



# ***ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ ЗЕНИТНЫХ РАКЕТНЫХ КОМПЛЕКСОВ***

# ТЕМА №3

## Занятие

### АВТОМАТИКА ЗРК

1. Основные понятия и классификация систем автоматизи. Структура и принцип действия систем автоматизи.
2. Датчики следящих систем.
3. Системы сопровождения цели по угловым координатам.

# *Вопрос 1.*

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И  
КЛАСИФИКАЦИЯ СИСТЕМ  
АВТОМАТИКИ.

СТРУКТУРА  
И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ  
СИСТЕМ АВТОМАТИКИ.

Автоматика - это отрасль науки и техники, охватывающая теорию и принципы построения систем управления, действующих без непосредственного участия человека.

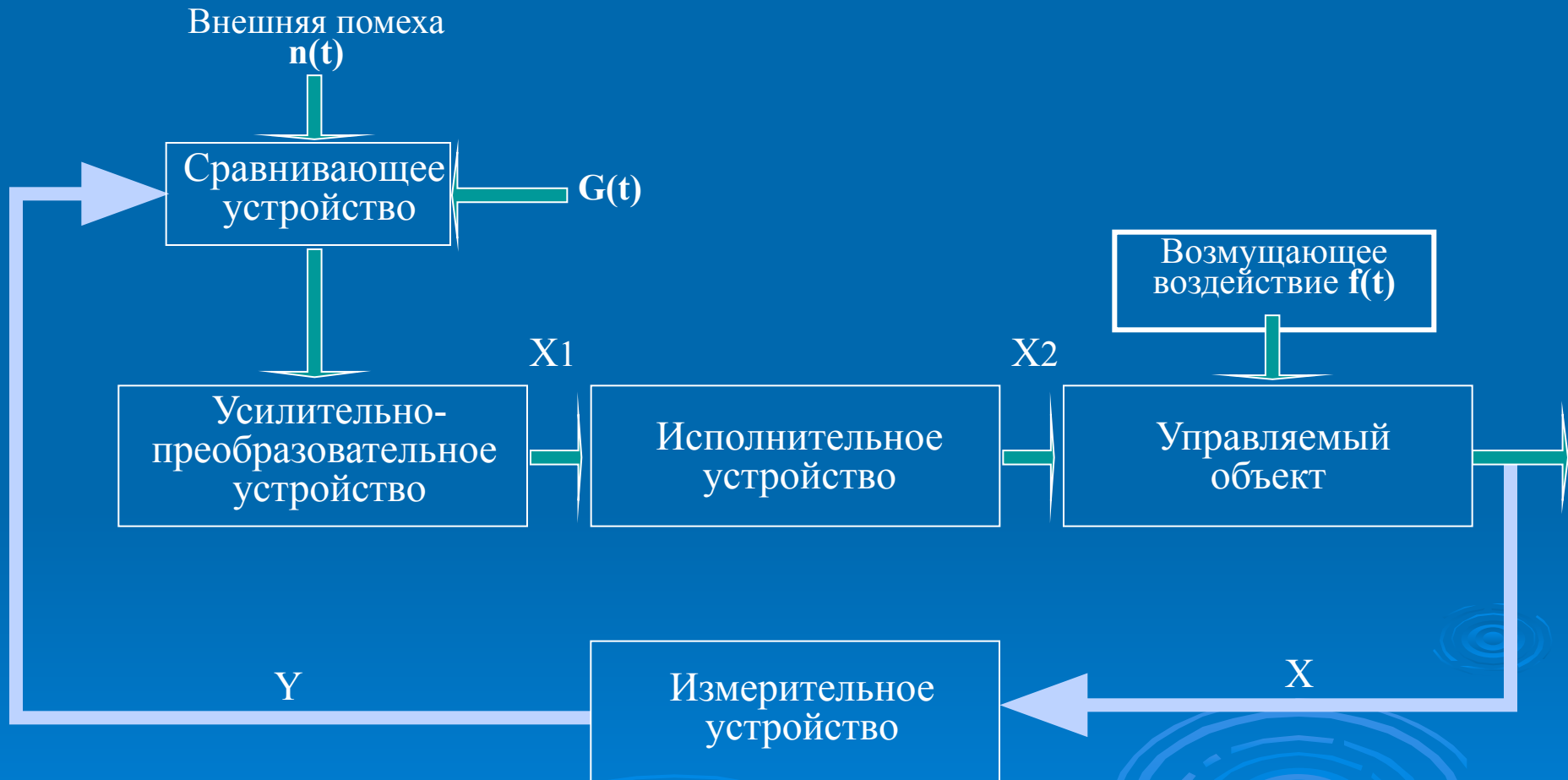
В узком смысле, это совокупность методов и технических средств, исключая участие человека при выполнении операций конкретного процесса.

Система АУ (САУ) – комплекс устройств, предназначенный для автоматического изменения одного или нескольких параметров объекта управления (ОУ) с целью установления требуемого режима его работы.

# РАЗОМКНУТАЯ САУ



# ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА ЗАМКНУТОЙ САУ (система с обратной связью)



# СЛЕДЯЩАЯ СИСТЕМА

Следящие системы – системы автоматического регулирования, в которых задающее воздействие изменяется по неизвестному заранее закону и для системы является случайной величиной.



