi$ ).
- узла электрической пружины (ЗП).

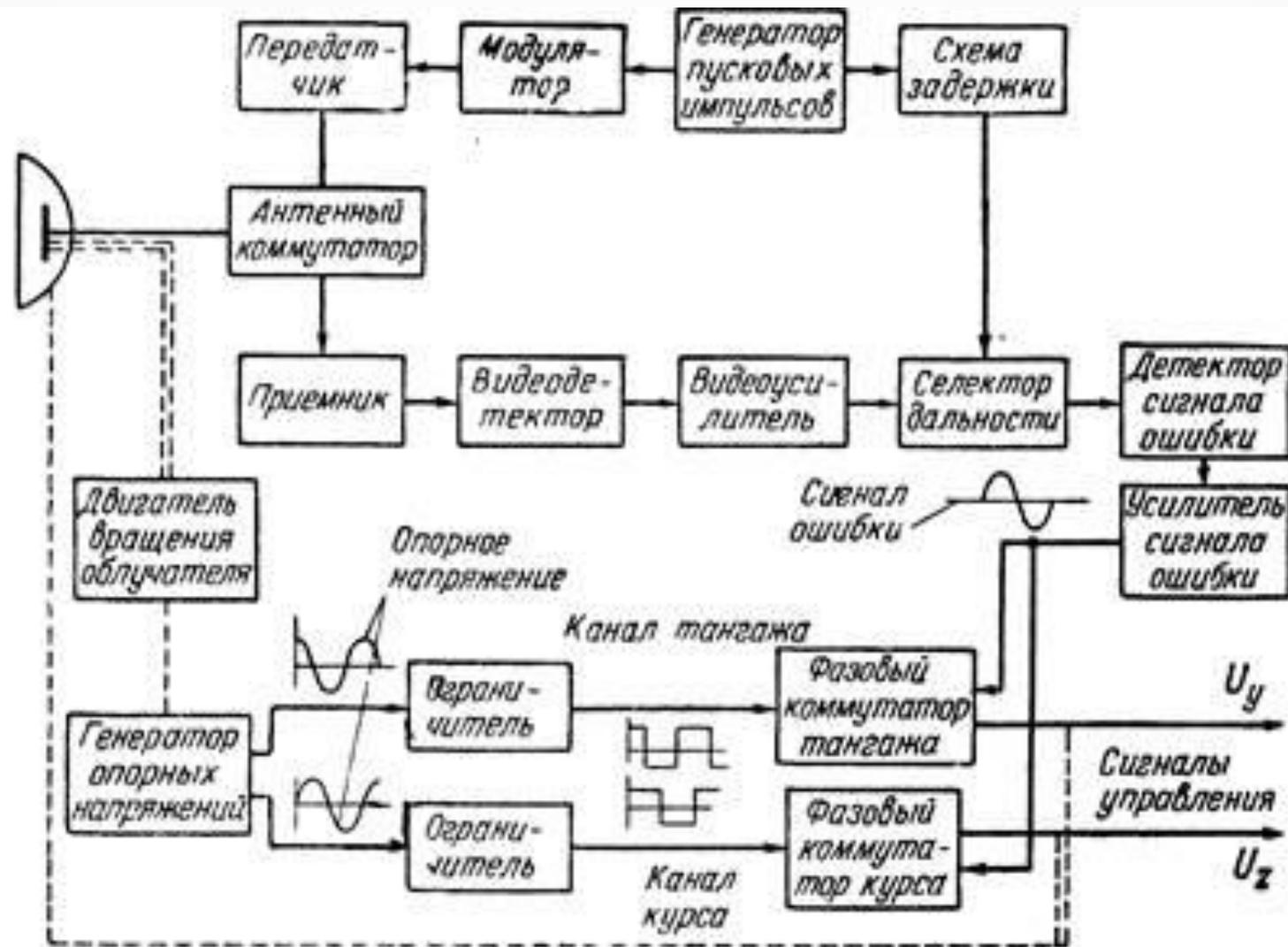


Рис. 11. Упрощенная блок-схема координатора активной радиолокационной системы самонаведения