## Принцип работы следящих систем:

С входного сигнала  $X$  в виде воздействия  $X$ , в заданном направлении действует исполнительный элемент, где управляющее воздействие  $U_1$  поступает и (далее) интегрируется в выходной сигнал  $\Sigma$ . Тогда можно считать, что в момент времени  $t$  управление  $U_2$  формируется и передается в суммирующий элемент. В измерительной цепи сравниваются (сравнение) оба воздействия  $U_1$  и  $U_2$ , в результате чего с неравенства управления (создается) ошибка  $\Delta U$  и управление будет изменяться в сторону уменьшения  $\Delta U$ , следовательно, в итоге воздействие  $\Delta U$  будет уменьшаться (процесс управления) до тех пор, пока  $\Delta U$  не будет преобразован в нуль, определено необходимо (преобразуется в нуль), при изменении которого будет формировать другое управление или состояние объекта управления.

## *Вопрос 2.*

ДАТЧИКИ СЛЕДЯЩИХ  
СИСТЕМ



**ДАТЧИК** – это элемент измерительного, сигнального, регулирующего или управляющего устройства, преобразующий контролируемую величину (давление, температуру, частоту, электрическое напряжение и т.д.) в сигнал удобный для измерения, передачи, хранения, обработки, регистрации, а также для воздействия им на управляемые процессы.

## В состав датчика входят:

- ❖ чувствительный (воспринимающий) элемент;
- ❖ промежуточный преобразователь (один или несколько).

Характерными видами контролируемых физических величин в ЗРК являются:

- ❖ угловые перемещения;
- ❖ угловые скорости перемещения;
- ❖ линейные ускорения;
- ❖ другие.

В зависимости от физических принципов чувствительности и преобразования в электрический сигнал датчики можно классифицировать на:

- ❖ потенциометрические;
- ❖ электромашинные;
- ❖ гироскопические;
- ❖ радиолокационные (радиометрические, оптические).

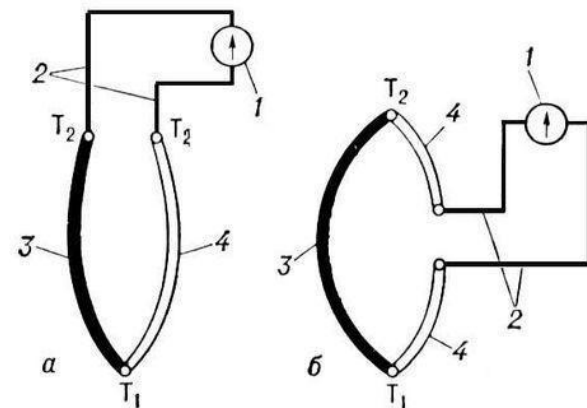
**Термопара, датчик** температуры, состоящий из двух соединённых между собой разнородных электропроводящих элементов (обычно металлических проводников, реже полупроводников). Действие Т. основано на эффекте Зеебека (см. [Термоэлектрические явления](#)). Если контакты (обычно — спаи) проводящих элементов, образующих Т. (их часто называют термоэлектродами), находятся при разных температурах, то в цепи Т. возникает эдс (термоэдс), величина которой однозначно определяется температурой «горячего» и «холодного» контактов и природой материалов, примененных в качестве термоэлектродов.

Т. используются в самых различных диапазонах температур. Так, Т. из золота, легированного железом (2-й термоэлектрод — медь или хромель), перекрывает диапазон 4—270 К, медь — константан 70—800 К, хромель — копель 220—900 К, хромель — алюмель 220—1400 К, платинородий — платина 250—1900 К, вольфрам — рений 300—2800 К. Эдс Т. из металлических проводников обычно лежит в пределах 5—60 мВ. Точность определения температуры с их помощью составляет, как правило, несколько К, а у некоторых Т. достигает ~0,01 К. Эдс Т. из полупроводников может быть на порядок выше, но такие Т. отличаются существенной нестабильностью.

Т. применяют в устройствах для измерения температуры (см. [Термометрия](#)) и в различных автоматизированных системах управления и контроля. В сочетании с электроизмерительным прибором (милливольтметром, [потенциометром](#) и т. п.) Т. образует термоэлектрический термометр. Измерительный прибор подключают либо к концам термоэлектродов (*рис.*, а), либо в разрыв одного из них (*рис.*, б). При измерении температуры один из спаев обязательно термостатируется (обычно при 273 К). В зависимости от конструкции и назначения различают Т.: погруженные и поверхностные; с обыкновенной, взрывобезопасной, влагонепроницаемой или иной оболочкой (герметичной или негерметичной), а также без оболочки; обыкновенные, вибротряскоустойчивые и ударопрочные; стационарные и переносные и т. д. См. также [Термоэлемент](#).

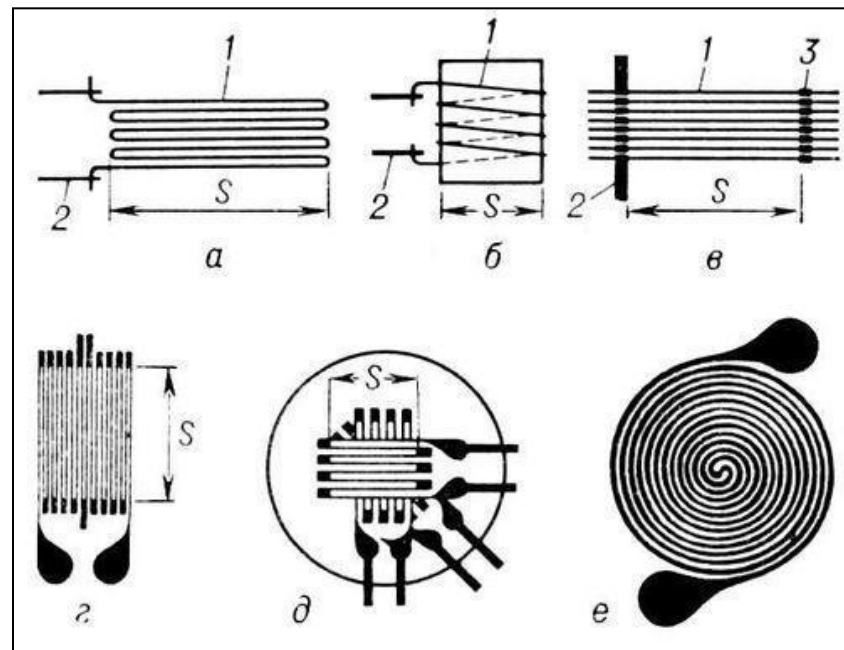
### Схемы включения термопары в измерительную цепь:

а — измерительный прибор 1 подключен соединительными проводами 2 к концам термоэлектродов 3 и 4; б — в разрыв термоэлектрода 4;  $T_1$ ,  $T_2$  — температура «горячего» и «холодного» контактов (спаев) термопары.



Тензодатчик, измерительный преобразователь деформации твердого тела, вызываемой механическими напряжениями, в сигнал (обычно электрический), предназначенный для последующей передачи, преобразования и регистрации. Наибольшее распространение получили Т. сопротивления, выполненные на базе тензорезисторов (ТР), действие которых основано на их свойстве изменять под влиянием деформации (растяжения или сжатия) своё электрическое сопротивление (см. Тензорезистивный эффект). Конструктивно ТР представляет собой либо решётку (*рис. 1*), изготовленную из проволоки или фольги (из константана, нихрома, различных сплавов на основе Ni, Mo, Pt), либо пластинку из полупроводника, например, Si. ТР механически жестко соединяют (например, приклеивают, приваривают) с упругим элементом

Решетки тензодатчиков: проволочные — петлевая (а), витковая (б) и с перемычками (в); фольговые — для изменения одной компоненты деформации (г), трех компонент (д) и кольцевых деформаций (е); 1 — проволока; 2 — выводы решетки; 3 — перемычки; S — база датчика.