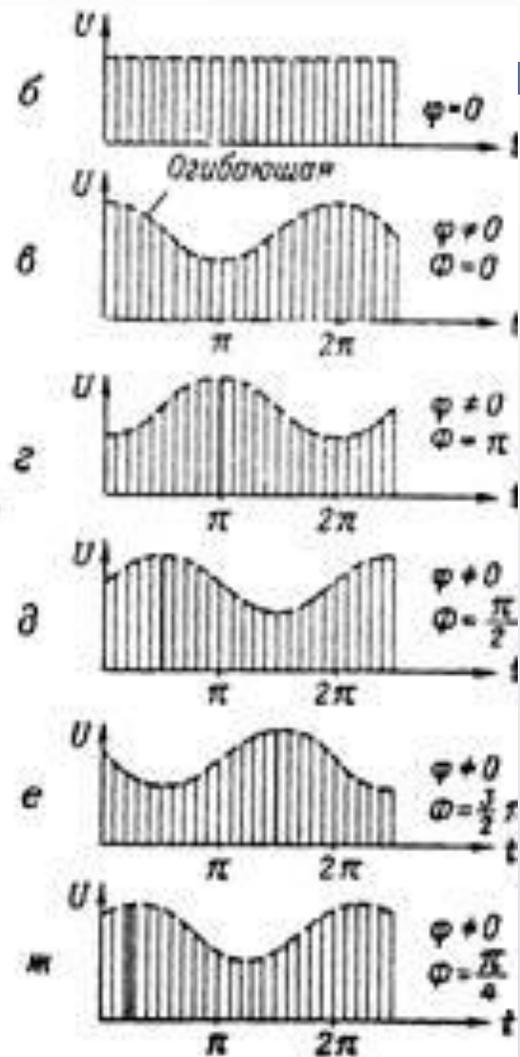
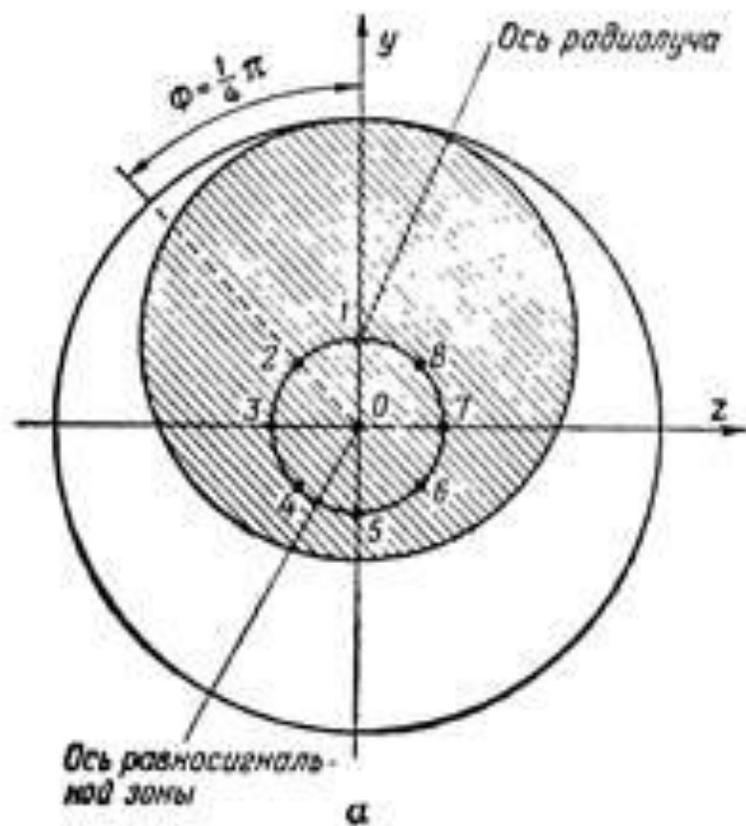


Рис. 17. Зависимость амплитуды и фазы отраженных от цели импульсов от изменения углов рассогласования  $\varphi$  и фазирования  $\Phi$ :

а — взаимное положение радиолуча и цели; б — ж — формы отраженных импульсов



## Инфракрасная головка самонаведения (Тепловая головка самонаведения, ТГС)

- Работает на принципе улавливания волн инфракрасного диапазона, излучаемых захватываемой целью. Представляет собой оптико-электронный прибор, предназначенный для идентификации цели на окружающем фоне и выдачи в автоматическое прицельное устройство (АПУ) сигнала захвата, а также для измерения и выдачи в автопилот сигнала угловой скорости линии визирования.

- 
- ИК ГСН — очень простой, дешевый и надежный способ наведения ракеты на цель.
  - История теплового самонаведения началась в 1956 году с принятия на вооружение первой ракеты этого типа — AIM-9 Sidewinder (USA). Она стала первой эффективной управляемой ракетой воздух-воздух. В 1958 году в ходе Второго Тайваньского кризиса произошёл чрезвычайно удачный для СССР случай: AIM-9B попал в МиГ-17 китайского пилота, но не взорвался. Советские конструкторы, оперативно изучив «трофей», высоко оценили возможности ракеты, и, воспроизведя её методом «обратной инженерии» запустили в производство советскую копию — К-13/Р-3С.