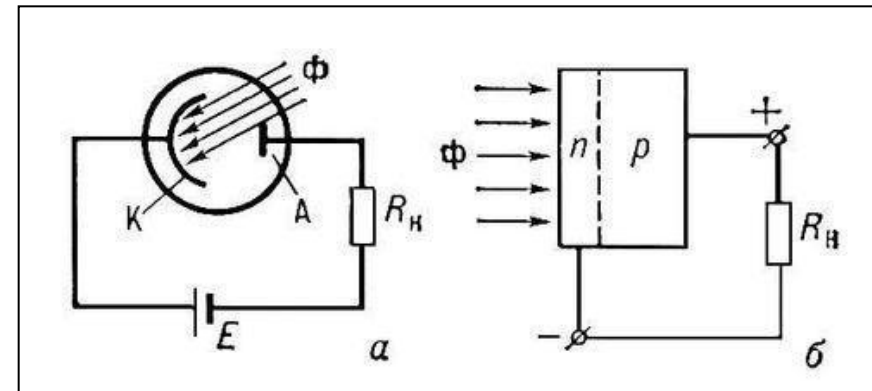


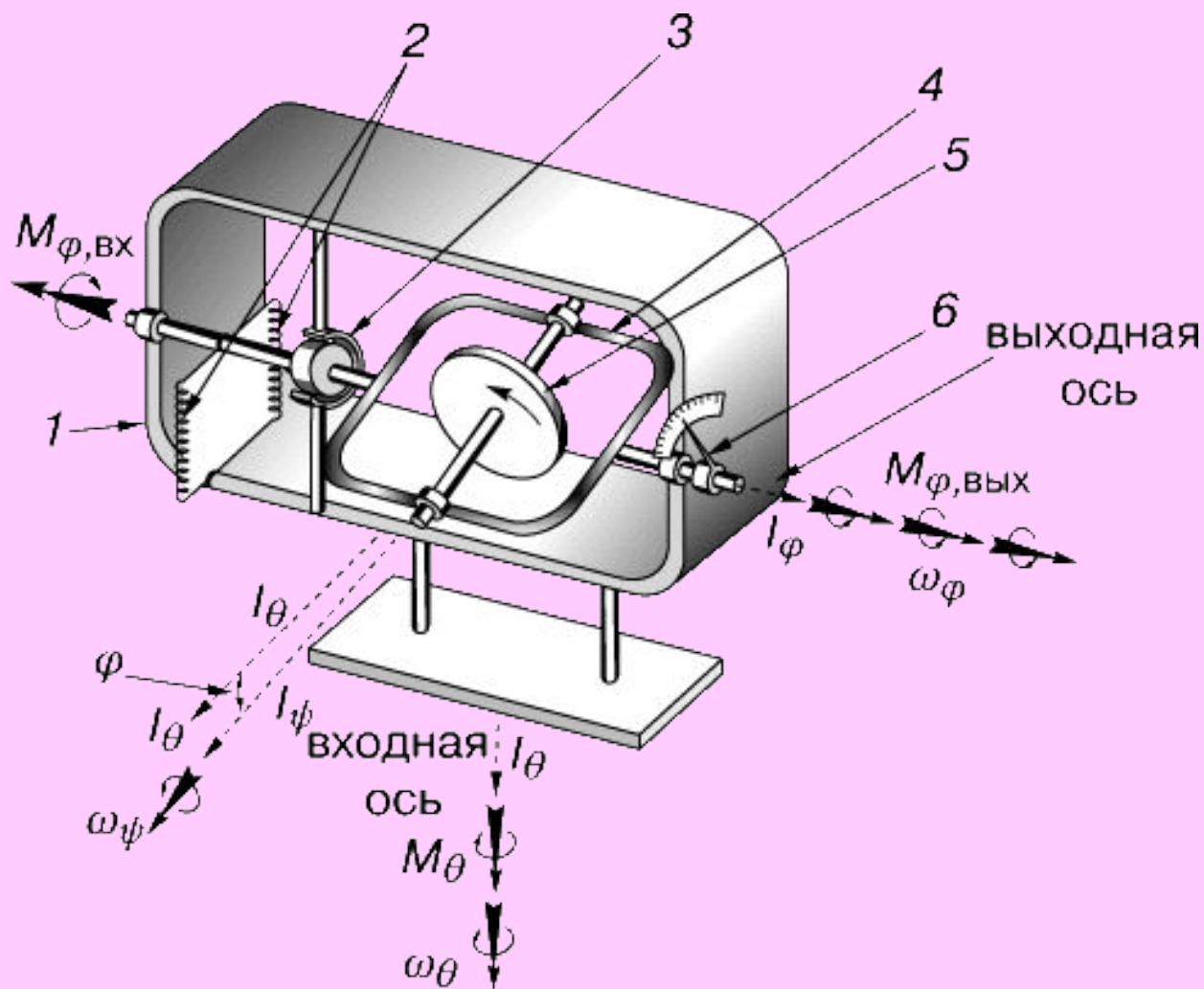
**Фотоэлемент**, электронный прибор, в котором в результате поглощения энергии падающего на него оптического излучения генерируется эдс (фотоэдс) или электрический ток (фототок).

Действие Ф. основывается на фотоэлектронной эмиссии или внутреннем. фотоэффekte

Ф., действие которого основано на фотоэлектронной эмиссии, представляет собой (рис., а) электровакуумный прибор с 2 электродами – фотокатодом и анодом (коллектором электронов), помещенными в вакуумированную либо газонаполненную стеклянную или кварцевую колбу. Световой поток, падающий на фотокатод, вызывает фотоэлектронную эмиссию с его поверхности; при замыкании цепи Ф. в ней протекает фототок, пропорциональный световому потоку. В газонаполненных Ф. в результате ионизации газа и возникновения несамостоятельного лавинного электрического разряда в газах фототок усиливается. Наиболее распространены Ф. с сурьмяно-цезиевым и кислородно-серебряно-цезиевым фотокатодами.

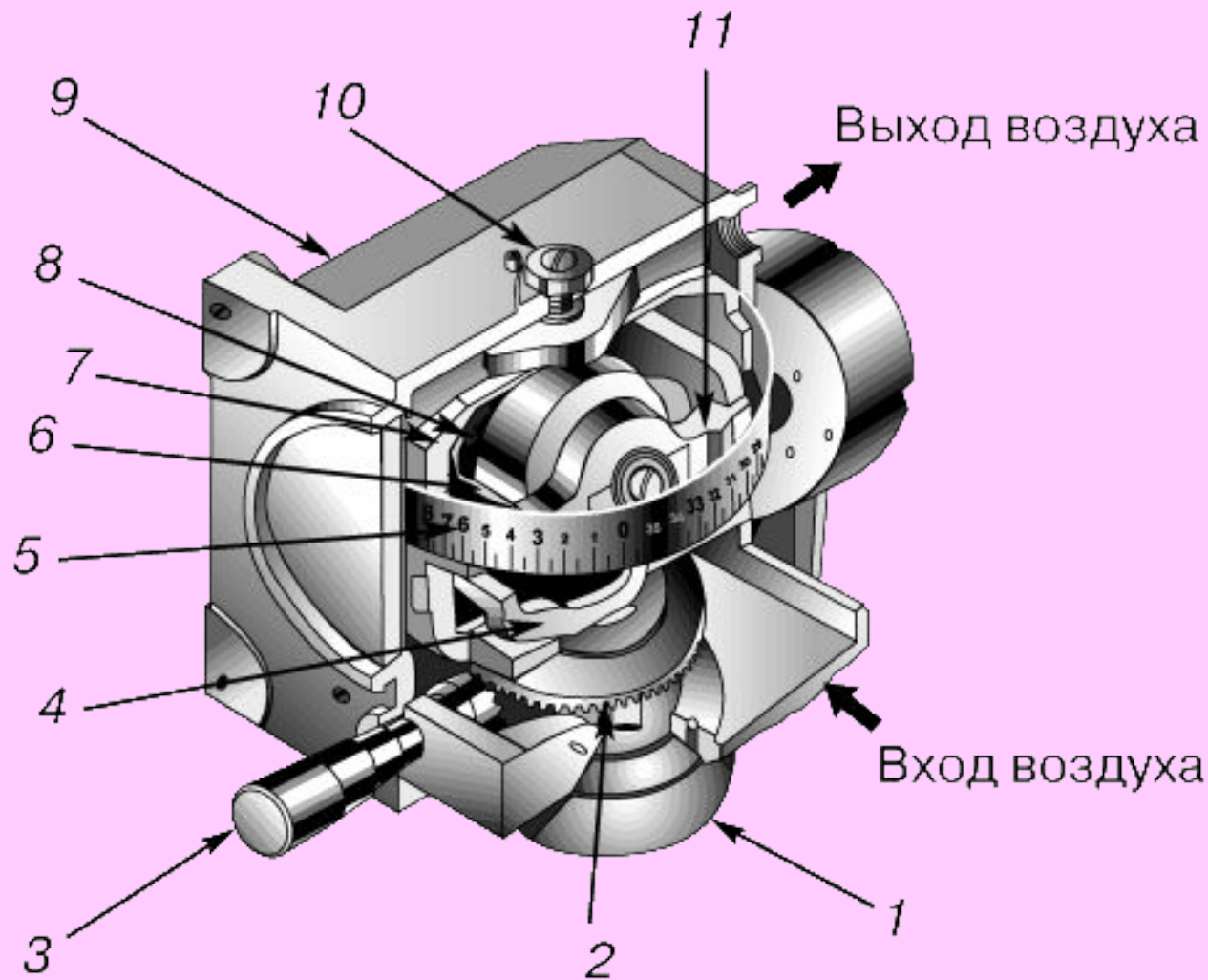
Схематическое изображение фотоэлемента с внешним (а) и внутренним (б) фотоэффekteм; К — фотокатод; А — анод; Ф — световой поток; n и p — области полупроводника с донорной и акцепторной примесью; E — источник постоянного тока, служащий для создания в пространстве между К и А электрического поля, ускоряющего фотоэлектроны;  $R_H$  — нагрузка; пунктирной линией обозначен p — n-переход.





**ДВУХСТЕПЕННЫЙ ГИРОСКОП** с противодействующей пружиной, вязкостным демпфером и стрелочным индикатором угловой скорости (вязкостный демпфер служит только для успокоения колебаний). 1 – корпус; 2 – пружины; 3 – вязкостный демпфер; 4 – рамка; 5 – ротор; 6 – указатель выходного угла рамки  $j$ .