# AIM-9 Sidewinder





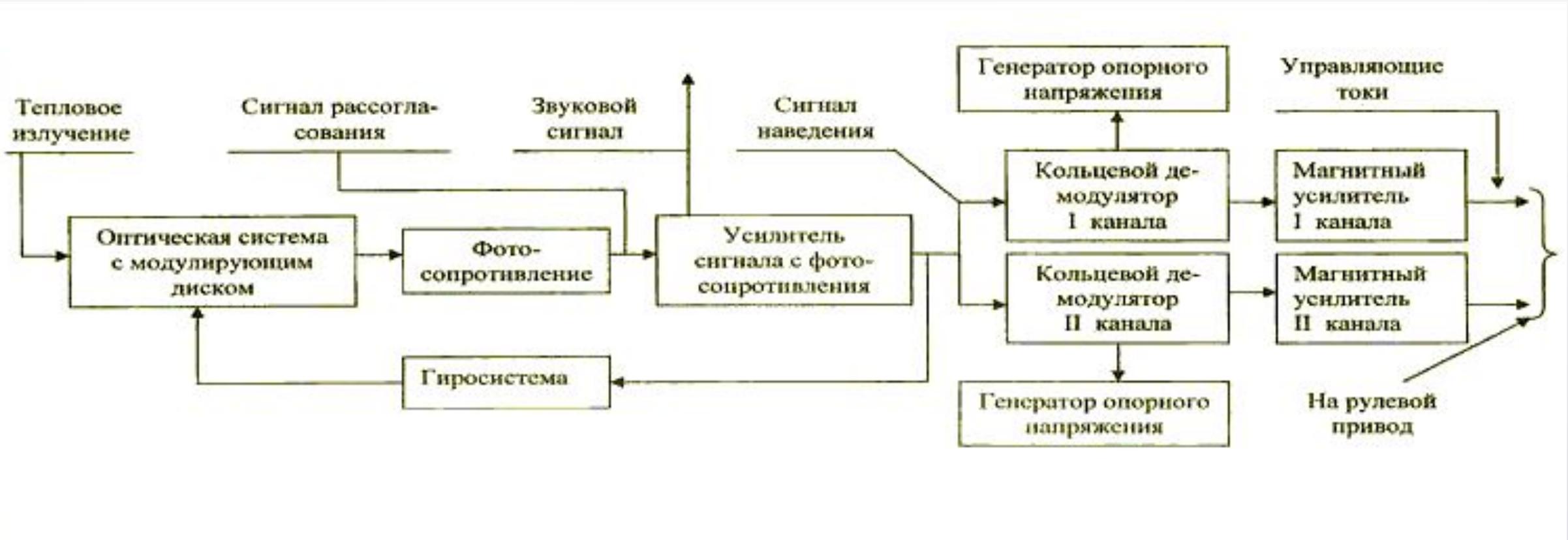
- I поколение ИК ГСН — односпектральные, одноэлементные (с одним точечным фотоприемником) и модуляционным (не мгновенным) способом пеленгования\*. Исчезающий тип УРО (управляемого ракетного оружия).
- II поколение — двухточечные (основной и вспомогательный каналы) с единой оптической системой, двухспектральными приемниками и модуляционным способом пеленгования. Наиболее массовый тип УРО.
- III поколение — матричные (многоточечные) односпектральные приемники с мгновенным способом пеленгования. Тип УРО, заменяющий второе поколение в вооруженных силах ведущих стран мира.
- IV (ожидаемое) поколение — матричные двухспектральные ИК ГСН.

\***Пеленгование** - определение направления на какой-либо объект, обусловленное его контрастностью на окружающем фоне.



# Принцип действия

- Оптическая система, представляющая собой зеркально-линзовый объектив, установленный на роторе гироскопа и вращающийся вместе с ним.
- Она собирает тепловую энергию, излучаемую целью, в фокальную плоскость объектива, где расположен моделирующий диск (радиально-щелевой растр). Непосредственно за растром расположен иммерсионный приемник излучения, закрепленный на внутренней рамке карданного подвеса.
- Тепловой поток от цели фокусируется на растре в виде пятна. Благодаря наклону приемного зеркала при вращении ротора гироскопа пятно рассеивания «переносится» по окружности сканирования на поверхности растра. На фотоприемник падают «пачки» импульсов теплового излучения, период следования которых равен периоду вращения (огибающая частота) гироскопа.
- Фотоприемник преобразует импульсы теплового излучения в электрический сигнал, несущий в себе информацию о величине и направлении углового рассогласования между оптической осью объектива и линией визирования цели.





## Ультрафиолетовые ГСН

- Принцип работы ультрафиолетовой головки самонаведения аналогичен принципу работы инфракрасной ГСН, при том отличии, что используются волны значительно меньшей длины.
- Это позволяет распознавать значительное количество тепловых ловушек для ИК-наводящихся ракет, однако уменьшает дальность обнаружения/захвата цели и вводит зависимость от погодных условий.

Используется в ПЗРК Стингер (Совместно с ИК ГСН)





- Систем, подтверждено способных эффективно противодействовать ультрафиолетовым головкам самонаведения, в настоящее время не существует, что во многом обусловлено ограниченностью применения ультрафиолетовых ГСН.
- Инфракрасные ГСН IV поколения позволяют так же эффективно, как и ультрафиолетовые, распознавать тепловые ловушки и при этом не обладают их недостатками. Это уменьшает привлекательность ультрафиолетовых ГСН для разработчиков военной техники. Единственным используемым ПЗРК с ультрафиолетовой ГСН остаётся FIM-92 Stinger



Рис. 1.1. Функциональные схемы системы самонаведения [3, 262]



- Пупков К.А., Егупов Н.Д. «Высокоточные системы самонаведения»