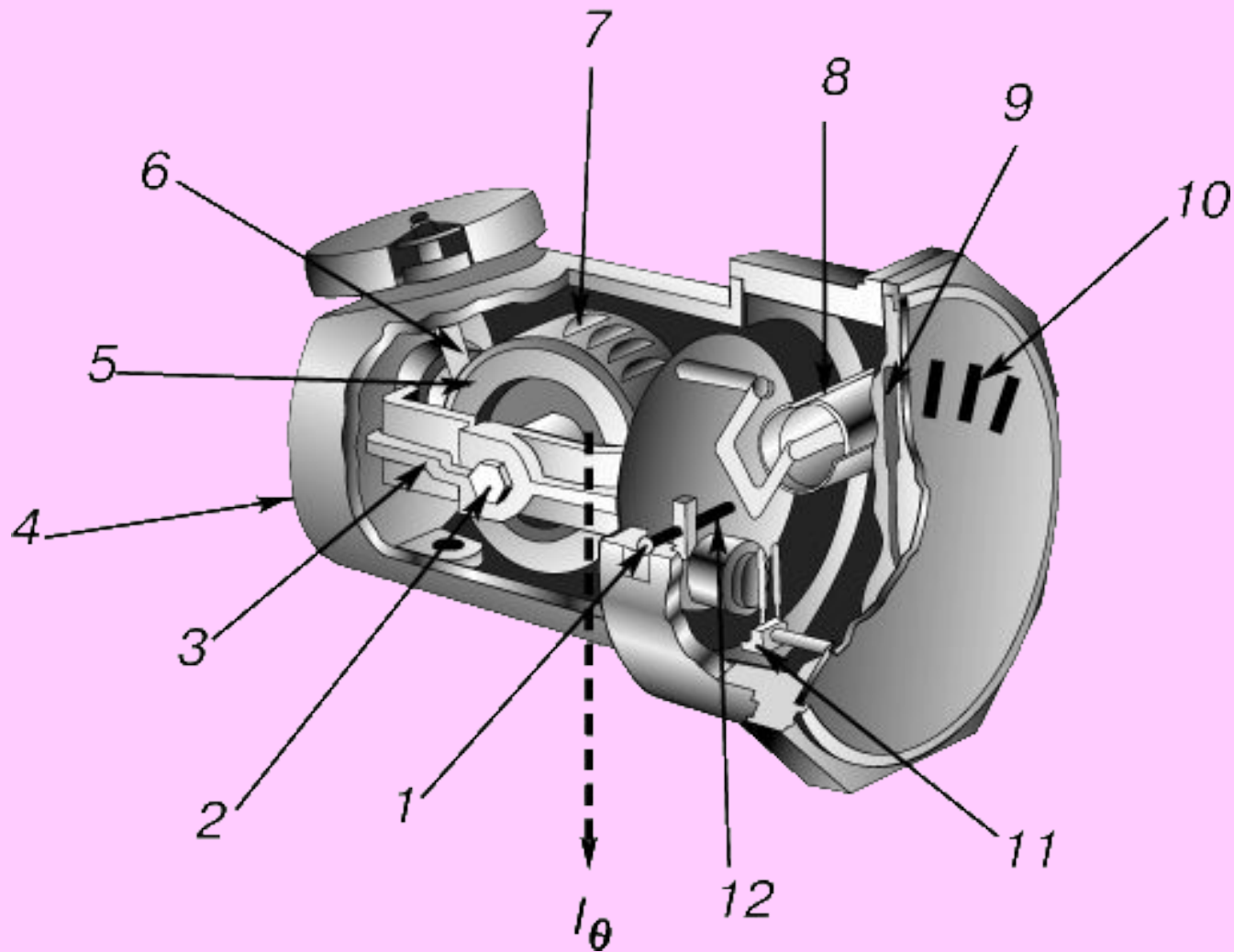




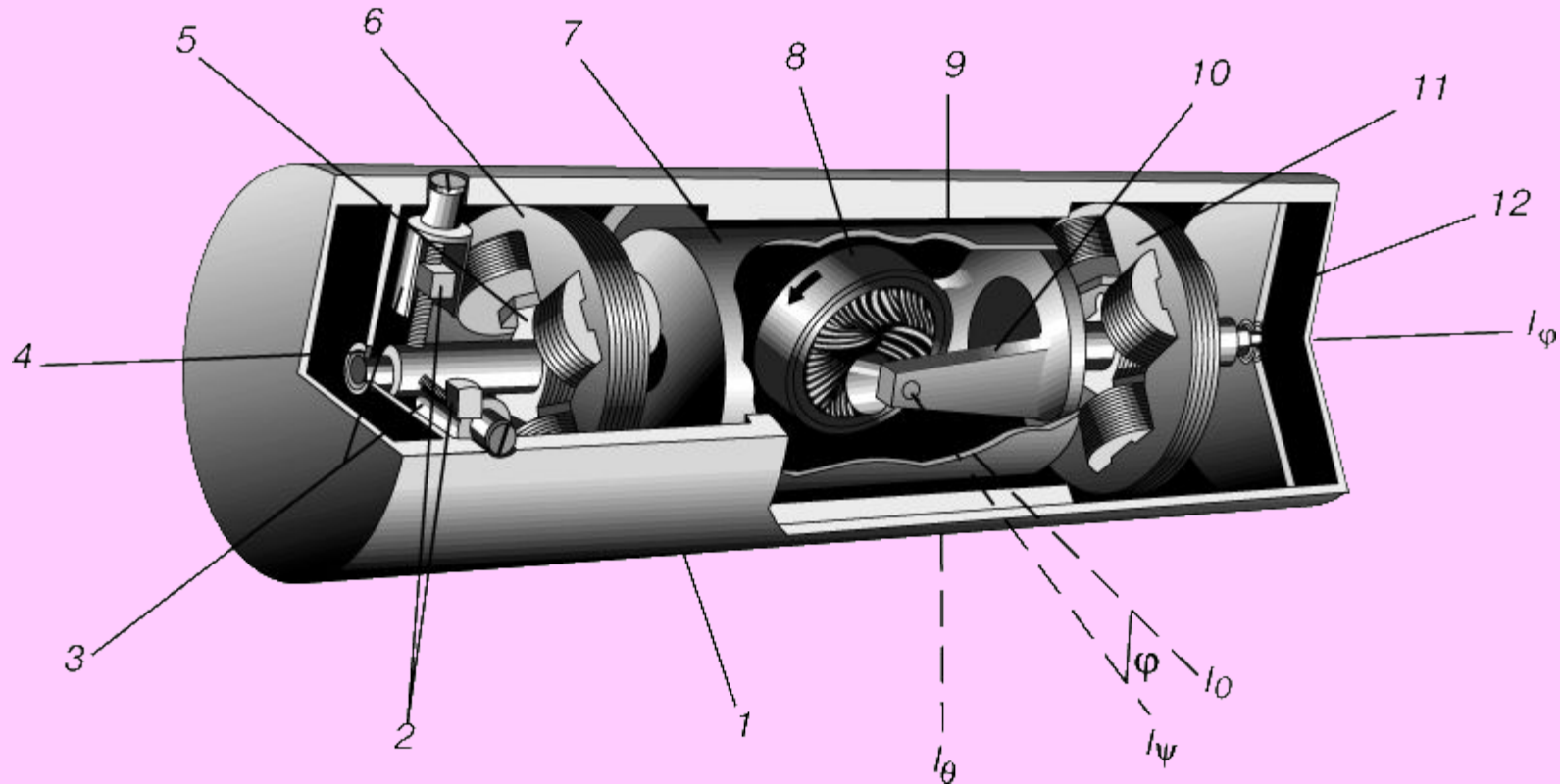
### **АВИАЦИОННЫЙ ГИРОУКАЗАТЕЛЬ КУРСА с воздушным приводом.**

Пример применения трехстепенного гироскопа. Арретир служит для удержания оси собственного вращения ротора в горизонтальном положении при вводе азимута по шкале.

*1* – основание; *2* – зубчатое колесо синхронизатора; *3* – ручка арретира; *4* – арретир; *5* – шкала азимута; *6* – воздушное сопло; *7* – наружная рамка; *8* – ротор; *9* – корпус; *10* – полуось наружной рамки с фиксаторной гайкой; *11* – внутренняя рамка.

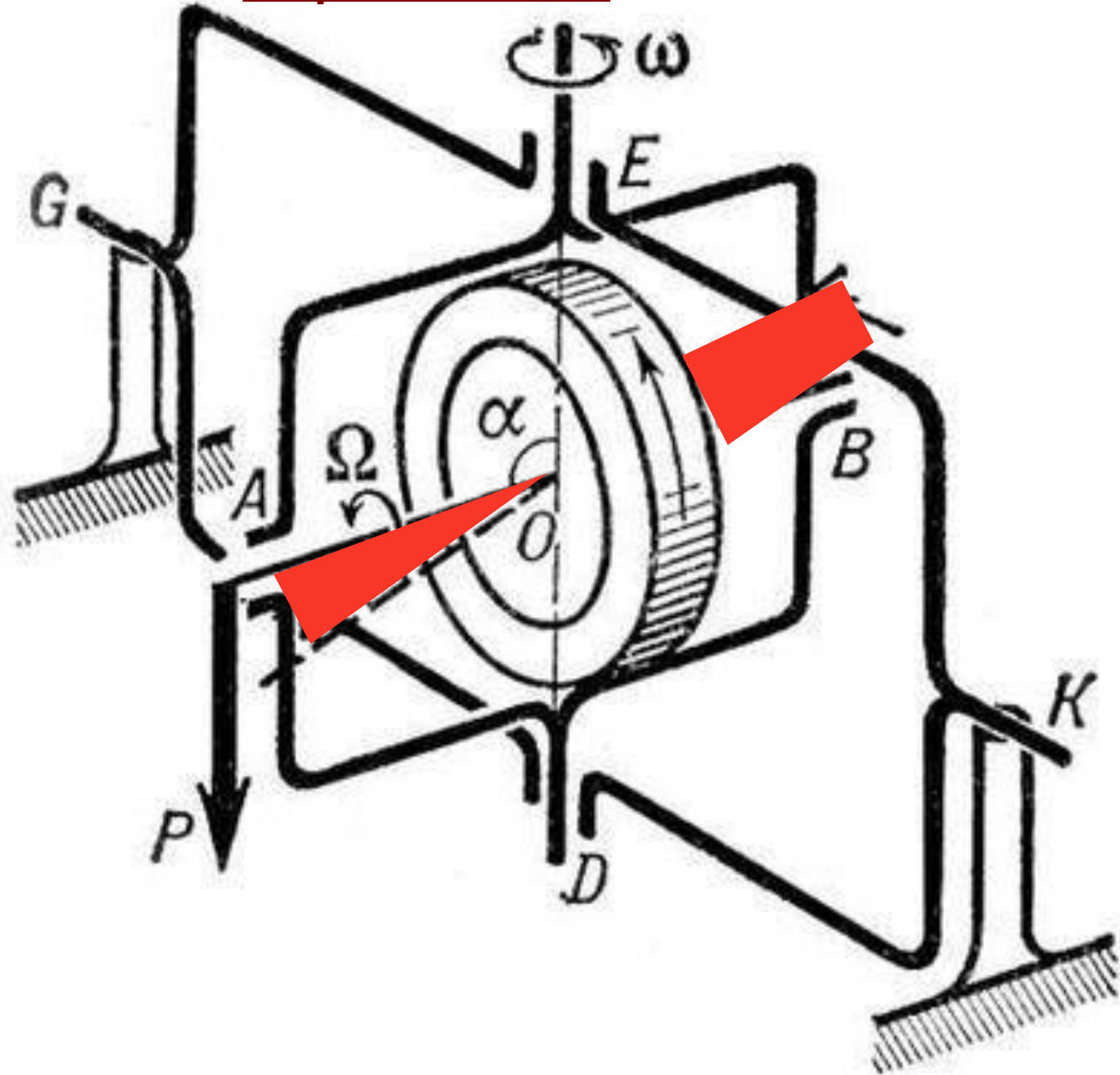


**УКАЗАТЕЛЬ УГЛОВОЙ СКОРОСТИ** – авиационный прибор с двухстепенным гироскопом. *1* – регулировка противодействующей пружины; *2* – ось собственного вращения ротора; *3* – рамка; *4* – корпус; *5* – ротор; *6* – воздушное сопло; *7* – турбинный обод ротора; *8* – демпфер рамки; *9* – стрелка; *10* – шкала; *11* – указывающая система; *12* – противодействующая пружина.



**ИНТЕГРИРУЮЩИЙ ГИРОДАТЧИК** двухстепенного типа. Пространство между стаканом поплавка и корпусом заполнено жидкостью. *1* – корпус; *2* – балансировочные гайки; *3* – балансировочные вилки; *4* – подшипник рамки; *5* – якорь датчика момента; *6* – статор датчика момента; *7* – стакан поплавкового гиروزла; *8* – гиromотор; *9* – демпферный зазор; *10* – рамка; *11* – индукционный датчик угла; *12* – подшипник рамки.

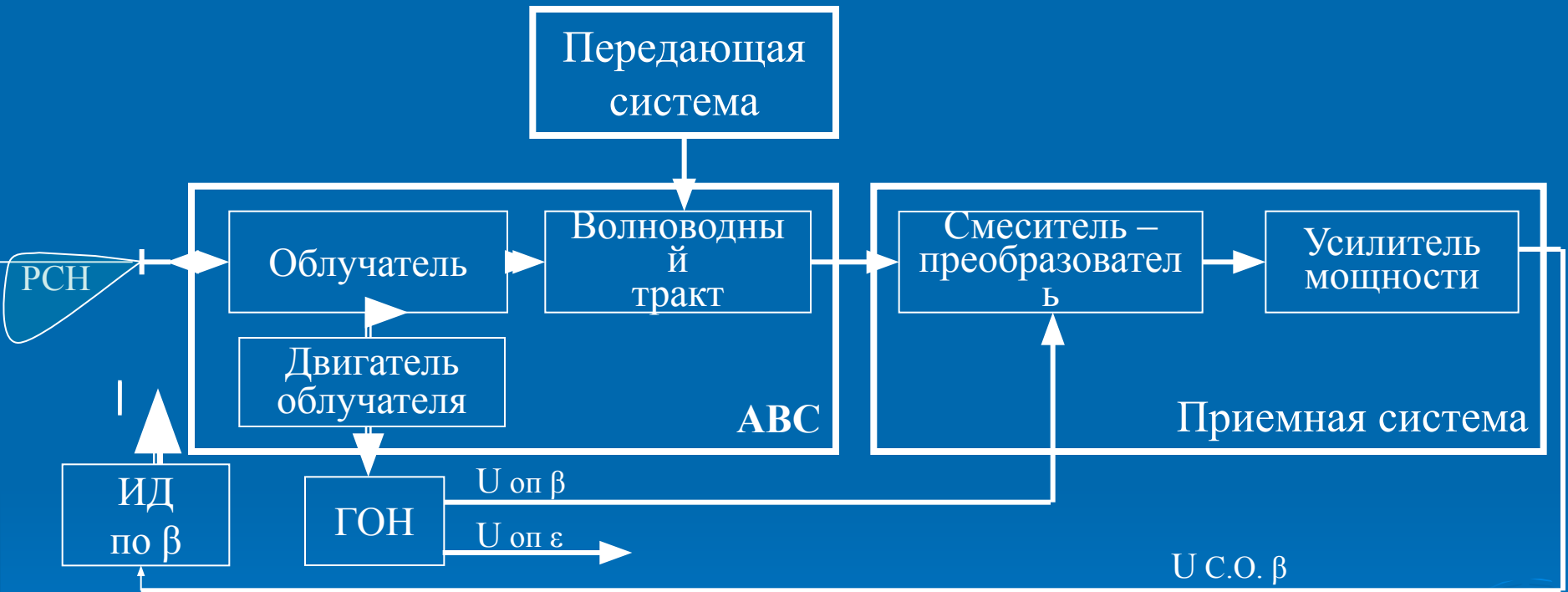
# I. Видимые свойства гироскопа.



*Вопрос 3.*

СИСТЕМЫ  
СОПРОВОЖДЕНИЯ  
ЦЕЛИ  
ПО УГЛОВЫМ КООРДИНАТАМ

Структурная схема  
следающей системы сопровождения цели антенной РЛС  
по угловым координатам  
(упрощенная).



ИД по  $\beta$  – исполнительный двигатель привода антенны по азимуту;  
ГОН – генератор опорных напряжений;  
АВС – антенно-волноводная система.

Структурная схема  
следающей системы ГСН ЗУР с пассивным самонаведением  
по угловым координатам  
(упрощенная).

